

UNIVERSIDADE DO VALE DO RIO DOS SINOS – UNISINOS  
UNIDADE ACADÊMICA DE PESQUISA E PÓS-GRADUAÇÃO  
PROGRAMA INTERDISCIPLINAR DE PÓS-GRADUAÇÃO  
EM COMPUTAÇÃO APLICADA  
NÍVEL MESTRADO

ROBERTO LERMEN

UM SISTEMA MULTIAGENTE PARA AVALIAÇÃO DE COMPETÊNCIAS EM  
AMBIENTES DE ENSINO E TREINAMENTO

São Leopoldo  
2011

ROBERTO LERMEN

UM SISTEMA MULTIAGENTE PARA AVALIAÇÃO DE COMPETÊNCIAS EM  
AMBIENTES DE ENSINO E TREINAMENTO

Dissertação apresentada como requisito parcial  
para a obtenção do título de Mestre pelo Programa  
Interdisciplinar de Pós-Graduação em  
Computação Aplicada da Universidade do Vale  
do Rio dos Sinos.

Orientador: Prof. Dr. Sérgio Crespo Coelho  
da Silva Pinto

São Leopoldo  
2011

L616s Lermen, Roberto

Um sistema multiagente para avaliação de competências em ambientes de ensino e treinamento / por Roberto Lermen. -- São Leopoldo, 2011.

232 f. : il. color. ; 30 cm.

Dissertação (mestrado) – Universidade do Vale do Rio dos Sinos, Programa Interdisciplinar de Pós-Graduação em Computação Aplicada, São Leopoldo, RS, 2011.

Orientação: Prof. Dr. Sérgio Crespo Coelho da Silva Pinto, Ciências Exatas e Tecnológicas.

1.Aprendizagem organizacional. 2.Avaliação de competências. 3.Agentes inteligentes (software). 4.Ontologias. 5.Sistema de avaliação de competências – Modular. 6.Sistema de avaliação de competências – Adaptativo. I.Pinto, Sérgio Crespo Coelho da Silva. II.Título.

CDU 658:001.12

658.3

004.4

658.3:004.4

Catálogo na publicação:  
Bibliotecária Carla Maria Goulart de Moraes – CRB 10/1252

## RESUMO

LERMEN, Roberto. *Um sistema multiagente para avaliação de competências em ambientes de ensino e treinamento*. 2011. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Software e Linguagens de Programação) – Programa de Pós-Graduação em Computação Aplicada, Universidade do Vale do Rio dos Sinos, São Leopoldo, 2011.

Este trabalho apresenta uma solução para a integração da avaliação de competências à ambientes de gestão da aprendizagem já existentes. O modelo de avaliação de competências foi construído a partir da análise de um cenário de aplicação real. Para sua validação, um sistema de avaliação de competências, modular e adaptativo, foi desenvolvido e acoplado a um sistema de gestão da aprendizagem. Este sistema utiliza uma arquitetura baseada em ontologias e agentes de software para o acoplamento e interoperabilidade de dados. Os experimentos realizados mostram o modelo em funcionamento e destacam o compartilhamento de informações entre a gestão da aprendizagem e a avaliação de competências. Os resultados apresentam a capacitação do indivíduo frente ao plano de competências organizacional.

Palavras-chave: Avaliação de Competências, Gestão da Aprendizagem, Sistema modular e adaptativo.

## **ABSTRACT**

LERMEN, Roberto. A multiagent system for competency evaluation in training and learning environments. 2011. Master Degree in Software Engineering – University of Vale do Rio dos Sinos, São Leopoldo, 2011.

This study presents a solution to the integration of competency assessment process into existing learning management environments. The competency assessment model was built from the analysis of a real application scenario. To validate the model a modulated and adaptive competency assessment system was developed and coupled to a learning management system. This system uses an architecture based on ontologies and software agents for coupling and data interoperability. The experiment shows the model running, and highlights the sharing of information between the learning management and competency assessment environments. The results demonstrate the capacity development of individuals against the organizational competency plan.

Keywords: Competency Evaluation, Learning Management, Modulated and Adaptive Systems

## LISTA DE FIGURAS

FIGURA 1 - Etapas da Gestão de Competências (BRANDÃO;GUIMARÃES, 2001).....	21
FIGURA 2 - Exemplo de descrição de um recurso (MANOLA; MILLER, 2004).....	31
FIGURA 3 - A metodologia MaSE (DELOACH;WOOD, 2001).....	37
FIGURA 4 - O modelo de competências CRAI (HARZALLAH;BERIO;VERNADAT, 2002)..	42
FIGURA 5 – Solução integrada de gestão de conhecimento (HARZALLAH;BERIO, 2005) .....	43
FIGURA 6 - Modelo de elementos e atributos de uma competência (ALLEN, 2007) .....	45
FIGURA 7 – Elemento raiz da instancia XML (COOPER;OSTYN, 2002) .....	46
FIGURA 8 – O modelo de competências (SCHMIDT;KUNZMANN, 2006).....	47
FIGURA 9 – Elementos básicos do modelo de competências (SICILIA, 2005) .....	48
FIGURA 10 – Modelo de Competências do sistema DECOM (KICH, 2010).....	51
FIGURA 11 – Arquitetura da ferramenta (OLIVEIRA, 2009) .....	52
FIGURA 12 – Modelo de competencias (OLIVEIRA, 2009).....	53
FIGURA 13 - Representação de esquemas de bancos de dados (LABORDA; CONRAD, 2005)	55
FIGURA 14 – Classes da ontologia Relational.OWL (LABORDA;CONRAD, 2005).....	56
FIGURA 15 – Propriedades de Objeto (LABORDA;CONRAD, 2005).....	56
FIGURA 16 – Elementos da ontologia Relational.OWL (LABORDA;CONRAD, 2005).....	57
FIGURA 17 – Arquitetura do Sistema (SPAHN et al, 2005).....	58
FIGURA 18 – Esquema de uma base de dados legada (SPAHN et al, 2005).....	59
FIGURA 19 – Ontologia técnica (SPAHN et al, 2005) .....	60
FIGURA 20 – Ontologia de negócio (SPAHN et al, 2005) .....	60
FIGURA 21 – Mapeamento ontologia técnica e de negócio (SPAHN et al, 2005) .....	61
FIGURA 22 – Visão geral da arquitetura.....	66
FIGURA 23 – Modelo de Dados para competências .....	70
FIGURA 24 – Exemplo de gráfico de acompanhamento de avaliações .....	75
FIGURA 25 – Conceito BOConceito .....	78
FIGURA 26 – Propriedades de Objeto para domínio de competências .....	78
FIGURA 27 – Conceito BOAtributo.....	79
FIGURA 28 – Conceito RefTabQueryRelaciona.....	80
FIGURA 29 – Domínio de Informação de Cursos .....	81
FIGURA 30 – Domínio de Informação de Pessoas.....	82
FIGURA 31 – Domínio de Informação de Classes .....	83
FIGURA 32 – Domínio de Informação da Avaliação na realização de cursos.....	84
FIGURA 33 – Domínio de Informação de Educação Formal .....	85
FIGURA 34 – Domínio de Informação de Itens de Aprendizagem .....	85
FIGURA 35 – Relacionamentos entre BOConceitos .....	87
FIGURA 36 – Relacionamentos entre os domínios de informação .....	89
FIGURA 37 – Relacionamento MatchBOAtrTOColumn .....	90
FIGURA 38 – Relacionamento RefTabQuery .....	91
FIGURA 39 – Relacionamento RefTabQueryRelacionaLista .....	92
FIGURA 40 – Arquitetura Módulo de Acoplamento.....	93
FIGURA 41 – Diagrama de Objetivos – Acoplamento.....	95
FIGURA 42 – Diagrama de Objetivos – Monitoramento .....	97

FIGURA 43 – Diagrama de Objetivos – Interoperabilidade .....	98
FIGURA 44 – Diagrama da Organização .....	99
FIGURA 45 – Diagrama de Papéis para Monitoração .....	100
FIGURA 46 – Diagrama de Papéis para Acoplamento .....	101
FIGURA 47 – Diagrama de Agentes.....	102
FIGURA 48 – Processo de Acoplamento, Monitoração e Interoperabilidade de Dados .....	104
FIGURA 49 – Ciclo de aprendizagem e avaliação.....	110
FIGURA 50 – Fluxograma Modelagem de competências .....	114
FIGURA 51 – Fluxograma avaliação de competências .....	116
FIGURA 52 – Fluxograma do processo de aprendizagem.....	118
FIGURA 53 – Fluxograma do plano de desenvolvimento .....	119
FIGURA 54 – Fluxograma do acoplamento ao ambiente de gestão da aprendizagem.....	120
FIGURA 55 – Organização do Sistema de Avaliação de Competências .....	123
FIGURA 56 – Estrutura geral do sistema de avaliação de competências .....	126
FIGURA 57 – Diagrama ER do sistema de avaliação de competências .....	130
FIGURA 58 – Menu do Módulo de Avaliação de Competências .....	132
FIGURA 59 – Transação de Cadastro de Competências .....	133
FIGURA 60 – Tela de seleção da avaliação de competência.....	134
FIGURA 61 – Tela de avaliação de competência .....	135
FIGURA 63 – Trecho de código do procedimento <i>hrmacsystem_rel0001_req</i> .....	137
FIGURA 64– Calculo do volume de competências adquiridas pelo indivíduo .....	138
FIGURA 65 – Gráfico geral da pessoa.....	139
FIGURA 66 – Gráfico geral do grupo.....	140
FIGURA 67 – Tela para visualizar o plano de desenvolvimento individual.....	141
FIGURA 68 – Relatório de plano de desenvolvimento individual .....	142
FIGURA 69 – Tela para inicializar a acoplagem .....	144
FIGURA 70 – Plano do agente SGAMonitorador .....	145
FIGURA 71 – Protocolo de troca de mensagens do agente SGAMonitorador.....	145
FIGURA 72 – Plano de agente SGAAcoplador .....	146
FIGURA 73 – Protocolo de troca de mensagens do agente SGAAcoplador .....	146
FIGURA 74 – Diagrama de classes para ClientIntegraDados .....	148
FIGURA 75– Trecho código fonte do método <i>schemaAtachado</i> .....	149
FIGURA 76 – Diagrama de classes para montar as <i>views</i> .....	151
FIGURA 77 – Diagrama de classes para o processo de monitoração .....	157
FIGURA 78 – Web Service WSIntegraDados .....	159
FIGURA 79 – Método <i>obtemSchemaOracle</i> do WSIntegraDados .....	160
FIGURA 80 – Diagrama de Classes do WSApoioDados .....	162
FIGURA 81 – Classes da ontologia HRMACAdpt.....	165
FIGURA 82 – Relacionamento via <i>MatchBOAtrTOCcolumn</i> .....	166
FIGURA 83 – Relacionamento via <i>RefTabQuery</i> .....	167
FIGURA 84 – Relacionamento via <i>RefTabQueryRelacionaLista</i> .....	167
FIGURA 85 – Relacionamento via propriedade <i>seeAlso</i> .....	168
FIGURA 86 – Trecho de código da classe <i>OntAdptPessoa</i> .....	169
FIGURA 87 – Roteiro de Testes .....	172
FIGURA 88 – Inicialização do sistema e o módulo de acoplamento.....	173
FIGURA 89 – Parte da ontologia para representar banco de dados do Moodle .....	174
FIGURA 90 – <i>Queries</i> construídas pelo agente SGAAcoplador .....	178

FIGURA 91 – Descrição das <i>views</i> criadas na base de dados do Moodle .....	179
FIGURA 92 – Os cursos criados no sistema Moodle.....	183
FIGURA 93 – Estrutura do cargo Analista Contábil.....	185
FIGURA 94 – Estrutura do cargo Analista de Planejamento.....	186
FIGURA 95 – Estrutura do cargo Analista de Custos.....	187
FIGURA 96 – Valores requeridos para competências 11, 14 e 26 .....	189
FIGURA 97 – Valores requeridos pelas competências 41, 56, 149 e 152 .....	190
FIGURA 98 – Relação dos cursos realizados antes da avaliação de 01/10/2010 .....	192
FIGURA 99 – Relação dos insumos como indicadores da avaliação de competências.....	193
FIGURA 100 – Gráfico de competências por pessoa após primeira avaliação.....	197
FIGURA 101 – Plano de Desenvolvimento do Indivíduo após primeira avaliação.....	198
FIGURA 102 – Cursos realizados no Moodle após primeira avaliação.....	199
FIGURA 103 – Sugestão de medidas de avaliação com base nos cursos realizados.....	200
FIGURA 104 – Gráfico após a segunda avaliação.....	201
FIGURA 105 – Plano de desenvolvimento após segunda avaliação .....	202
FIGURA 106 – Cumulativo de cursos realizados no Moodle.....	203
FIGURA 107 – Gráfico de competências por pessoa após terceira avaliação .....	204
FIGURA 108 – Plano de Desenvolvimento sugerido após terceira avaliação.....	205
FIGURA 109 – Plano de Desenvolvimento após primeira avaliação para Usuário Um.....	206
FIGURA 110 – Gráfico das avaliações de competências para indivíduo Usuario Um.....	207
FIGURA 111 – Plano de Desenvolvimento após primeira avaliação para Usuário Cinco .....	208
FIGURA 112 – Gráfico das avaliações de competência para o Usuario Cinco .....	209
FIGURA 113 – Plano de Desenvolvimento após primeira avaliação para Usuário Quatro.....	210
FIGURA 114 – Gráfico das avaliações de competências do Usuario quatro.....	211
FIGURA 115 – Plano de Desenvolvimento após primeira avaliação para Usuário Tres.....	212
FIGURA 116 – Gráfico das avaliações de competências para Usuario tres .....	213
FIGURA 117 – Gráfico das avaliações de competências para o grupo .....	214
FIGURA 118 – Gráfico da linha de tendência do grupo avaliado .....	218

## LISTA DE TABELAS

TABELA 1 – Comparativo entre trabalhos correlatos.....	62
TABELA 2 – Relacionamentos da classe Pessoa no mapeamento.....	175
TABELA 3 – Relacionamentos da classe Curso no mapeamento.....	176
TABELA 4 – Relacionamentos do conceito Classe no mapeamento.....	176
TABELA 5 – Relacionamentos da classe Avaliacao no mapeamento.....	177
TABELA 6 – Relação entre cursos e insumos de competências.....	191
TABELA 7 – Resultado da avaliação de competências por insumo.....	193
TABELA 8 – Soma de valores requeridos por Competência.....	194
TABELA 9 – Soma de valores adquiridos por Competência.....	195
TABELA 10 – Resultado do percentual de aderência para avaliação de competências.....	195
TABELA 11 – Resultado da segunda avaliação de competências.....	200
TABELA 12 - Resultado da terceira avaliação de competências.....	203

## LISTA DE ABREVIATURAS

BrA	Broker Agent
CCA	Competence Creation Agent
EvA	Evaluator Agent
FIPA	The Foundation for Intelligent Physical Agents
HR-XML	Human Resource Extensible Markup Language
MaSE	MultiAgent Systems Engineering
OWL	Ontology Web Language
O-MaSE	Organization-based Multiagent Systems Engineering
PS	Problem Solving
RDF	Resource Description Framework
RDCEO	Reusable Definition of Competency or Educational Objective
SAC	Sistema de Avaliação de Competências
SGA	Sistema de Gestão da Aprendizagem
SMI	Social Mediated Interactions
URI	Uniform Resource Identifier
W3C	World Wide Web Consortium
WEB	World Wide Web
XML	Extensible Markup Language

## SUMÁRIO

<b>1 INTRODUCAO .....</b>	<b>11</b>
1.1 Contextualização .....	11
1.2 Motivação .....	12
1.3 Questão de Pesquisa .....	14
1.4 Objetivos.....	15
1.5 Metodologia.....	15
1.6 Organização do Trabalho.....	16
<b>2 ARCABOUÇO TEÓRICO .....</b>	<b>18</b>
2.1 Contextualização de Gerência de Competências.....	18
2.2 Definição da Avaliação de Competências.....	22
2.3 Estratégia de Implementação da Avaliação de Competências .....	23
2.4 Visão Geral de Ontologias.....	27
2.5 Construção de Ontologias.....	30
2.6 Sistemas multiagentes .....	33
2.7 Metodologias para construção de Sistemas MultiAgentes .....	35
2.8 Sistemas de gerenciamento de competências .....	39
<b>3 TRABALHOS RELACIONADOS .....</b>	<b>41</b>
3.1 Representação de Modelos de Competência .....	41
3.2 Agentes de software na gerencia de competências.....	49
3.3 Representação de esquemas de bancos de dados através de ontologias.....	53
3.4 Análise comparativa .....	62
<b>4. MODELO PROPOSTO .....</b>	<b>65</b>
4.1 Visão geral do Sistema de Avaliação de Competências.....	65
4.2 Módulo de Avaliação de Competências .....	68
4.2.1 Modelo de Competências .....	68
4.2.2 Resultado da avaliação de competências.....	71
4.2.3 Plano de Desenvolvimento .....	73
4.2.4 Relatórios para resultado da avaliação .....	74
4.3 Ontologia de Acoplamento .....	75
4.3.1 Domínio de Informações do sistema de avaliação de competências.....	77
4.3.1.1 O conceito Curso .....	81
4.3.1.2 O conceito Pessoa.....	82
4.3.1.3 O conceito Classe .....	83
4.3.1.4 O conceito Avaliação.....	83
4.3.1.5 O conceito Educação Formal.....	84
4.3.1.6 O conceito Item Aprendizagem.....	85
4.3.1.7 O relacionamento RelacionaBOAtrTOCconceito.....	86
4.3.2 Domínio de Informações do sistema de gestão da aprendizagem .....	88
4.3.3 Relacionamento entre os domínios de informações .....	89
4.3.3.1 O relacionamento MatchBOAtrTOCcolumn .....	90
4.3.3.2 O relacionamento RefTabQuery.....	90
4.4 Módulo de Acoplamento .....	92

4.4.1	Arquitetura do módulo de acoplamento .....	93
4.4.2	Arquitetura dos Agentes de Software.....	94
4.4.2.1	Diagramas de Objetivos .....	95
4.4.2.2	Diagrama da Organização .....	98
4.4.2.3	Diagrama de Papéis .....	99
4.4.2.4	Diagrama de Agentes.....	101
4.4.3	Processo de Acoplamento.....	102
4.4.3.1	Roteiro de Acoplamento e Interoperabilidade de Dados.....	103
4.4.3.2	Mapeamento entre os domínios de informação.....	104
4.4.3.3	Acoplamento.....	106
4.4.3.4	Monitoração e Interoperabilidade de dados.....	107
<b>5.</b>	<b>ANÁLISE DE DOMÍNIO E CENÁRIO DE APLICAÇÃO.....</b>	<b>109</b>
5.1	O ciclo da aprendizagem .....	109
5.2	Domínio de Aplicação .....	111
5.3	Cenário de Aplicação.....	113
5.3.1	Construção do Modelo de competências.....	113
5.3.2	Avaliação de Competências.....	115
5.3.3	Gestão da Aprendizagem.....	118
5.3.4	Plano de desenvolvimento .....	119
5.3.5	Acoplamento ao ambiente de gestão da aprendizagem.....	120
<b>6.</b>	<b>ASPECTOS DA IMPLEMENTAÇÃO .....</b>	<b>122</b>
6.1	Estrutura geral do sistema de avaliação de competências .....	122
6.1.1	Organização do sistema.....	122
6.1.2	Arquitetura do sistema.....	124
6.2	Banco de dados e modelo de relacionamento de entidades.....	127
6.3	Módulo de Avaliação de competências.....	131
6.3.1	Tecnologia de Implementação.....	131
6.3.2	Transações do módulo .....	131
6.3.3	Avaliação de competências .....	133
6.3.4	Relatórios de resultado da avaliação .....	139
6.3.5	Relatório do plano de desenvolvimento .....	141
6.4	Módulo de Acoplamento .....	143
6.4.1	Agentes de Software.....	143
6.4.1.1	Inicialização e comunicação dos agentes de software.....	144
6.4.1.2	Os papeis do agente SGAAcoplador .....	146
6.4.1.3	Componentes de suporte para construção automática das <i>queries</i> .....	150
6.4.1.4	Os papeis do agente SGAMonitorador.....	155
6.4.2	<i>Web Services</i> .....	158
6.4.3	Ontologia .....	163
6.4.3.1	Ontologia Relational.OWL.....	164
6.4.3.2	Ontologia HRMACAdapt.....	164
6.4.4	A construção automática das <i>queries</i> .....	168
<b>7.</b>	<b>EXPERIMENTOS.....</b>	<b>171</b>
7.1	Roteiro de Testes .....	171
7.2	Acoplamento ao Sistema de Gestão da Aprendizagem.....	172
7.3	Implantação do Modelo de Competências.....	180
7.3.1	Identificação das informações a serem cadastradas .....	180

7.3.2 Seleção dos Cargos .....	184
7.4 Experimentos .....	187
7.4.1 1º Experimento .....	188
7.4.2 2º Experimento .....	205
7.5 Análise de Resultados.....	215
7.5.1 Implantação e Acoplamento do Sistema .....	215
7.5.2 Implantação do Modelo de Competências.....	216
7.5.3 Ciclo de Aprendizagem .....	217
<b>8 CONSIDERAÇÕES FINAIS.....</b>	<b>220</b>
8.1 Conclusões.....	220
8.2 Contribuições.....	221
8.3 Trabalhos Futuros .....	223
8.3.1 Mapeamento entre os domínios de informação.....	223
8.3.2 Modalidades de Avaliação de Competências .....	224
8.3.3 Metodologias para construção de <i>queries</i> automáticas .....	224
8.3.4 Integração a planos de atividades e tarefas em projetos .....	224
<b>9 REFERÊNCIAS .....</b>	<b>226</b>
<b>APÊNDICE A – TRECHO DA ONTOLOGIA RELATIONAL.OWL .....</b>	<b>232</b>

## **1 INTRODUCAO**

Este capítulo apresenta a introdução desta dissertação, através da contextualização do domínio do problema, das motivações para seu desenvolvimento, da questão de pesquisa, das definições dos objetivos a serem atingidos, da metodologia aplicada na solução, e da organização do presente trabalho.

### **1.1 Contextualização**

A sociedade brasileira vem passando por transformações econômicas, sociais, culturais e políticas de forma intensa nas últimas décadas, resultando em processos de reestruturação produtiva. Com o advento de novas tecnologias e a globalização da economia, impulsionado pela intensa troca comercial de produtos e conhecimento entre as nações, ocorrem mudanças profundas no modelo de produção, e por consequências nas práticas de gestão organizacionais e de pessoas. Vive-se atualmente um modelo econômico caracterizado pela velocidade e inovação constante, em ciclos cada vez menores. Assim, o conhecimento e a inovação passaram a fazer parte do ativo intangível de qualquer organização, não importando seu tamanho ou mercado em que atua (RUANO, 2007, pág. 3).

O grande desafio das organizações é gerenciar o conhecimento dos seus funcionários, com isso percebe-se a necessidade de mensurar, dimensionar, e de se estabelecer metas com relação a ele. Conforme afirmam Kaplan e Norton (1997, p. 21), “[...] o que não é medido, não é gerenciado [...]”. Portanto, a gestão e avaliação de competências são adotadas pelas organizações no sentido de mensurar as competências disponíveis internamente, objetivando evidenciar o conhecimento de seu time, e avaliar a aprendizagem dos indivíduos. Assim, a avaliação e a certificação de competências passam a ser implementadas como recursos para a gestão de capital humano no ambiente acadêmico e organizacional. Certificar uma competência significa atestar a certeza e passar a certidão de sua existência. A decisão de certificar, ou não, envolve necessariamente um processo de julgamento, acompanhado de medida e avaliação do indivíduo frente a tarefas. A formação profissional tem em sua constituição o compromisso com a eficiência e eficácia, exigindo um processo contínuo de

reflexão crítica sobre todos os elementos, fatores, e momentos que interferem na formação do ser humano (SOUZA, 2005, pág. 69). A mensuração deve observar os fatores conhecimentos, habilidades, e atitudes, constituintes de uma competência, frente a tarefas completas e complexas (DEPRESBITERIS, 2001, p. 30).

O ato de avaliar competências consiste em determinar a diferença, ou distância, existente entre competências necessárias e competências disponíveis. Sendo assim, este ato torna imprescindível o desenvolvimento de um modelo de competências que atenda às necessidades da organização onde será implantado (HARZALLAH;VERNADAT,2002). Este modelo deve estar apto a representar o plano de competências da organização. Seu desenvolvimento se baseia no planejamento das funções e atividades organizacionais, onde é possível dimensionar as competências a serem desenvolvidas nas pessoas que as exercem (RUAS;ANTONELLO;BOFF, 2005). Os indicadores e métricas presentes na avaliação de competências estabelecem as medidas de alcance pleno de uma competência, e formam uma base de referência na análise do indivíduo frente a suas atividades (DEPRESBITERIS, 2001, p. 30). Durante a avaliação, os indicadores e métricas são pontuados para se mensurar e medir as competências adquiridas pelas pessoas.

Esta dissertação tem por objetivo modelar e construir um sistema de avaliação de competências acoplável a sistemas de gestão da aprendizagem. Com base em um cenário de aplicação real é desenvolvido um sistema de avaliação de competências, modular e flexível, capaz de ser implantado em um ambiente organizacional e acoplado a um sistema de gestão da aprendizagem já existente. Com a construção deste sistema se pretende agregar funcionalidades de avaliação de competências a ferramentas de gestão da aprendizagem já utilizadas atualmente.

## **1.2 Motivação**

Atualmente diversas organizações possuem ferramentas para a gestão do conhecimento de seus recursos humanos. Os sistemas de gestão da aprendizagem se classificam nesta categoria, e são comumente encontrados nestas empresas. Considerando que a avaliação de competências consiste em uma ferramenta de gestão do conhecimento e da aprendizagem (SOUZA, 2005, pág. 69), identificam-se como relevante que estes sistemas

tenham disponíveis para sua utilização, meios de avaliar as competências de seus indivíduos. Tais sistemas, muitas vezes, carecem de funcionalidades para a realização da avaliação, e ou, baseiam suas análises em modelos de competências rígidos e não flexíveis que permitem criar as competências requeridas, os indicadores e as métricas, de acordo com as particularidades do seu ambiente organizacional (BERIO;HARZALLAH, 2005, pág. 25). Conforme salientado por (BERIO;HARZALLAH,2005,pág. 25), “[... Um dos principais meios pelos quais as competências podem ser adquiridas é através de processos de aprendizagem...]” “[... A consequência é que sistemas de avaliação de competências podem ser integrados, ou acoplados, com sistemas de gestão da aprendizagem. Estes sistemas fornecem uma definição completa de recursos de aprendizagem e sua relação com as competências requeridas ...]”. Os autores Garro e Palopoli (2002, pág. 1) afirmam que “[... Nos dias de hoje, é completamente unânime que as organizações não tem muito ganho em adotar plataformas de gestão do conhecimento que somente fornecem conteúdo educacional. Ao invés, uma vantagem de plataformas de gestão de conhecimento seria em ajudar a enriquecer, compartilhar, e circular o conhecimento da organização, sendo uma ferramenta hábil a fazer a organização mais flexível e dinâmica ...]”, e assim defendem que sistemas de gestão da aprendizagem devem ter integrado a si funcionalidades para a avaliação de competências.

Estudos no âmbito da avaliação de competências tratam a importância do tema evidenciando a necessidade de se estabelecer padrões na representação de modelos de competências (RUAS; ANTONELLO; BOFF, 2005, pág. 4). Percebe-se a relevância destes estudos, pois fornecem modelos de competências que podem ser utilizados como padrões, e por consequência, ideais para sistemas de avaliação. A representação de modelos de competência tem evoluído muito pelos trabalhos de Schmidt e Kunzman (2006), de Harzallah, Berio e Vernadat (2002), e de Sicília (2005). Os trabalhos de Garro e Palopoli (2002), e de Baldoni (BALDONI et al, 2010) desenvolveram sistemas de gestão da aprendizagem que possuem integradas a si, desde a sua concepção, as funcionalidades de avaliação de competência. Já o trabalho de Kich (2010) constrói um sistema de avaliação de competências apoiado pela computação ubíqua, provendo suporte baseado em contextos para o desenvolvimento de competências no indivíduo. Também importante, o trabalho desenvolvido por Oliveira (2009) propôs um sistema que sugere pessoas a serem alocadas em projetos e iniciativas com base na análise de competências requeridas pelas funções e adquiridas pelas pessoas.

O gerenciamento do conhecimento torna-se mais eficaz e eficiente quando utiliza uma ferramenta completa formada pelo ambiente de gestão da aprendizagem e pela avaliação de competências. Juntos, esses processos permitem o desenvolvimento da capacidade dos indivíduos frente as suas tarefas e atividades. De fato, integrar a avaliação de competências em ambientes de gestão da aprendizagem já existentes, e em pleno funcionamento, teria por objetivo o compartilhamento de informações úteis a ambos os processos.

Até então, agregar a avaliação de competências a tais sistemas acarretaria na necessidade de intervenção na sua arquitetura, com possíveis alterações nos seus componentes de software. Este esforço demandaria executar o planejamento e o desenvolvimento de software diretamente no sistema de gestão da aprendizagem, ao qual estariam sendo agregadas novas funcionalidades para a avaliação de competências.

Os trabalhos analisados detêm uma enorme relevância no apoio ao desenvolvimento das pessoas e das organizações, mas diferem da atual proposta, pois não objetivam a modelagem e construção de ferramentas acopláveis a outros sistemas de recursos humanos. Na sua íntegra, constituem aplicações totalmente alheias das demais, e não abordam em sua arquitetura funcionalidades que os tornam modulares e adaptativos. Logo, a solução que os trabalhos propõem não permitiria adaptar os seus modelos de avaliação de competências à ambientes de aprendizagem sem o esforço da customização através do desenvolvimento de software.

Este estudo desenvolve um sistema de avaliação de competências que permite sua adaptação, e acoplamento, como um novo módulo em sistemas de gestão da aprendizagem já existentes. A solução garante a integração de dados entre os sistemas, sem a necessidade de alterações nos seus componentes de software, e procura contribuir para a utilização da avaliação de competências em ambientes de aprendizagem.

### **1.3 Questão de Pesquisa**

Como projetar um ambiente de avaliação de competências baseado em ontologia de forma a ser acoplado a diferentes sistemas de gestão da aprendizagem?

## 1.4 Objetivos

Para atender a questão de pesquisa levantada, este estudo tem por objetivo geral:

- Modelar, implementar, e testar um sistema de avaliação de competências, modular e adaptativo, a ser acoplado a sistemas de gerenciamento da aprendizagem.

Para atender o objetivo geral levantado, este estudo tem por objetivos específicos:

- Construir um modelo do sistema de avaliação de competências modular e adaptativo;
- Construir uma ontologia para o mapeamento entre os domínios de informação dos sistemas de avaliação de competências e gestão da aprendizagem;
- Desenvolver um protótipo do sistema de avaliação de competências com base no modelo proposto;
- Testar o protótipo do sistema de avaliação de competências em um ambiente organizacional real, acoplando-o a um sistema de gestão da aprendizagem já existente.

## 1.5 Metodologia

Para o atendimento pleno dos objetivos estabelecidos nesta proposta a seguinte metodologia é definida para conduzir os trabalhos:

- Atividade 1. Elaboração do Problema. Formulação do problema a ser resolvido com base no conhecimento e análise do domínio em questão.
- Atividade 2. Pesquisa por Trabalhos Correlatos. Levantamento e análise de publicações relacionadas ao domínio do problema.
- Atividade 3. Fundamentação Teórico-prática. Estudos e práticas sobre potenciais tecnologias aplicáveis na solução do problema.
- Atividade 4. Definição da Solução. Construção de um modelo para solução do problema mapeado.
- Atividade 5. Análise e Projeto da Solução. Análise e projeto da solução com base nas tecnologias elencadas para resolver o problema.

- Atividade 6. Implementação da Solução. Implementação das estruturas necessárias para resolver o problema mapeado.
- Atividade 7. Verificação e Validação da Solução. Verificação e validação das implementações em cenários de aplicação, através de experimentos simulados de uso. Análise e registro dos resultados obtidos com os experimentos.
- Atividade 8. Contribuições e Conclusão. Contribuições do estudo realizado no cenário de aplicação. Conclusões sobre o estudo em geral. Sugestão de trabalhos futuros.

## 1.6 Organização do Trabalho

Este trabalho está organizado em oito capítulos conforme segue:

- Capítulo 1: Neste capítulo é realizada a introdução através da contextualização, motivação, questão de pesquisa, objetivo geral, objetivos específicos, metodologia e organização do trabalho.
- Capítulo 2: Neste capítulo é realizada a fundamentação teórica deste estudo, onde são discutidos os conceitos que circundam a avaliação de competências, pela sua contextualização, definições, e modelagem, bem como tecnologias para o desenvolvimento da solução proposta, em estratégias para a implementação de sistemas de avaliação de competências, sistemas multiagentes, e ontologias.
- Capítulo 3: Neste capítulo são apresentados alguns trabalhos correlatos, relacionados ao domínio do problema, tais como modelos de competências e sistemas multiagentes para avaliação de competências.
- Capítulo 4: Este capítulo apresenta o modelo proposto como solução ao problema, através de uma visão geral da solução, sua arquitetura, funcionalidades e elementos constitutivos.
- Capítulo 5: Este capítulo apresenta o domínio e cenário de aplicação para a solução, com detalhamento dos processos executados neste cenário e a utilização da solução proposta em sua plenitude.

- Capítulo 6: Este capítulo apresenta os aspectos de implementação da solução proposta, abrangendo suas características técnicas, sua arquitetura detalhada, e a estrutura de seus componentes.
- Capítulo 7: Neste capítulo são apresentados os experimentos de verificação e validação da solução no cenário de aplicação, são relatados experimentos de forma detalhada, apresentando e discutindo os resultados da utilização da solução proposta no cenário de aplicação.
- Capítulo 8: Neste capítulo são feitas as considerações finais sobre o trabalho, onde se discutem suas principais contribuições, e realizam-se reflexões para trabalhos futuros.

## 2 ARCABOUÇO TEÓRICO

Este capítulo tem por objetivo apresentar a fundamentação da avaliação de competências através da contextualização da gerência de competências, do processo, e estratégia de implantação de avaliação de competências. Este capítulo apresenta a representação conceitual de modelos de competências. Também aborda ontologias de forma geral, e aprofunda-se em linguagens de implementação como *Resource Description Framework* (RDF) e *Ontology Web Language* (OWL), ambas adotadas como padrão do *World Wide Web Consortium* (W3C).

### 2.1 Contextualização de Gerência de Competências

A adoção do modelo de competências pelas organizações está relacionada ao uso, controle, formação e avaliação do desempenho da força de trabalho diante das novas exigências postas pelo padrão de acumulação capitalista em que prevalece a competitividade, a produtividade, a agilidade, e a racionalização de custos (DELUIZ, 2001, pág. 2).

A utilização crescente da noção de competência nas organizações tem reafirmado o interesse sobre esse conceito, tanto sob uma perspectiva mais estratégica, onde predomina competências organizacionais e competências essenciais, quanto sob uma perspectiva mais específica de gestão de recursos humanos, onde a utilização como indicador de desenvolvimento, avaliação e remuneração (RUAS; ANTONELLO; BOFF, 2005, pág. 4).

Formar competências pressupõe um trabalho diferenciado, pois faz-se necessário desenvolver a capacidade de mobilizar os saberes para a resolução de problemas e para o enfrentamento das situações de trabalho (SOUZA, 2005, p. 60).

Estabelece-se assim uma diferença clara entre a qualificação e a competência, enquanto a qualificação remete ao posto de trabalho, ao salário, e as tarefas, a competência remete à subjetividade e à multifuncionalidade. Neste contexto, o indivíduo passa a ser remunerado por sua capacidade, por seu desempenho, e não mais restritamente ao cargo que ocupa. O modelo de competência disponibiliza os instrumentos necessários para evoluir de uma noção de posto de trabalho com enquadramento e remuneração consequentes deste, para

uma maior valorização do resultado produzido pelo trabalhador em prol da estratégia e objetivos da empresa, passando a ter uma remuneração proveniente da sua performance (ARRUDA, 2000, pág. 6).

Conforme Depresbiteris (2001, pág. 1) “Uma competência pode ser definida como um conjunto de capacidades, práticas e conhecimentos organizados para realizar uma tarefa ou um conjunto de tarefas, satisfazendo exigências sociais precisas”.

A autora ainda afirma:

A apreensão das competências exige que se conheça aquilo que se está sendo proposto para o perfil do profissional em termos de competências e padrões de desempenho desejados; que se vá além dos objetivos de ensino, verificando a atuação dos saberes – saber-fazer e saber-ser – mobilizadores das competências; que conhecimentos e habilidades, anteriormente adquiridos, sejam reconhecidos (DEPRESBITERIS, 2001, p. 30).

Para Ramos (2001, pág. 21) “[...] a competência preocupa-se fundamentalmente com o domínio cognitivo que sustenta o desempenho ou o comportamento, com a inteligência prática, ou a estrutura e o funcionamento da competência/capacidade [...]”.

Para Ruas, Antonello e Boff (2005, pág. 8) “[...] toda a competência é fundamentada em um conjunto de capacidades, [...] essas capacidades assumem a condição de competência apenas no momento em que são mobilizadas para a realização de uma ação específica”.

Para Zarifian (1996 apud BRANDÃO; GUIMARÃES, 2001, pág. 3), a competência é “assumir responsabilidade frente a situações de trabalho complexas aliado ao exercício sistemático de uma reflexividade no trabalho”.

Para Sparrow e Bognanno (1994 apud BRANDÃO; GUIMARÃES, 2001, pág. 3), “competências representam atitudes identificadas como relevantes para obtenção de alto desempenho em um trabalho específico, ao longo de uma carreira profissional, ou no contexto de uma estratégia corporativa”.

Para Bitencourt (2002, pág. 13) “[...] entende-se competências como o processo contínuo e articulado de formação e desenvolvimento de conhecimentos, habilidades”.

Conforme Durand (1998 apud BRANDÃO; GUIMARÃES, 2001, pág. 3), a competência divide-se em três conceitos: conhecimento, habilidade, e atitude englobando os elementos necessários à consecução de determinado propósito.

Conforme Deluiz (2001, pág. 13), “[...] a noção de competência assinala [...] que a competência profissional é a capacidade de articular e mobilizar conhecimentos, habilidades e atitudes, colocando-os em ação [...] em uma dada situação concreta de trabalho”.

Ao definir sua estratégia competitiva as organizações identificam as competências essenciais do negócio, bem como as competências necessárias a cada função. A partir disso são estabelecidas as competências dos trabalhadores necessárias à organização. No modelo das competências os conhecimentos e habilidades adquiridas no processo de desenvolvimento do profissional devem ter utilidade prática e imediata na realização dos objetivos e missão da empresa, e a qualificação passa a ser avaliada pelo âmbito do trabalhador instrumentalizado para atender às necessidades do processo produtivo (DELUIZ, 2001, pág. 2).

Diversas organizações têm recorrido à implantação de modelos de gestão de competências, buscando planejar, captar e desenvolver as competências em seus recursos humanos, necessárias ao respectivo negócio e posicionamento estratégico. O modelo sugerido por Brandão e Guimarães (2001, pág. 5) tem como objetivo inicial a identificação do *gap*, que se define como lacuna ou diferença, de competências da empresa. Para isso se estabelecem os objetivos e as metas a serem alcançados segundo a intenção estratégica da organização, após passa a identificar a lacuna entre as competências necessárias para a realização desses objetivos, e as competências internas disponíveis na organização, por final passa a trabalhar o planejamento, a captação, o desenvolvimento e a avaliação das competências. Assim complementa Stewart (1998, apud BRANDÃO; GUIMARÃES, 2001, pág. 5), “[...] a idéia é que [a organização e seus profissionais] (sic) eliminem as lacunas entre o que podem fazer e o que os clientes esperam que eles façam”.

A figura 1 apresenta o fluxo de implantação e planejamento da gestão de competências, adaptado de Brandão e Guimarães (2001).

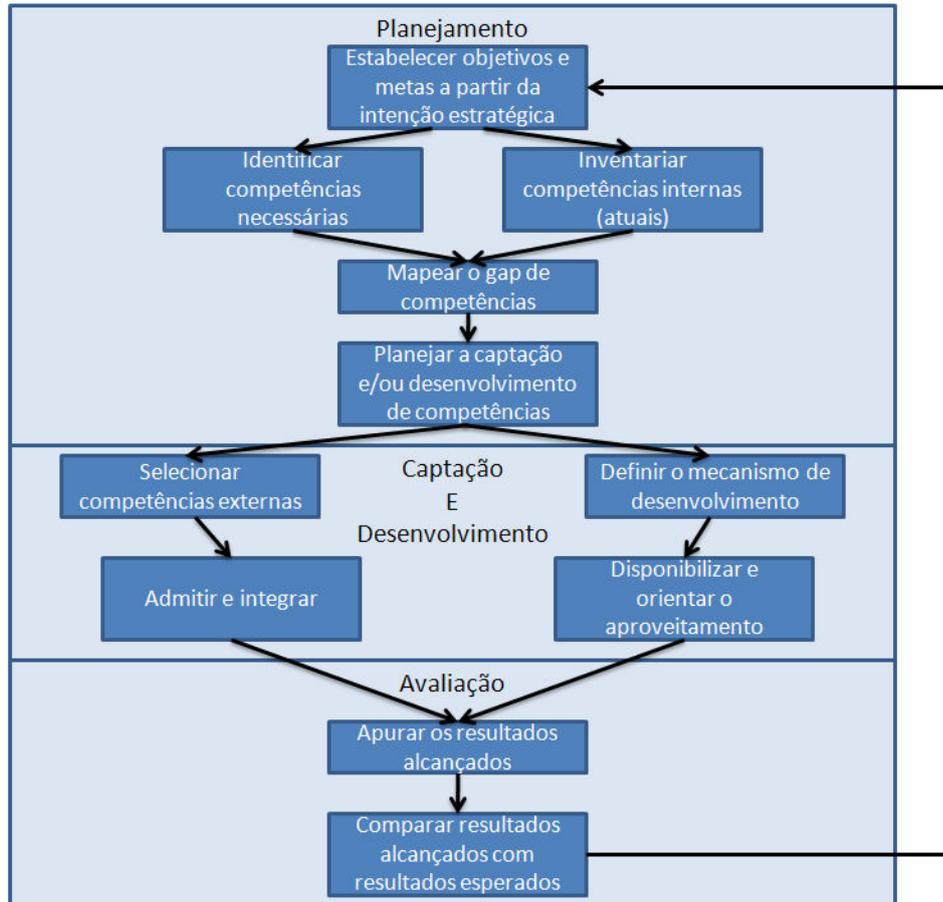


FIGURA 1 - Etapas da Gestão de Competências (BRANDÃO;GUIMARÃES, 2001)

A gestão de competências e sua avaliação viabilizam a gerencia por competências de uma organização. Os conceitos que estruturam o modelo de competências nas organizações são a flexibilidade, a transferibilidade, a polivalência e a empregabilidade. A gestão por competências implica em disponibilizar de trabalhadores flexíveis para trabalhar as mudanças no processo produtivo passíveis de serem transferidos de uma função a outra se requerendo polivalência e constante atualização de suas competências (DELUIZ, 2001, pág. 2). Com isso se evidencia a importância da avaliação de competências também como instrumento a ser utilizado na prática de gestão por competências, já que de qualquer forma a competência deve ser avaliada.

## 2.2 Definição da Avaliação de Competências

A avaliação das competências se configura como uma necessidade em um contexto comprometido com a qualificação de profissionais, principalmente porque não existe correspondência entre a aquisição de saberes e a capacidade de mobilizá-los ou aplicá-los no cotidiano de trabalho, bem como a certificação de domínio de conhecimento ou de capacidade laboral em decorrência da posse de um diploma escolar. Existe sim uma progressiva valorização das experiências acumuladas durante a vida pessoal e profissional de cada indivíduo, a serem traduzidas em capacidade de realização de tarefas (SOUZA, 2005, p. 70). O processo de avaliar competências tem por objetivo determinar a diferença entre as competências e as habilidades requeridas, e os resultados alcançados com o atual panorama de habilidades existentes. Conforme Arruda (2000, pág. 9) “[...] Enquanto a qualificação estaria atrelada a um sistema de classificação de cargos e de remuneração [...] a competência parece ligada aos objetivos e metas da organização e à capacidade do indivíduo em responder adequadamente a esses objetivos”.

Conforme afirma Depresbiteris (2003 apud SOUZA, 2005, pág. 70):

[...] a avaliação de competências constitui o processo por meio do qual se objetiva verificar a capacidade do educando no enfrentamento de situações concretas, sendo que o foco não incide apenas sobre a tarefa, mas também sobre a mobilização e articulação dos recursos que o educando dispõe construídos formal ou informalmente.

Para Ramos (2001 apud SOUZA, 2005, pág. 72), a avaliação de competências deve voltar-se à capacidade do indivíduo mobilizar e articular, seus recursos subjetivos, como também atributos constituídos no processo de aprendizagem: conhecimento, habilidade, e comportamento, no enfrentamento de determinadas situações concretas.

Conforme afirmado por Desaulniers (1998, apud ARRUDA, 2000, pág. 7) competência é “[...] a capacidade para resolver um problema em uma situação dada, o que significa dizer que a mensuração desse processo baseia-se essencialmente nos resultados, implicando um refinamento dos mecanismos e instrumentos utilizados na sua respectiva avaliação”. Sendo assim, o resultado na realização de tarefas é fator primordial de observação

das competências do indivíduo. Conforme Depresbiteris (2001, pág. 2) “As competências sempre se manifestam por comportamentos observáveis”.

A autora ainda afirma que:

[...] avaliar é colocar em relação de forma explícita ou implícita, um referido (o objeto de uma investigação) com um referente (aquele que desempenha o papel de norma, o que dever ser, o que é modelo, o objetivo pretendido). O referente designa aquilo em relação ao qual um juízo de valor é emitido. O avaliador sempre tem a necessidade de um modelo referencial de leitura da realidade (DEPRESBITERIS, 2001, pág. 33).

Geralmente as formas de avaliação se referem ao emprego de evidências, porém é o propósito que vai definir a natureza e o processo do sistema de avaliação. Considerando-se a avaliação do indivíduo em formação, pretende-se verificar as competências adquiridas durante o processo de aprendizagem, evidenciando a capacidade do indivíduo de mobilizar e articular, de forma autônoma, postura crítica e ética, seus recursos subjetivos como conhecimentos, habilidades, qualidades pessoais e valores para o enfrentamento de determinadas situações concretas (RAMOS, 2001, pág. 22).

### **2.3 Estratégia de Implementação da Avaliação de Competências**

A implementação de avaliação de competências prevê a investigação dos processos de trabalho e a análise funcional para identificar as funções e subfunções dos processos produtivos. A partir desta identificação são colocadas de forma clara as funções abrangentes que constituem o processo de produção nas áreas profissionais, e que se distinguem umas das outras pelas operações mentais ou ações básicas nelas envolvidas. A partir das funções são definidas as subfunções, que remetem a atividades específicas, geradoras de produtos ou resultados parciais dentro desses processos produtivos maiores. Para as subfunções componentes do processo produtivo identificam-se as competências e as habilidades (DELUIZ, 2001, pág. 5).

A gestão das competências inicia a partir da avaliação do quão crítico consiste um processo produtivo, especificamente aquilo que dificulta a garantia da qualidade. Após deve-

se identificar os papéis profissionais envolvidos nas tarefas, e por último classificar as competências essenciais, como o conjunto de conhecimentos, capacidades e qualidades que são exigidas para executar a tarefa (VIEIRA; GARCIA, 2004, pág. 11).

A autora Depresbiteris (2001, pág. 32) define o método para a construção de um sistema de avaliação de competências poderiam ser os seguintes:

- Identificar, a partir do perfil profissional de competências, aquelas que deverão ser objeto de avaliação;
- Definir critérios específicos de qualidade para cada unidade de competência, bem como de evidências para alcance dos critérios;
- Estabelecer diferentes técnicas e instrumentos de avaliação;
- Comparar os resultados da medida com as competências e padrões definidos no perfil e com critérios mais específicos relacionados às unidades de competência;
- Julgar o valor sobre o alcance ou não desses critérios (tomada de decisão sobre a atribuição da certificação);
- Definir ações de orientação para melhoria dos desempenhos, no vislumbre de novas oportunidades de certificação;

A observação na resolução de problemas em situações reais ou simuladas consiste em uma das principais técnicas de avaliação que permite a verificação de indicadores das competências e critérios de qualidade previstos diretamente na realização do processo. Assim as situações exigem a aplicação de conhecimentos variados, seguidos de ações concretas para a realização das tarefas (DEPRESBITERIS, 2001, pág. 5).

Com relação às formas de análise de desempenho, a escolha da abordagem a ser utilizada é um fator essencial. A avaliação existe em duas formas básicas de análise, a referenciada em normas, e as referenciadas em critérios. Na primeira abordagem, o que importa é o desempenho do grupo, assim os resultados dos avaliados na análise de desempenho são comparados entre si. Já na segunda abordagem se pretende determinar até que ponto cada avaliado alcançou as competências definidas, assim Depresbiteris (2001, pág. 5) afirma “[...] a abordagem mais adequada para a educação profissional é a referenciada em critérios, pois o que se busca é determinar até que ponto os educandos alcançaram as competências definidas”.

Na definição da metáfora de avaliação de competência a definição de critérios e indicadores de qualidade representa a fase mais delicada da implantação da avaliação, uma vez que dela vai depender a qualidade dos desempenhos vai atribuir credibilidade ao processo.

Critérios pouco exigentes podem resultar em profissionais não habilitados, os critérios, parâmetros, e padrões, são termos utilizados na avaliação de competências como sinônimos para construir uma base de referência para julgamento do indivíduo na realização da tarefa (DEPRESBITERIS, 2001, pág. 33).

Cada indicador e métrica recebem um valor numérico que representa sua classificação ou nota, resultado de sua observação em especial. A partir desta base, os valores dos indicadores são transferidos para a função de cálculo da medida objetivo da competência. Depois de processada, esta função retorna a avaliação do indivíduo para com uma determinada competência, no contexto de suas atividades e tarefas. Portanto, é relevante agregar ao modelo de competências a capacidade para se determinar estes fatores base de avaliação.

Os critérios definidos devem ser traduzidos em indicadores, que servem como métricas para indicar que o critério foi alcançado. O indicador receberá valor a partir das evidências observadas, que constituem manifestações do comportamento e indicam o que o avaliado sabe, entendeu, e é capaz de fazer. Na avaliação de competências, os critérios são componentes básicos que servirão para o julgamento da qualidade dos desempenhos, agregando assim aspectos descritivos de qualidade do desempenho na avaliação (DEPRESBITERIS, 2001, pág. 4). Com isso a seleção dos instrumentos e técnicas deve considerar as competências desejadas, considerando a natureza das atividades em questão se pensa em uma conjugação de instrumentos que captem melhor as dimensões dos domínios das competências: conhecimentos, habilidades, e atitudes (DEPRESBITERIS, 2001, pág. 35).

Na definição dos critérios para o exercício de avaliar competências, Depresbiteris (2001, pág. 34) destaque as classificações abaixo:

- Critérios Gerais: relacionam-se ao perfil global das competências, considerando a complexidade e heterogeneidade dos diversos contextos, resultantes das diferentes formas de organização das funções, dos conhecimentos técnicos e tecnológicos, das atitudes, e das habilidades que configuram o perfil mais amplo.
- Critérios específicos: são critérios relacionados às subcompetências e padrões de qualidade, que devem guardar relação direta com as competências mais amplas.
- Critérios de avaliação da execução do trabalho: são critérios que se relacionam com o produto do trabalho na sua forma final, e processo de realização.
- Critérios de avaliação dos conhecimentos: são critérios relacionados aos princípios teóricos, métodos, estratégias, informações, entre outros.

- Critérios relacionados às atitudes: são critérios que avaliam atitudes, e devem ter atenção especial devido a sua característica subjetiva.

Sendo assim, explica Hadji (1997, apud DEPRESBITERIS, 2001, pág. 33):

“[...] é a coerência entre critérios e indicadores que possibilita equilibrar subjetividade e objetividade. Os indicadores devem desvelar o próprio objeto e devem ser ao mesmo tempo, representativos da realidade avaliada (objetividade externar) e significantes com relação a uma expectativa precisa (objetividade interna ou coerência). Contudo, é preciso ressaltar que o significado não está contido no indicador, e sim na interpretação do avaliador”.

Com isso a estratégia para a implantação de um processo de avaliação de competências tem na confecção de um quadro referencial, que envolve critérios e indicadores bem elaborados, seu ponto mais importante. Por meio dos critérios se pode realizar a leitura do objeto de avaliação. Os indicadores apresentam as evidências utilizadas para julgar se uma pessoa atendeu aos critérios. É importante salientar que o indicador é um construto teórico, então a necessidade de identificá-lo antes da análise de uma realidade (DEPRESBITERIS, 2001, pág. 33).

A literatura pesquisada apresenta a necessidade de a competência estar formalizada no processo de avaliação como sendo parte deste contexto. No modelo, as competências geralmente estão relacionadas a atividades e tarefas. A formalização de um contexto se dá por uma série destas atividades e tarefas mantendo uma relação de dependência umas com as outras. Portanto, através desta relação se desenvolve a interdependência entre competências, evidenciando um esquema onde qualquer competência pode sofrer influência de outras para sua plena realização. Com isso, é relevante agregar ao modelo de competências capacidade para construção do contexto onde ela será desempenhada. Com a criação do modelo de competências, a organização passa a ter uma visão holística do seu plano de competências requeridas. Estas competências estão estritamente ligadas ao alcance da estratégia, e perfazem o objeto de avaliação dos indivíduos. O modelo de competências deve endereçar as particularidades do contexto onde a competência é executada. Conforme explica Depresbiteris (2001, pág. 4), “Devemos ter em mente que nenhuma competência é exercida no vazio, mas em contextos com especificidades, peculiaridades, idiossincrasias”.

Percebe-se na pesquisa que existe uma convergência dos apontamentos para um modelo de competências padrão, que considere como características fundamentais:

- A necessidade na distinção entre competências requeridas e adquiridas, onde as primeiras são estabelecidas conforme a necessidade de se atingir a missão e estratégia da empresa, e as segundas constituem os conhecimentos, habilidades e comportamentos de um indivíduo avaliados como suficientes para a certificação deste para com a competência em questão.
- A necessidade de se atrelar componentes, chamados recursos, as competências. Os recursos seriam conhecimento, habilidades e comportamentos, todos evidenciados perante a realização de uma tarefa.
- A necessidade de avaliar competências levando em consideração o contexto em que são exigidas, dada a influência que a competência recebe e exerce em outras competências.
- O entendimento de que competências são recursos mobilizados para a conclusão com sucesso de tarefas e missões, portanto estão relacionadas com uma ação para realizar algo.

## **2.4 Visão Geral de Ontologias**

A representação de conhecimento é o campo da inteligência artificial que foca no desenvolvimento de formalismos que consistem de maneira epistemologicamente e computacionalmente adequados para expressar conhecimento sobre um determinado domínio. As primeiras linhas de investigação no assunto relatam que o conhecimento pode ser representado através de classes de objetos e relações entre as classes. A organização da representação em classes dispostas em uma estrutura hierárquica permite que tarefas de inferência sejam aplicadas e realizadas por meio computacional (BAADER et al, 2003).

As atuais pesquisas em representação do conhecimento e inferência geralmente focam em métodos que fornecem uma descrição de alto-nível do domínio e que podem ser utilizadas de maneira eficaz no desenvolvimento de sistemas inteligentes, conhecidos comumente como sistemas baseados em conhecimento. A realização de sistemas baseados em conhecimento envolve dois aspectos primordiais. O primeiro aspecto refere-se ao fornecimento de construtores para a base de conhecimento, que agregam grande precisão na representação, caracterizando o tipo de conhecimento que pode ser especificado pelo sistema, bem como

uma definição clara dos serviços de inferência que o sistema deverá prover, ou seja, as questões sobre o modelo que o sistema terá capacidade de responder. O segundo aspecto consiste em fornecer um ambiente de desenvolvimento rico onde usuários podem desfrutar de diferentes serviços que tornem a construção do sistema inteligente mais efetiva (BAADER et al, 2003, pág. 12).

Em uma base de conhecimento é possível perceber a distinção entre conhecimento intencional, que não existe por si só, sendo abstrato geral do domínio em questão, e o conhecimento extensivo que geralmente é particular a um domínio e que existe na realidade. A lógica descritiva criada como um formalismo para a representação de conhecimento, e utilizada como linguagem para modelar sistemas baseado em conhecimento, trás estas distinções em seus componentes TBox e ABox. A TBox derivada do termo taxonomia, é desenvolvida através da declaração de propriedades gerais de conceitos, definindo-os de forma que não necessite sofrer alterações a menos que se precise alterar a representação do domínio. A ABox contém o conhecimento assertivo sobre indivíduos, ou seja, que é específico dos indivíduos que compõem o domínio explorado (BAADER et al, 2003, pág. 12). A lógica descritiva deu origem a linguagens para a representação de conhecimento, como a OWL-DL.

As ontologias são largamente utilizadas na engenharia do conhecimento, inteligência artificial e ciência da computação, nas aplicações que demandam representação e gerenciamento do conhecimento. Ontologias permitem a um programador especificar, de maneira aberta, e significativa, os conceitos e relacionamentos que coletivamente caracterizam algum domínio (DICKINSON; 2009).

Conforme Neches et al (1991 apud PÉREZ-GÓMEZ;FERNÁNDEZ-LÓPEZ;CORCHO, 2004), “uma ontologia define os termos básicos e as relações que compreendem o vocabulário de uma área tópico, bem como as regras para combinar termos e relações para definir as extensões deste vocabulário”.

Conforme Gruber (1993 apud PÉREZ-GÓMEZ;FERNÁNDEZ-LÓPEZ;CORCHO, 2004), “uma ontologia é a especificação explícita de uma conceitualização”. Então Borst (1997 apud PÉREZ-GÓMEZ;FERNÁNDEZ-LÓPEZ;CORCHO, 2004), estendeu esta definição para “ontologias são definidas como uma especificação formal de uma conceitualização compartilhada”.

Conforme Studer et al (1998 apud PÉREZ-GÓMEZ;FERNÁNDEZ-LÓPEZ;CORCHO, 2004):

Uma ontologia consiste em uma especificação formal e explícita de uma conceitualização compartilhada. Conceitualização refere-se a um modelo abstrato de alguns fenômenos no mundo através da identificação dos conceitos relevantes destes fenômenos. Significado explícito que o tipo de conceitos utilizados, e as restrições na sua utilização são definidos explicitamente. O termo formal refere-se ao fato de que a ontologia deveria ser entendível para a máquina. O termo compartilhado reflete a noção de que uma ontologia captura conhecimento consensual, ou seja, que não privado por alguns indivíduos, mas aceitado por todo um grupo (tradução nossa).

O conhecimento que pode ser declarado é modelado através de ontologias. Apontado por Guarino (1998, apud PÉREZ-GÓMEZ; FERNÁNDEZ-LÓPEZ; CORCHO, 2004), os benefícios de se utilizar ontologias estão centrados na possibilidade dos desenvolvedores praticarem um maior nível de reutilização de software, um pré-requisito na engenharia de sistemas. Além disso, as ontologias viabilizam o compartilhamento do domínio de conhecimento da aplicação através de um vocabulário comum entre plataformas de sistemas heterogêneos. Ontologias permitem ao desenvolvedor concentrar esforços na estruturação do domínio de conhecimento da aplicação, privando-o de tarefas que envolvem demasiado detalhamento na implementação.

Assim, conforme Noy e McGuinness (2001), uma ontologia disponibiliza para pesquisadores um vocabulário para o compartilhamento de conhecimento sobre o domínio em questão, incluindo definições legíveis para a máquina dos conceitos e relacionamentos, portanto sua utilização é bem aplicada em: compartilhamento da representação de um domínio entre agentes de software, reutilização de conhecimento em projetos de software, na separação entre conhecimento do domínio e conhecimento operacional, e na análise de um domínio em específico.

Portanto, a utilização de ontologias em sistemas baseado em conhecimento permite a este tornar explícito o modelo de conceitos e relações respeitado por ele na execução de suas tarefas, fluxos e produção de informações.

## 2.5 Construção de Ontologias

A representação de esquemas relacionais através de ontologias precisa ser implementada através de uma linguagem que detêm propriedades para transmitir o conhecimento necessário a sistemas que precisam realizar acesso ou operações na base de dados. Nesta seção relatam-se duas das linguagens mais utilizadas para este fim, RDF e OWL, ambas derivadas da *Extensible Markup Language* (XML).

A linguagem RDF compreende uma fundamentação no processamento de metadados. Desenvolvida pelo W3C, fornece interoperabilidade entre aplicações que compartilham informações compreensíveis a máquina. A RDF implementa em suas origens uma série de facilidades que viabilizam o processamento automático de recursos na *World Wide Web* (WEB), provendo os atributos necessários e mínimos para se embarcar semântica a dados e componentes de software. Tendo como sintaxe, a utilização de *tags* XML, esta linguagem também é conhecida como RDF/XML (MANOLA; MILLER, 2004).

A fundamentação da linguagem RDF é um modelo para a representação de propriedades identificadas em um determinado recurso. As propriedades podem ser vistas tanto como atributos, quanto representações de relacionamento entre recursos. Isto confere à RDF a possibilidade de ser utilizada como uma linguagem de descrição de recursos, permitindo avaliá-los através de sua representação semântica. Formada por construtores conhecidos como expressões em RDF, pode ser utilizada para representar diagramas de entidade-relacionamento. O modelo desta linguagem é composto por 3 tipos de objetos que dão formação às expressões em RDF:

- Recursos (*Resources*): São todas as entidades, físicas ou abstratas descritas por expressões RDF. Todos os recursos são identificados através de *Uniform Resource Identifier* (URI).
- Propriedades (*Properties*): São aspectos, características, atributos, ou relacionamentos utilizados para descrever recursos. Cada propriedade tem um significado específico, define sua limitação de valores permitidos, e os tipos de recursos que esta pode descrever.
- Declarações (*Statements*): Um recurso específico, organizado juntamente a uma propriedade nominativa, onde esta propriedade carrega um valor para este recurso, caracteriza como uma declaração na linguagem RDF. Uma declaração tem

por objetivo justamente dar significado semântico ao recurso, pois ela tem relação direta com um URI, permitindo ao *software* conhecer o significado de tal recurso.

A figura 2 mostra um exemplo de uma declaração, composta por um recurso, sua propriedade, e o valor desta propriedade, proposto por Manola e Miller (2004).

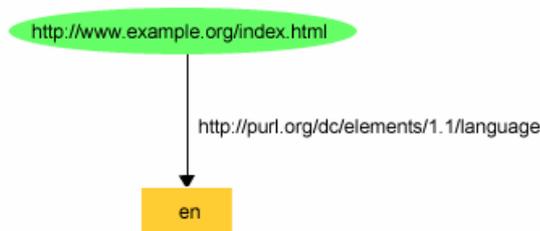


FIGURA 2 - Exemplo de descrição de um recurso (MANOLA; MILLER, 2004)

O RDF *Schema* compreende um esquema de descrição que utiliza classes e propriedades para descrever os recursos. Dentre suas funcionalidades, destacam-se a possibilidade de representar estruturas hierárquicas e estruturas de generalização/especialização. Assim, recursos podem ser considerados instâncias, ou podem ser considerados sub-classes de outras classes, o que permite ao desenvolvedor construir uma hierarquia de conceitos, e uma hierarquia de propriedades. A linguagem RDF, e o RDF *Schema* são amplamente utilizados na representação de esquemas de bancos de dados através de ontologias (MANOLA; MILLER, 2004)

A linguagem OWL foi projetada para a utilização em aplicações que necessitam processar o conteúdo de informações, ao invés de apenas apresentá-las aos seres humanos. Sua aplicabilidade consiste no fornecimento de capacidade de interpretação de conteúdo na web para sistemas computacionais. Sua fundamentação e plataforma consistem nas linguagens XML, RDF e RDF *Schema*. Portanto percebe-se a OWL como uma extensão destas últimas três, pois provê vocabulário adicional, juntamente com declarações formais de semântica (BECHHOFFER,2004).

Enquanto muitos documentos relatam que a OWL foi construída sob uma especificação da RDF, é possível tratar a OWL como uma linguagem separada. Um dos maiores poderes fornecidos pela OWL, além da capacidade de representar o conhecimento de algum domínio ou área, é a capacidade de inferência que esta fornece ao sistema computacional que a utiliza. A inferência tem um papel importante na estrutura da Web Semântica. Uma vez descrito, o conhecimento tem que ser manipulado por meio de regras lógicas para a verificação de questões não explicitamente representadas, mas que derivam de uma especificação inicial. Assim, esta linguagem adiciona vocabulário para a descrição de

propriedades e classes, e dentre outras, o relacionamento entre classes, cardinalidade, equivalência, maior opções de tipos de propriedades e maior opções de características aplicadas a propriedades (BECHHOFER,2004)

A linguagem OWL é utilizada para descrever classes e relações entre classes, formalizando assim um domínio de conhecimento e capacitando a inferência sobre as classes e indivíduos que compõem a ontologia, portanto sua utilização na representação de esquemas de bancos de dados tem tanta utilidade. As razões para a sua utilização consistem nas diversas vantagens que esta oferece em relação aos formatos clássicos como XML, pois tem capacidade para representar relacionamentos entre entidades como associação, hierarquia, e especialização (BECHHOFER,2004)

O poder de representação existente na OWL viabiliza a descrição formal dos modelos de domínios de conhecimento. Tendo criada a ontologia é possível a um componente de software “aprender” sobre as entidades e seus relacionamentos em um domínio de conhecimento específico. Aplicando ao domínio de bancos de dados relacionais, através da OWL se torna possível descrever os itens que compõem o esquema e as respectivas interconexões, representado-as em meio computacional, passível de processamento por máquinas, e posterior entendimento por parte destas (BECHHOFER,2004).

A interpretação errada de um determinado domínio de conhecimento, que neste contexto retrata os itens que compõem o esquema, pode ser evitada através da utilização da OWL. Esta representação uniforme previne que diferentes componentes de software interessados nesta ontologia façam interpretações equivocadas destas estruturas, garantindo que todos os envolvidos naquele processo e que a utilizam tenham capacidade de trocar informações sobre o significado, sendo homogêneo para todos (BECHHOFER,2004)

A OWL, dentre outras facilidades, permite a componentes de software entender a informação sem precisar se organizar para um formato específico para troca ou representação destas informações. Ela fornece um balanço adequado entre o poder da representação do conhecimento e o custo necessário para a inferência de uma grande quantidade de informações. Na medida em que sistemas heterogêneos precisam realizar operações entre si, procurar a representação do seu esquema através da OWL evita que estes precisem chegar a acordos sobre o formato na troca de dados ou informações (BECHHOFER,2004).

Segundo Noy e McGuinness (2001), não existe um modo correto, ou padrão para a construção de ontologias, apenas existem alguns passos que podem ser considerados ao se

projetar e construir uma ontologia. Os autores propõem um modelo iterativo para o desenvolvimento desta que compreende:

- Determinação do domínio e escopo: neste passo se define o domínio de conhecimento a ser representado pela ontologia, considerando o escopo da aplicação à qual utilizará a ontologia como base de conhecimento;
- Considerar a reutilização da base de conhecimento: o planejamento da reutilização da base de conhecimento, portanto, a verificação da possibilidade reutilização de ontologias que já estão prontas é considerada uma boa prática de engenharia de software;
- Levantamento de termos importantes: consiste no levantamento dos termos importantes do domínio de conhecimento em questão, candidatos a constituírem classes, ou seja, conceitos da ontologia;
- Definir as classes e a hierarquia: com base nos termos levantados, o processo inicia uma análise para eliminar possível redundância de conceitos, e por seguinte distribuindo as classes em uma estrutura hierárquica, conforme o domínio estudado;
- Definir as propriedades das classes: a descrição dos conceitos existentes na ontologia ocorre nesta fase, através das propriedades atribuídas a cada classe do domínio;
- Definir as restrições das classes e propriedades: as restrições das propriedades definem o domínio de uma propriedade, sua cardinalidade, e o tipo de valor suportado pela propriedade;
- Criar as instancias das classes: as instancias compreendem os indivíduos que representam a estrutura de classes e sua hierarquia;

O desenvolvimento de ontologias é um processo criativo e seu produto final terá sucesso se for útil ao que se propõe.

## **2.6 Sistemas multiagentes**

O paradigma orientado a agentes trás conceitos da teoria de inteligência artificial para a realidade concreta de sistemas distribuídos. Este paradigma modela uma aplicação como uma coleção de componentes de software chamados agentes, que possuem dentre outras

características, as de serem autônomos, pró-ativos, e comunicativos. (BELLIFEMINE;CAIRE; GREENWOOD, 2007, pág. 1). Agentes de software são considerados um dos mais importantes paradigmas de implementação atuais, pois trás melhorias significativas na conceitualização, desenho e implementação de softwares, assim como resolvem questões de integração entre sistemas heterogêneos. Um agente é essencialmente um componente de software que tem autonomia, pois opera sem intervenção direta de seres humanos ou outros sistemas, além de ter controle sobre suas próprias ações e estado interno. O agente também é considerado social, por cooperar com humanos e outros agentes com objetivo de realizar tarefas. Também é reativo, por que percebe o seu ambiente e responde prontamente às mudanças que ocorrem neste, e acima de tudo é pró-ativo, devido ao fato de poder influenciar seu ambiente a partir de um comportamento orientado a objetivos (BELLIFEMINE;CAIRE; GREENWOOD, 2007, pág. 4).

Explica Wooldridge (2002) que o agente de software consiste em um sistema situado em um ambiente, sendo capaz de executar ações com autonomia neste ambiente para atingir os objetivos para os quais foi desenvolvido. Sistemas multiagentes são compostos por agentes cooperativos ou competitivos que interagem uns com os outros para atingir objetivos individuais ou coletivos. Conforme Henderson-Sellers e Giorgini (2005) neste paradigma de arquitetura de sistemas nem todos os agentes de software que compõe o sistema são identificados no processo de desenvolvimento, na prática o sistema multiagentes compreende uma arquitetura aberta onde agentes podem tanto se juntar à arquitetura como deixá-la em tempo de execução.

A arquitetura de um agente é fundamental para modelar os componentes que lhe atribuem suas características especiais. Explicada por Bellifemine, Caire e Greenwood (2007, pág. 5), esta arquitetura é definida em quatro grupos:

- Agentes baseados em lógica: arquitetura desenvolvida a partir das técnicas de sistemas baseados em conhecimento, onde o ambiente é simbolicamente representado e manipulado por técnicas de inferência sobre este;
- Agentes reativos: arquitetura que implementa as funcionalidades de decisão a partir do mapeamento da situação que resulta em ação. São totalmente baseados em estímulos, com mecanismo de resposta baseado em sensores de dados;
- Agentes BDI: arquitetura que define o agente com uma atitude mental de crença, desejo e intenção, e geralmente plano. As crenças representam o ambiente, os desejos correspondem aos objetivos que devem ser atingidos, e as intenções

representam os desejos que o agente esta comprometido em atingir, são as tarefas a serem realizadas;

- Agentes Híbridos: arquitetura híbrida que permitem ao agente ser reativo e deliberativo. Sua arquitetura é particular, onde as ações são acomodadas em camadas hierárquicas;

Como meio de criar especificações para o projeto e utilização de sistemas multiagentes largamente aceitas, em 1996, foi estabelecida uma organização internacional sem fins lucrativos chamada *The Foundation for Intelligent Physical Agents* (FIPA). Esta entidade atuou em especificações importantes e que trouxeram padronização para a área de sistemas multiagentes tais como: comunicação entre agentes, ambiente para execução de sistemas multiagentes através de seus pré-requisitos para plataformas e *frameworks*, gerenciamento de agentes e serviços prestados pela plataforma e ambiente de execução, e uma arquitetura abstrata que fornece um ponto de referencia comum e imutável das implementações recomendáveis capturando as características mais salientes de sistemas multiagentes. As recomendações da FIPA são utilizadas na maioria de sistemas que implementam o paradigma multiagentes.

## 2.7 Metodologias para construção de Sistemas MultiAgentes

A engenharia de software compreende a criação e utilização de sólidos princípios de engenharia a fim de obter *softwares* econômicos que sejam confiáveis e trabalhem eficientemente em máquinas reais. Ou ainda, a engenharia de software consiste em uma abordagem sistemática, disciplinada, e quantificável para o desenvolvimento, operação e manutenção do software. Os métodos de engenharia de software fornecem a técnica para construir os softwares, uma vez que abordam todas as tarefas necessárias para realização de tal, abrangem os princípios básicos que regem as áreas da tecnologia e incluem atividades de modelagem e uma série de técnicas descritivas (PRESSMANN, 2006).

Uma metodologia procura prescrever os elementos necessários para o desenvolvimento de um software. A IEEE define metodologia como uma série compreensiva e integrada de métodos ou técnicas que criam uma intensamente planejada teoria geral de sistemas para a execução de um trabalho (PÉREZ-GÓMEZ, FERNÁNDEZ-LOPEZ,

CORCHO, 2004). As metodologias são utilizadas amplamente na engenharia de software. A metodologia para construção de sistemas orientados a agentes resulta na definição de modelos de interação e cooperação que capturam os relacionamentos sociais e as dependências entre agentes e papéis que estes desempenham no sistema, descrevem os elementos de processos utilizados na abordagem do sistema e focam nos artefatos de projeto e sua documentação (HENDERSON-SELLERS; GIORGINI, 2005).

Com isso a utilização de metodologias na construção de sistemas multiagentes compreende uma fase extremamente importante no processo de desenvolvimento destes sistemas. A escolha da metodologia é de livre arbítrio ao projetista, contudo a metodologia escolhida deve lhe suportar em todo o processo, desde a concepção do sistema até o modelo de implantação.

Neste estudo é abordada a metodologia *Organization-based Multiagent Systems Engineering* (O-MaSE). Porém, antes disso, é importante relatar as principais características da metodologia *MultiAgent Systems Engineering* (MaSE), precursora da primeira.

A MaSE permite o desenvolvimento de sistemas multiagentes com base nos princípios da Engenharia de Software. Para tanto, o processo de desenvolvimento é dividido em duas fases principais:

- Fase de Análise: Captura os objetivos do sistema, aplica os casos de uso e executa o refinamento dos papéis.
- Fase de Projeto: Cria as classes de agentes, construção da conversa entre os agentes, monta as classes de agente e projeta o sistema.

Cada uma destas fases provê um conjunto de etapas a serem seguidas conforme exemplificadas na figura 3.

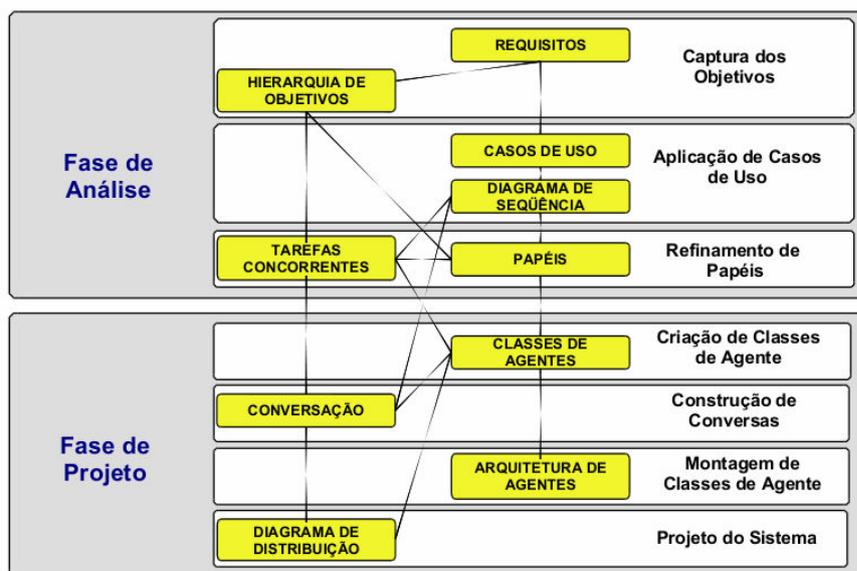


FIGURA 3 - A metodologia MaSE (DELOACH;WOOD, 2001)

A metodologia MaSE foi desenvolvida para ser aplicada de forma interativa. Espera-se que o desenvolvedor possa navegar entre as etapas em diversos momentos, acarretando em um modelo completo e consistente. Os modelos são transformados em diagramas que permite descrever os agentes, seus diálogos e estrutura interna, em diferentes níveis de detalhamento. Ainda, o desenvolvedor pode selecionar quais diagramas irá utilizar e em que ordem eles serão descritos. Ao final, obtém-se uma consistência entre os modelos do MaSE de forma a satisfazer os objetivos iniciais do sistema (DeLOACH;WOOD,2001).

Com o objetivo de não limitar o projeto de sistemas multiagentes estáticos, DeLoach (2006) estendeu a metodologia MaSE para a O-MaSE, onde se decidiu atribuir maior flexibilidade no desenvolvimento de sistemas tradicionais e baseados em organizações. Seu objetivo principal é permitir que desenvolvedores construam metodologias orientadas a agentes customizadas a partir de uma série fragmentos disponibilizados pela O-MaSE, onde todos estão baseados em um metamodelo comum. Porém, sua principal vantagem se encontra no pacote de funcionalidades, como diagramas, implementados pelo *framework* chamado AgentToolIII, que desenvolvido para projetos de sistemas multiagentes a partir desta metodologia.

Os principais diagramas atualmente disponibilizados pela O-MaSE, e suportados pela AgentToolIII são:

- Modelo de Objetivos: diagrama destinado ao desenvolvimento da árvore de objetivos do sistema multiagentes que se pretende implementar. Funcionalidades como conjunção e disjunção de objetivos estão presentes, além de indicadores de

precedência, *triggers*, etc.

- Modelo Organizacional: diagrama destinado a modelar as interações da organização, que representa o sistema multiagente como um único componente de software, com as diversas entidades externas. Além disso, representa os serviços prestados pela organização bem como os objetivos atingidos por ela.
- Modelo de Papéis: diagrama que representa os papéis a serem desempenhados pelo sistema multiagentes. Cada papel deve centralizar a responsabilidade por pelo menos a realização de um dos objetivos anteriormente definidos. Assim representa os papéis e os respectivos objetivos.
- Modelo de Agentes: diagrama que representa os agentes de software que populam a organização. Os agentes são responsáveis por exercer pelo menos um papel definido anteriormente, podendo um determinado agente acumular papéis sob sua responsabilidade.
- Modelo de protocolos: diagrama que descreve a sequência de mensagens trocadas entre agentes, e entre agentes e atores externos.
- Modelo de plano de agentes: diagrama que representa o plano de agentes e o meio pelo qual cada agente atinge os objetivos sob sua responsabilidade na organização. Sendo assim, um plano pode ser visto como um algoritmo para se atingir um objetivo. Os planos são modelados através de um autômato de estados finitos que especifica sob uma única execução o comportamento que um agente deve exibir no sistema como um todo.

A abordagem utilizada pela O-MaSE remete ao tradicional, onde se projeta uma série de papéis a serem desempenhados, e posteriormente classes de agentes para desempenhá-los. Porém, a O-MaSE foi concebida para um panorama mais flexível, onde, por exemplo, ao invés de se associar papéis diretamente a classes de agentes específicas, a metodologia define papéis em termos das capacidades requeridas para executar o papel, e as classes de agentes em termos das capacidades que eles possuem. Este método baseado em capacidades confere ao sistema a flexibilidade de reorganização quando agentes ganham ou perdem capacidades, permitindo assim que seja escolhido o melhor agente para executar uma tarefa.

## 2.8 Sistemas de gerenciamento de competências

Um esquema padrão para o intercâmbio de informações de competência agrega melhorias no processo de comunicação entre as diferentes atividades de recursos humanos nas organizações. A orientação a competências emerge como um meio apropriado para lidar com o potencial humano e seu desenvolvimento. A atual situação demonstra que os modelos de competências são geralmente baseados em uma estrutura organizada, de certa forma, hierarquicamente, e carecem de um padrão entre as organizações, onde o desenvolvimento deste modelo caracteriza uma atividade realizada com objetivo de atender a somente um projeto, ou necessidade isolada. A utilização de ontologias tem por objetivo o compartilhamento do conhecimento do modelo de competência entre os sistemas da organização, bem como entre organizações. Para isso, uma ontologia desta natureza deve ser bem definida, ter um entendimento comum, deter de formalizações que permitam ser processadas por máquinas, e principalmente serem úteis a seu propósito (SCHMIDT;KUNZMANN, 2006).

Sistema baseado em conhecimento tem por objetivo coletar, analisar, estruturar e representar o conhecimento. Portanto, estes ambientes podem ser vistos como sistemas distribuídos onde atores com diferentes especialidades compartilham seu conhecimento com objetivo de realizar atividades. A escolha por sistemas multiagentes para estes ambientes é motivada pela característica de gerenciamento de informação distribuída e heterogênea que um agente pode deter, e pela capacidade de resolver problemas através da modelagem destes sistemas em pequenas entidades que podem atuar como assistentes no compartilhamento de conhecimento com os diversos atores envolvidos no processo. O sistema multiagentes é associado com uma ontologia de domínio para gerenciar informações e propor soluções aos atores externos ao sistema (MONTICOLO et al, 2007)

Ontologias permitem especificar o domínio de conhecimento em um sistema multiagentes. Os agentes em um sistema interagem através da troca de mensagens carregadas de parâmetros. O parâmetro precisa estar relacionado a algum domínio de informação para que o agente receptor da mensagem possa inferir sobre a mensagem e entendê-la, possibilitando-o a tomar a ação adequada. Portanto, a ontologia permite a definição entre uma comunidade de agentes de um vocabulário comum utilizado na comunicação, assim, este

vocabulário estará carregado de conteúdo semântico compreendido pelos agentes (MONTICOLO et al, 2007).

O paradigma orientado a agentes apresenta formalização para estruturar sistemas distribuídos, e sistemas baseados em conhecimento. Sua arquitetura voltada a componentes de software autônomos, comunicativos e dotados de conhecimento, favorece a construção de interfaces para a interoperabilidade entre sistemas heterogêneos, bem como a troca de informações baseado em semântica agregando o mesmo nível de conhecimento sobre o domínio a todos os atores envolvidos. Em sistemas de avaliação de competência, onde se comprova a necessidade de se interoperar e trocar conhecimento sobre o modelo de competências em questão, o paradigma multiagentes é considerado adequado.

A base de conhecimento de um agente pode ser implementada através de diversas linguagens que trazem formalismos para representação de conhecimento. Um agente pode instanciar sua base de conhecimento no momento de sua criação e pode deter rotinas para manter-se atualizado caso ocorra alterações nesta. Esta base representada através de formalismos utilizados pela lógica descritiva, por exemplo, conteria os elementos constituintes da *TBox* e da *ABox*. O agente realiza inferências sob estes elementos com objetivo de entendê-los e utilizá-los nas posteriores interações com os demais atores do processo. Para um sistema multiagentes é importante que todos tenham conhecimento sobre o domínio em questão. Para a interoperabilidade com sistemas externos, a base de conhecimento pode ser compartilhada, objetivando uma comunicação baseada em semântica (SCHIEMANN; SCHREIBER).

Sistemas multiagentes são largamente utilizados para lidar com problemas em ambientes complexos de sistemas, especialmente ambientes colaborativos. Estes sistemas oferecem uma nova dimensão para a cooperação e coordenação em ambientes distribuídos. Portanto um sistema multiagentes realiza funcionalidades de interoperabilidade com sistemas legados ou adaptáveis. (ZHANG; TANG; LIU; YOU, 2008).

### 3 TRABALHOS RELACIONADOS

Neste capítulo são apresentados trabalhos relacionados ao domínio do problema, tais como representação do modelo de competências, sistemas de avaliação de competências baseados em ontologias e agentes de software.

#### 3.1 Representação de Modelos de Competência

Os autores Tarassov, Sandkuhl e Henoch (2006) relatam em seu artigo uma abordagem para a modelagem de competências. Esta abordagem é baseada em competências relevantes para uma determinada tarefa. Os objetivos centrais do modelo são suportar a captura, armazenamento, e atualização de competências, bem como encontrar indivíduos que atendem a determinadas solicitações realizadas por organizações. Portanto, os modelos de competências devem compartilhar a mesma formalização para que tenham uma implementação simples para o seu gerenciamento e busca de informações.

Para capturar a grande quantidade de habilidades e características industriais, um novo método para a representação das competências é requerido. Este método visa representar as competências de indivíduos e das organizações. Portanto o estudo evidencia:

- Competências corporativas: são modelos para a representação de competências relevantes de organizações que procuram por uma organização parceira ao mesmo tempo em que oferecem suas competências próprias para outras.
- Competências de indivíduos: são modelos para a representação de competências de indivíduos que podem ser necessários a uma companhia, ou que trabalham nesta.

Com base no cenário os autores afirmam que cada competência representa um conceito. O indicador ou métrica da competência é estabelecido através de um relacionamento direto com a competência. A descrição da competência é estabelecida através de um atributo desta. O trabalho mostra que os modelos de competências podem ser desenvolvidos para utilização de vários países, pois compartilharam o mesmo modelo em suas organizações. O modelo desenvolvido no estudo permite a representação de competências, tanto de indivíduos

quanto de organizações. Permite que ocorra a avaliação das competências com base nas métricas e indicadores, mas não trata de informações provenientes do ambiente de aprendizagem organizacional como evidência da existência da competência em indivíduos, logo não exerce influência direta no processo de capacitação das pessoas, apenas permite sua avaliação.

O estudo desenvolvido por Harzallah, Berio e Vernadat (2006) desenvolve um modelo de competências que tem por objetivo reunir os pontos de convergência encontrados por diversos estudos realizados pelos autores, que direcionaram a construção dos conceitos que compõem o modelo. A figura 4 apresenta o *Competence, Resource, Aspect and Individual* (CRAI), como sendo o modelo de competências proposto pelos autores.

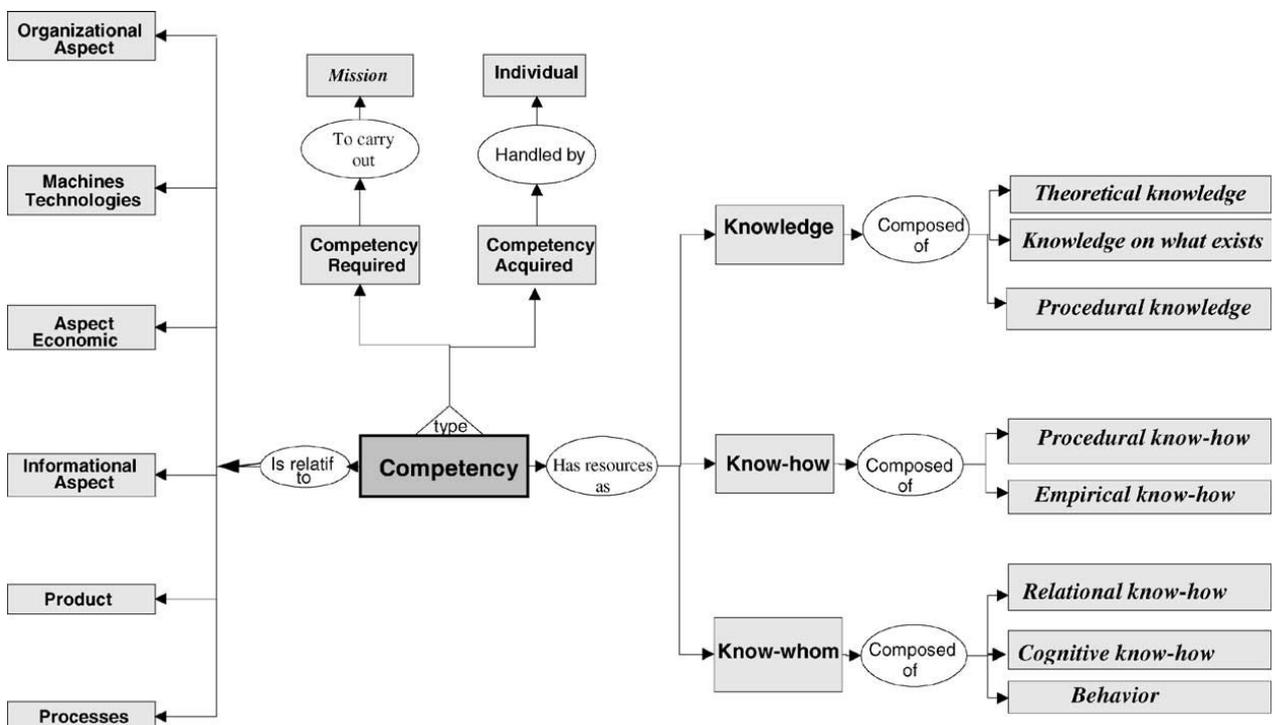


FIGURA 4 - O modelo de competências CRAI (HARZALLAH;BERIO;VERNADAT, 2002)

O modelo CRAI permite a avaliação a partir de competências requeridas pelo plano organizacional de forma objetiva. Constitue as competências através de seus recursos, que compreendem conhecimento, habilidades, e comportamentos. O modelo não utiliza informações do processo de aprendizagem como meio de evidenciar a existência de competências. Também não permite obter dados relevantes para direcionar o indivíduo na busca de sua capacitação pela aprendizagem. Ele se detem a tratar dos recursos de competências exigidos na realização das tarefas no plano organizacional. Sua síntese demonstra clara a diferenciação de conhecimentos, habilidades, e comportamentos exigidos por cada atividade. Também implementa o conceito de contexto de aplicação da capacidade,

onde as atividades possuem uma relação de interdependência, criando assim a necessidade de domínio de outras competências além daquelas para as quais o indivíduo é avaliado.

Os autores Harzallah, Berio e Vernadat (2002) possuem uma visão para o modelo de competências, a ser constituído por:

- Tipos de competências: os tipos de competências claramente distinguíveis são as competências requeridas e as competências adquiridas.
- Recursos de Competências: as competências podem ser descritas como uma coleção de recursos que se classificam em categorias e subcategorias. As categorias são conhecimento, habilidade e comportamento.
- Competência e tarefas: toda competência é aplicada para a realização de alguma tarefa ou missão. Estas tarefas compreendem a finalidade na exploração da competência.
- Competência e contextos: toda competência se torna evidente em um determinado contexto ou ambiente na qual esta situada. O contexto envolve aspectos físicos e abstratos do domínio sob análise.

Valorizando a integração entre avaliação de competências e gestão da aprendizagem, Berio e Harzallah (2005) afirmam que se deveriam implementar meios de ajudar a organização no sentido de apoiar a construção do seu plano global de treinamento, identificando os treinamentos pertinentes a competências que precisam ser desenvolvidas. Para isso, um sistema de avaliação de competências poderia ser acoplado ou integrado a sistemas de gestão da aprendizagem, obtendo-se assim uma definição completa dos recursos de aprendizagem e sua relação direta com as competências requeridas. A figura 5 apresenta a noção geral de sistemas para apoio a gestão de conhecimento nas organizações, proposto pelos autores:

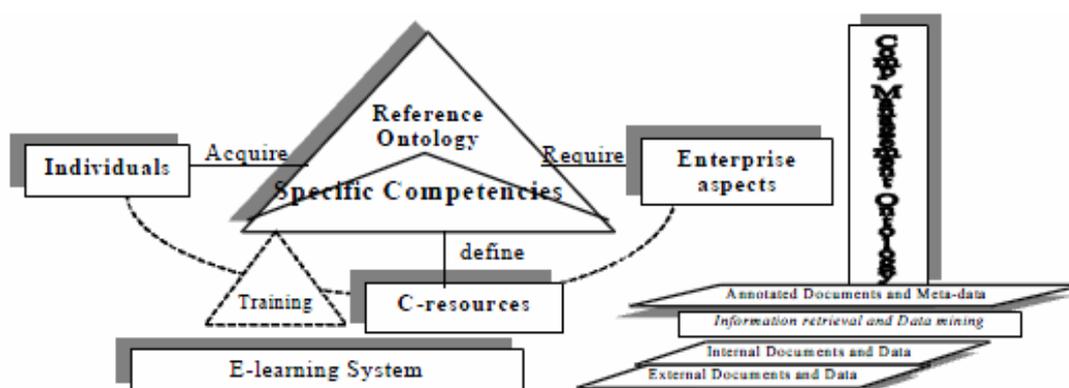


FIGURA 5 – Solução integrada de gestão de conhecimento (HARZALLAH;BERIO, 2005)

Na figura acima, pode-se observar a presença do modelo de competências, os insumos das competências e a integração com sistemas de gestão da aprendizagem. Este formato compreende a sugestão em termos de modelo de soluções para gerenciamento do conhecimento.

O estudo realizado por Garro e Palopoli (2002), julga que hoje em dia sistemas de gestão da aprendizagem são conhecidos como um dos componentes para o gerenciamento do conhecimento nas organizações. Sob a perspectiva dos autores, a especificação de um projeto para sistemas nesta área deveria suportar a identificação das competências requeridas, competências adquiridas, o levantamento dos *gaps* existentes entre ambas para cada funcionário, bem como a sugestão de ações de desenvolvimento para suprir os *gaps* existentes.

Os autores também afirmam que a maioria das organizações concorda que não há muito que ganhar com a adoção de sistemas de gestão da aprendizagem que somente fornecem conteúdo educacional, onde a vantagem de uma plataforma desta natureza estaria justamente na capacidade de ajudar a enriquecer, compartilhar, e circular o conhecimento organizacional, sendo a partir disso, uma ferramenta que torna a organização mais dinâmica e flexível (GARRO;PALOPOLI, 2002).

O trabalho realizado por Baldoni et al (2010) desenvolveu um sistema baseado em objetos de aprendizagem relacionados a competências requeridas em uma organização. Este trabalho leva em consideração as competências necessárias na realização de tarefas para fornecer e sugerir objetos de aprendizagem disponíveis na organização e acessíveis às pessoas que necessitam do conhecimento. Através do mapeamento das competências requeridas e adquiridas por um indivíduo, o sistema identifica oportunidades de direcionar conteúdo a pessoas que precisam, para realizar suas atividades com maior eficiência. Com isso observa-se a importância do tema competência na gestão do conhecimento, pois através desta é possível fornecer um material de aprendizagem personalizado.

A especificação HR-XML permite a captura das informações de evidências utilizadas para determinar uma competência. Estas informações compreendem a pontuação e peso das competências, utilizadas para ranquear, comparar, e avaliar a importância das competências no processo (ALLEN, 2007).

Esta especificação tem por objetivo ser incorporada em esquemas específicos para o processo de gestão por competências, pois fornece capacidade importante ao esquema, dentre estas, destacam-se particularidades relevantes que envolvem a pontuação, mensuração, e comparação entre competências constantes em perfis de colaboradores e as demandadas pela

descrição da função no processo de negócio. O modelo desenvolveu um esquema XML para caracterizar e determinar uma competência, bem como sua evidência e medida numérica para sua realização (ALLEN, 2007).

A competência na especificação *Human Resource Extensible Markup Language* (HR-XML) representa um conhecimento, uma habilidade, ou qualquer característica de um recurso humano que seja identificável, específica, e mensurável. Tal habilidade ou conhecimento consiste características que o recurso humano precisa ter para desempenhar uma atividade em um processo dentro de um contexto (ALLEN, 2007).

A figura 6 mostra os elementos e atributos que compreendem a competência.

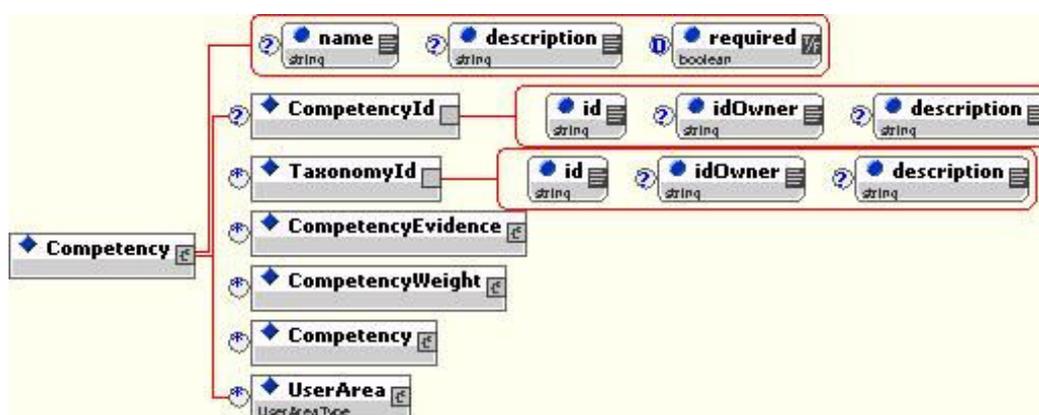


FIGURA 6 - Modelo de elementos e atributos de uma competência (ALLEN, 2007)

A evidência de uma competência representa as informações para substanciar a sua existência, contemplam a sua suficiência, e estabelecem o nível de importância da competência no processo. O peso da competência permite capturar a informação da relativa importância da competência, a suficiência requerida, ou qualquer outro tipo de dimensão necessária para a competência. Para o autor alguns exemplos das principais atividades de gerenciamento de RH onde um padrão na definição do modelo de competências seria útil são a organização do time principal da organização, o desenvolvimento da força de trabalho, o gerenciamento da estrutura organizacional, e a administração de cargos e salários (ALLEN, 2007).

A especificação HR-XML para competências estabelece um padrão para a troca de dados em formato XML, a ser adotada em aplicações que necessitam de tal recurso. Por representar a noção de competências requeridas permite a realização da avaliação de competências. O modelo estabelece de forma clara o que constitui as competências, porém não permite identificar conhecimentos, habilidades e comportamentos como os blocos de construção da competência. Também não utiliza de informações do processo de aprendizagem

para influenciar a avaliação de competências. Sua representação de conceitos não aborda meios para construir uma integração com o ambiente de gestão da aprendizagem.

A especificação *Reusable Definition of Competency or Educational Objective* (RDCEO) proposta por Cooper e Ostyn (2002) define um modelo de informação para descrever, referenciar, e intercambiar definições de competências. Neste modelo o conceito de competências é utilizado de maneira geral, abrangendo conhecimentos, habilidades, e comportamentos. Seu objetivo é fornecer um meio formal e padronizado para representar características de competências, independentes de sua utilização e contexto. Através do modelo é possível implementar a interoperabilidade dentre os sistemas gerenciadores de competências. A especificação utiliza XML para fornecer os blocos de construção do modelo de competências.

O elemento rdceo consiste na raiz da instancia XML, e pode ocorrer somente uma vez por instancia. Ele engloba os demais elementos: identificador, título, descrição, definição, e metadados, que formam a definição de competências. A figura 7 apresenta o elemento raiz e os subelementos deste, presentes no modelo de competências criado pelo RDCEO (COOPER;OSTYN, 2002).

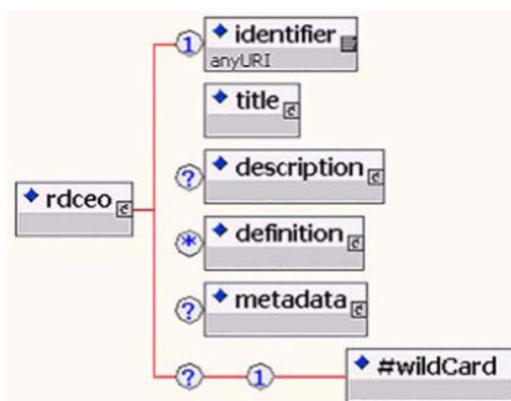


FIGURA 7 – Elemento raiz da instancia XML (COOPER;OSTYN, 2002)

O elemento identificador especifica dois elementos de dados, um identificador de catálogo e uma entrada neste catálogo. Ambos são requeridos. Estes elementos são concatenados formando uma única identificação a ser utilizada para referenciar um esquema rdceo. O elemento título consiste em um pequeno texto para nomear a definição reutilizável. Pode haver somente um título por definição. O elemento descrição permite uma forma textual livre para documentar a definição reutilizável. A descrição fica a cargo do responsável pelo modelo, não sendo obrigatória sua realização. O elemento definição descreve a estrutura da competência. Sua ocorrência é facultativa. O modelo compreende a fonte da estrutura

utilizada nesta definição, seu conteúdo pode ser uma URL que direciona para um documento com a descrição mais completa do modelo, desde que consiga definir a semântica das declarações que definem o modelo. O elemento das declarações tem por missão definir os critérios utilizados no modelo de competências, especificamente os indicadores que compõem o modelo.

A especificação RDCEO fornece assim meios para criar um entendimento comum de competências e pode ser utilizada em planos de carreira, avaliação de competências, e planejamento de *performance* de funcionários. Não há registro em seu modelo de classes que armazenam dados do processo de aprendizagem, e como estes dados influenciam a avaliação de competências.

O trabalho apresentado por Schmidt e Kunzmann (2006) desenvolveu um modelo de competências com o objetivo de fomentar a utilização de competências como um caminho apropriado para lidar com o potencial, a *performance*, e o desenvolvimento humano, os autores buscaram na representação do modelo de competências a capacidade de apropriar uma base de conhecimento à ferramentas para: prospecção de perfis profissionais, levantamento de oportunidade de aprendizado, e agregação de competências na organização. A figura 8 apresenta o modelo pelo estudo dos autores citados.

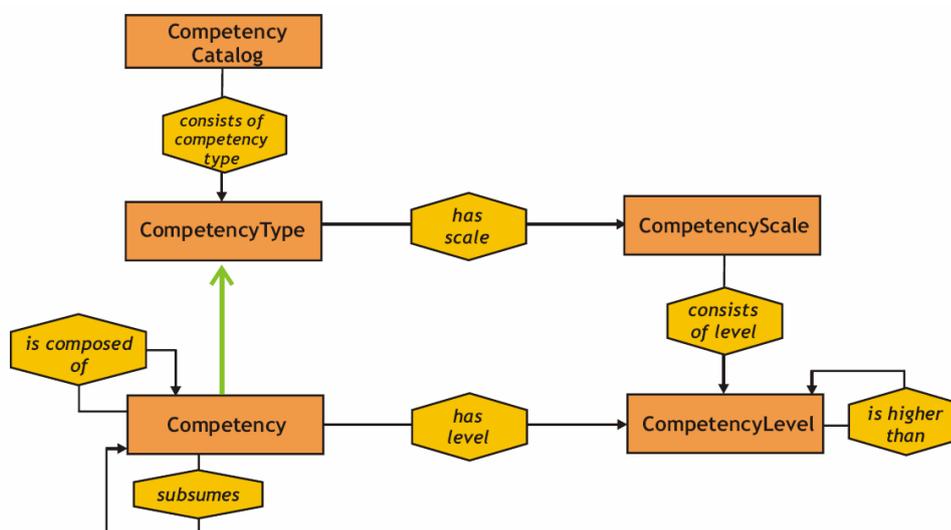


FIGURA 8 – O modelo de competências (SCHMIDT;KUNZMANN, 2006)

O trabalho de Schmidt e Kunzmann (2006) tem por objetivo contribuir a evolução dos modelos de competências comuns a sistemas de gerenciamento de recursos humanos. Este modelo implementa conceitos que recebem registros do processo de aprendizagem e os utilizam para a avaliação de competências. Logo, pode-se afirmar que a avaliação é influenciada pelo resultado da aprendizagem. Porém, o modelo não entrega meios para se

construir um plano de desenvolvimento do indivíduo com base na avaliação de competências. Este plano estaria influenciando a capacitação da pessoa. Apesar disso, o modelo contempla de forma completa o estabelecimento de competências requeridas e adquiridas, as suas escalas de medida e proficiência, e a avaliação de competências de indivíduos. Estas avaliações são influenciadas pelo histórico de aprendizagem da pessoa, dando a abertura para receber dados deste ambiente.

O estudo realizado por Sicília (2005) afirma que a avaliação de competências demanda um modelo de competências que reúne elementos básicos para sua representação. Conforme o autor, estes conceitos compreendem as competências disponíveis, as competências requeridas, e a avaliação de competências.

O trabalho apresentado por Sicília (2005) tem por objetivo propor um esquema de competências destinado à avaliação de *gaps* entre competências requeridas e competências adquiridas. Este modelo analisa que a tarefa consiste na origem dos requerimentos que circundam a competência para realizá-la, portanto a evidência da competência existe em situações de trabalho concretas. Também afirma que o indivíduo que realiza a tarefa é exigido para com os atributos de conhecimento, habilidades, e comportamento. A partir disso estará apto a desempenhar a tarefa. Os resultados alcançados na realização da tarefa consistem nos parâmetros para medir a competência do indivíduo. É necessário delinear as diferenças entre as competências atuais já existentes na organização, e as competências desejáveis, que consistem no estereótipo das competências necessárias.

A figura 9 mostra os conceitos e relacionamentos que modelo proposto por Sicília (2005).

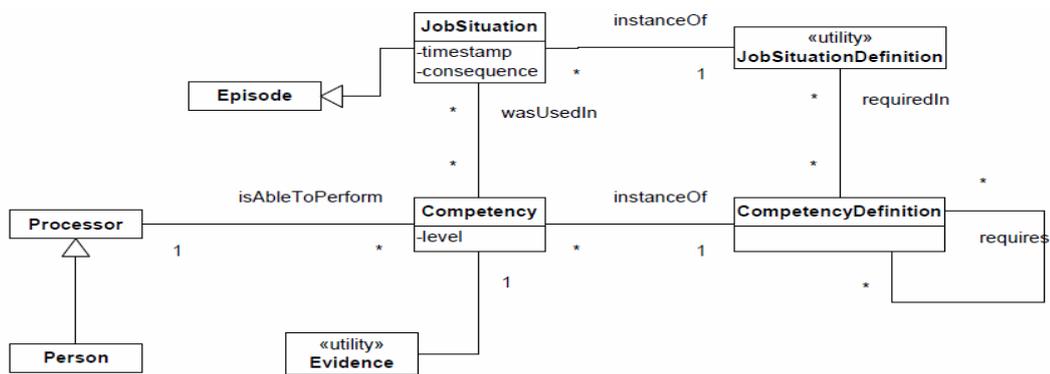


FIGURA 9 – Elementos básicos do modelo de competências (SICILIA, 2005)

O modelo proposto na figura 9, trás a classe competência como uma capacidade de realização por um indivíduo. O atributo nível é utilizado para representar a medida necessária pela competência. As competências consistem uma característica de um processo, sendo que

um processo é composto por várias competências. A classe evidência é utilizada para denotar os indicadores relacionados a determinada competência. Representa suas métricas, que para um processo de avaliação, fornecem os valores para compor a pontuação na avaliação. Este modelo utiliza-se de evidências do processo de aprendizagem para compor o processo de avaliação de competências. Sua implementação reúne informações para a avaliação, mas não permite extrair informações que direcionam o indivíduo na escolha de cursos a serem realizados no ambiente de aprendizagem.

Atualmente os mais variados modelos de competência são implementados. O fato é que somente poucos podem ser considerados como efetivamente aceitos por uma grande comunidade. Os conceitos básicos apresentados nesta seção delimitam os modelos de competências considerados adequados na implementação de sistemas baseado em conhecimento para gerencia de competências. Os modelos analisados não demonstram uma integração direta com o ambiente da aprendizagem, onde o compartilhamento de informações de competências e aprendizagem é importante e relevante.

### **3.2 Agentes de software na gerencia de competências**

O trabalho realizado por Cicortas e Jordan (2007) relata o desenvolvimento de um sistema que objetiva a representação de competências através de formalizações bem definidas e que expressam conhecimento suficiente para realizar comparativos entre competências adquiridas e requeridas, afim de alocação de pessoal em tarefas.

O modelo proposto objetiva disponibilizar um meio para definir e criar as competências, e após realizar a procura por indivíduos em repositórios de competências, permitindo assim realizar uma comparação detalhada das competências registradas pelos indivíduos avaliados e aquelas requeridas em seu próprio modelo.

O sistema é composto por agentes de software responsáveis por estes objetivos. O agente *Competence Creation Agent* (CCA), que se traduz em Agente criador da competência, o agente *Evaluator Agent* (EvA), que se traduz em Agente avaliador, e o agente *Broker Agent* (BrA), que se traduz em Agente procurador.

No fluxo do modelo o usuário submete ao agente CCA requerimentos para a criação da competência. Este agente a cria e a disponibiliza para o usuário que pode armazená-la em

um repositório de competências, ou utilizá-la de imediato para novos requerimentos. Quando o aluno pretende realizar uma busca de competência que está armazenada em alguma entidade externa como universidade ou organização, o agente BrA busca, geralmente na Internet, comparar a competência constante no requerimento do usuário com aquelas encontradas em repositórios. O agente EvA é especializado em realizar comparações (*matching*) entre competências com pontuação apropriada. A partir disso os agentes do sistema procuram satisfazer os requisitos das solicitações em diferentes níveis de detalhe e complexidade. Destinado a tratar a avaliação de competências em si, o modelo proposto pelos autores Cicortas e Iordam (2007) não trata da utilização de informações provenientes do ambiente de gestão da aprendizagem, apenas se detem a automatizar o processo de avaliação de indivíduos com base em um repositório de competências requeridas e adquiridas.

O trabalho realizado por Kich (2010) apresenta um modelo ciente do contexto para apoiar o desenvolvimento de competências. Motivado pelo interesse que diversas corporações a nível mundial têm colocado na gestão por competências, este estudo buscou identificar o quão é possível apoiar o desenvolvimento de competências nas organizações utilizando-se de informações das competências e contextos que cercam os indivíduos. O sistema DECOM utiliza de forma funcional os elementos da ciência do contexto para obter informações e permitir a fácil interação dos indivíduos junto ao contexto que o cerca, procurando uma relação mais personalizada e alinhada a realidade de cada pessoa para a oferta de elementos que fossem capaz de desenvolver um indivíduo frente as suas competências.

O DECOM consiste em um sistema formado por três módulos, três agentes de software, e um *site* administrativo. O módulo de perfis é responsável por armazenar informações de identificação, segurança e preferências dos usuários do sistema. O módulo de competências possui o modelo de competências da organização. O módulo de contextos é responsável por armazenar informações dos contextos e seu mapeamento. Os agentes de software utilizados na implementação do sistema dividem-se em agente assistente pessoal, agente de relacionamento, e agente de competências.

O modelo de competências utilizado no estudo em questão serve de suporte às ferramentas responsáveis pelo mapeamento das competências organizacionais e o desdobramento dessas em competências funcionais, de áreas, e grupos de trabalho, para o nível individual. Este modelo, também permite a análise e identificação de *gaps*. A figura 10 apresenta o diagrama que representa as categorias utilizadas no modelo de competências.

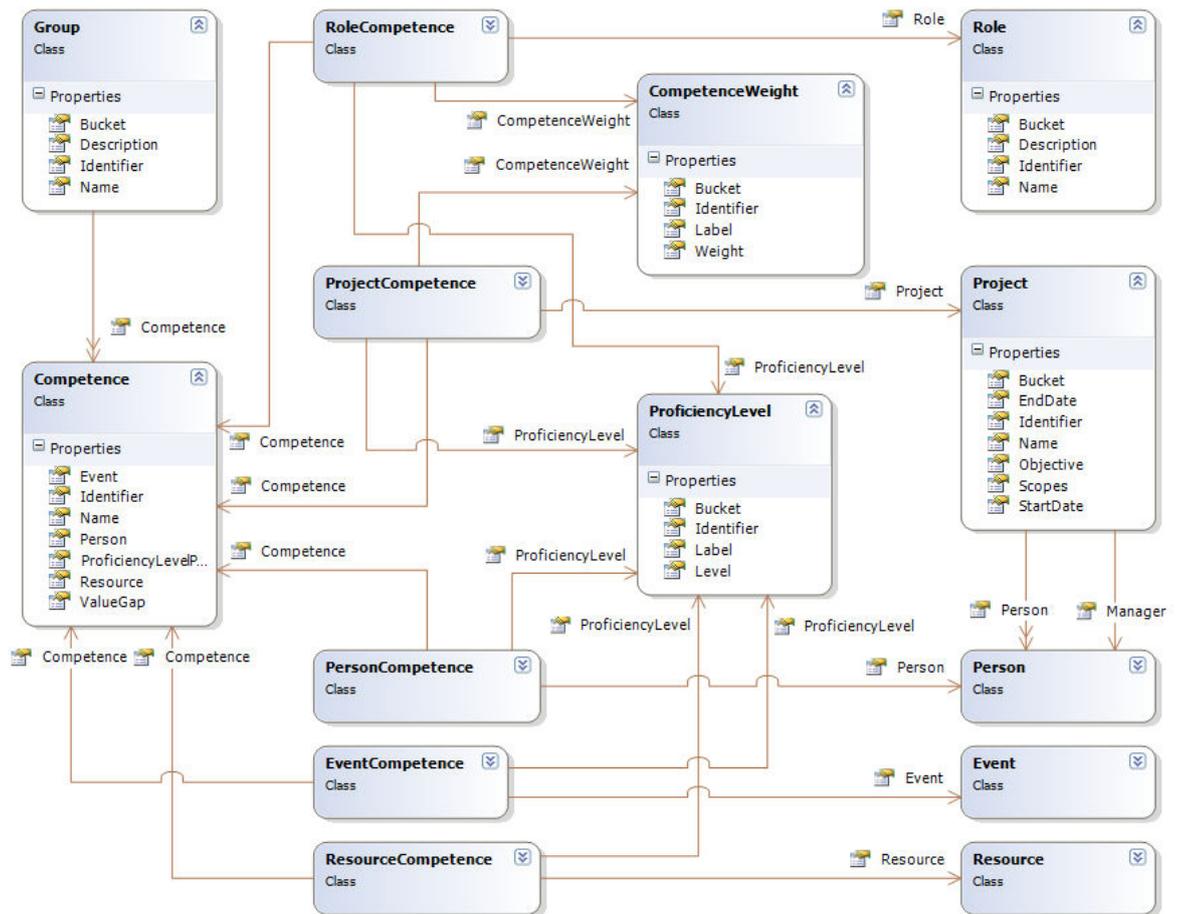


FIGURA 10 – Modelo de Competências do sistema DECOM (KICH, 2010)

O modelo de competências da figura 10 atende a definição de competências por projeto, pessoa, recurso de aprendizagem disponível, e evento a acontecer. Tem no levantamento de *gaps* de competência um de seus alicerces. Permite a sugestão de meios para o desenvolvimento do indivíduo de acordo com o contexto que o cerca, focando justamente nos elementos presentes no contexto, e que poderiam auxiliar a pessoa no desenvolvimento de suas competências. O modelo não utiliza dados e informações provenientes do ambiente de aprendizagem como evidências da presença de competências nas pessoas, o que poderia influenciar positivamente o processo de avaliação. Através do modelo de competências é possível determinar as competências requeridas e adquiridas, as escalas de medida, e a realização da avaliação. O resultado da avaliação contribuirá para que o sistema faça a sugestão de conteúdo disponível no contexto físico do seu usuário, com o objetivo de capacitá-lo frente as competências avaliadas.

O trabalho desenvolvido por Oliveira (2009) tem por objetivo principal disponibilizar uma ferramenta para auxiliar gerentes de projetos na escolha de um profissional que seja mais adequado a realização de uma determinada atividade. Esta ferramenta implementa um modelo

cognitivo para representação de competências humanas e processos de gestão de competência. É formado por uma sociedade de agentes que representam os papéis do domínio de aplicação onde a ferramenta é empregada. Portanto, para o domínio de desenvolvimento de projetos, o sistema é composto por agentes que desempenham os principais papéis envolvidos em projetos no geral. Para tal, o estudo necessitou levantar quais atores são necessários para a execução de projetos. Este levantamento permitiu o desenvolvimento de agentes de software que desempenham os papéis destes atores.

Os agentes definidos são PManager, *Team Leader*, SWDeveloper e HRConsultant. Baseado na arquitetura multiagente Triad (VICARI R. M.; GLUZ, 2007), a arquitetura do sistema tem seus agentes classificados de acordo com subdomínios, baseados em características bem definidas. A figura 11 apresenta a distribuição dos agentes conforme os subdomínios apresentados pela Triad.

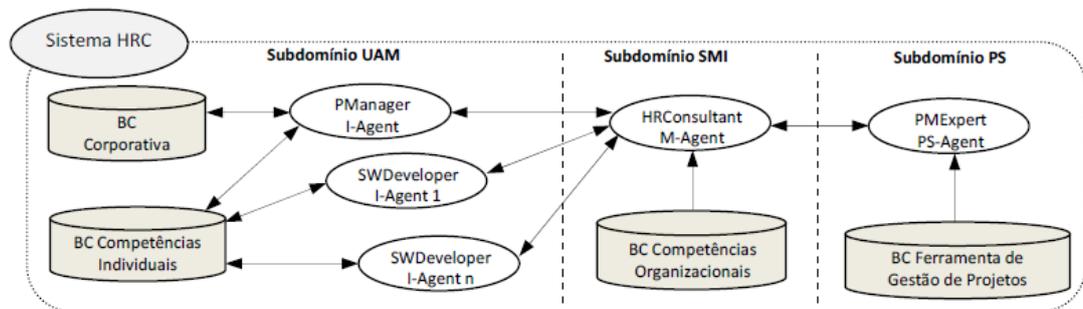


FIGURA 11 – Arquitetura da ferramenta (OLIVEIRA, 2009)

O agente HRConsultant tem o papel de mediador no sistema. Sua capacidade cognitiva lhe permite conhecimento do modelo de competências, tarefas e papéis desempenhados nos projetos. O agente PMExpert, pertencente ao domínio *Problem Solving* (PS) tem o papel de solucionador, pois este agente tem capacidade cognitiva para entender os projetos da organização. Os agentes SWDeveloper e PManager desempenham os papéis de interface, pois interagem e constroem modelos cognitivos dos usuários do sistema, logo, realizam a interface entre usuários e o sistema.

A ferramenta possui em seu modelo de competências a estruturação de conceitos que objetiva tratar os elementos formadores das competências, que são o conhecimento, a habilidade, e a atitude. A figura 12 apresenta o modelo de competências utilizado no sistema.

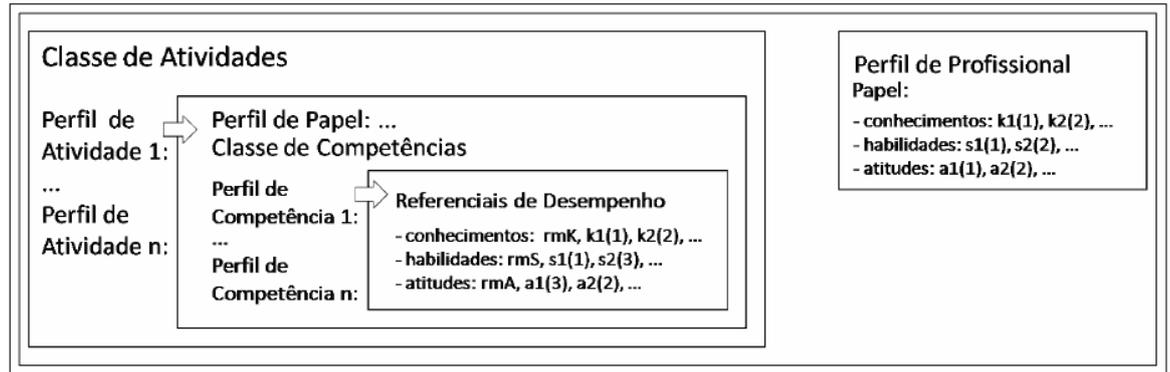


FIGURA 12 – Modelo de competências (OLIVEIRA, 2009)

Neste modelo os papéis identificam quais os tipos de profissionais que podem executar atividades e tarefas. O papel prevê um perfil de desempenho, composto pelas dimensões das competências. O perfil do profissional é composto por informações sobre as dimensões de competência de um indivíduo, sendo utilizado para avaliar o indivíduo com relação ao perfil de desempenho exigido em cada papel. Através deste modelo de competências é possível avaliar o quanto um determinado profissional está apto para desempenhar um papel na organização ou projeto.

A ferramenta construída por Oliveira (2009) consiste uma ferramenta de apoio a decisão na alocação de recursos humanos em projetos, com base nas competências requeridas por papéis em projetos. Não existe integração do modelo de competências desenvolvido com o processo de aprendizagem na organização. Permite a avaliação de competências, mas não sugere meios para os indivíduos desenvolver sua capacidade frente as tarefas que lhe competem.

### 3.3 Representação de esquemas de bancos de dados através de ontologias

Com o objetivo de se atingir uma eficiente interoperabilidade entre sistemas de informação heterogêneos, o trabalho desenvolvido por Laborda e Conrad (2005) apresenta a utilização de ontologias para realizar a representação do esquema de objetos existentes em um determinado banco de dados relacional. O objetivo da ontologia desenvolvida pelos autores consiste em resolver problemas de semântica no acesso a estas informações por parte de agentes de software, fornecendo uma compreensão compartilhada deste domínio de interesse.

Ontologias são criadas para a descrição explícita da semântica existente nas fontes de informações. A criação de uma ontologia a partir de uma base de dados tem por objetivo transferir em forma descritiva o conteúdo desta base para a ontologia gerada. Esta tarefa exige que a base de dados em questão e a ontologia sejam relacionadas semanticamente a um dado nível conceitual, onde são estabelecidas correspondências entre os componentes existentes na base de dados e os componentes existentes na ontologia. Existem vários meios para se desenvolver uma ontologia, na prática o conteúdo de uma ontologia é dirigido pelo tipo de aplicação que ela irá suportar (LABORDA; CONRAD, 2005)

Os mapeamentos entre o esquema e a ontologia são diretos e a complexidade inerente a mapeamentos pode ser bastante reduzida no modelo. Este mapeamento poderia se deter a somente a conceitos, propriedades, e componentes de base de dados como tabelas, colunas, etc. A criação de uma ontologia acontece de forma direta, transformando, por exemplo, tabelas que representam o esquema em conceitos, e as respectivas colunas em propriedades destes conceitos. Além disso, pode-se desenvolver a relação semântica entre componentes de base de dados mais complexos, como chave-primária e chave-estrangeira, representando-os diretamente na ontologia criada (LABORDA; CONRAD, 2005).

Um sistema gerenciador de bancos de dados mantém informações que representam metadados, utilizados para gerencia total dos componentes a que se destina. Na maioria dos sistemas gerenciadores de bancos de dados, os metadados são armazenados em objetos no próprio banco de dados, conhecidos como dicionário de dados, ou repositório. Um dos meios mais simples de se prover o mapeamento necessário entre esquema e ontologia é a abordagem pela qual se considera os mais evidentes e relevantes metadados armazenados no repositório (LABORDA; CONRAD, 2005). Os principais metadados a se considerar neste caso se classificam em:

**Tabelas e Colunas:** compreendem os mais importantes componentes do esquema. São essenciais para a sua representação, portanto devem ser considerados na ontologia.

**Chave-Primária e Chave-Estrangeira:** Algumas colunas podem representar as chaves-primárias de uma tabela, como também podem ser referenciadas por chaves-estrangeiras de outras tabelas. Esta informação é muito útil para processos de interoperabilidade entre sistemas heterogêneos via base de dados, portanto devem constar na ontologia.

**Tipos de dados:** O tipo de dados tem por finalidade restringir em um numero reduzido de possibilidades os valores a serem gravados em colunas de tabelas no banco de dados

representado pela ontologia. Com isso, valoriza-se a consistência e impõem-se restrições indispensáveis para uma operação de alteração de dados.

O relacionamento entre os componentes representados na estrutura de metadados de um banco de dados relacional também é explícito nas ontologias que representam tais esquemas.

A determinação da estrutura de correspondência depende de uma abordagem semântica, onde o exame das relações entre os elementos do esquema e da ontologia, bem como as estruturas de ligação entre o esquema e a ontologia é identificado. A correspondência de elementos e estruturas é fortemente verificada antes da finalização da ontologia. Baseado nestas correspondências, algumas regras podem ser aplicadas para a automação do processo de se criar uma ontologia a partir do esquema que representa a organização de uma base de dados (LABORDA; CONRAD, 2005).

A figura 13 apresenta um esboço da relação entre os componentes citados anteriormente.

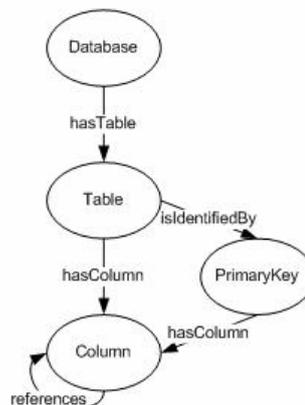


FIGURA 13 - Representação de esquemas de bancos de dados (LABORDA; CONRAD, 2005)

O desenvolvimento do mapeamento entre banco de dados e ontologia que o representa, consiste na pré-condição para a interoperabilidade dinâmica entre sistemas heterogêneos que conhecem muito pouco um sobre o outro. Através deste mapeamento se viabiliza a criação da ontologia.

A figura 14 apresenta as classes e sua relação hierárquica, presentes na ontologia para representar o esquema de um banco de dados.

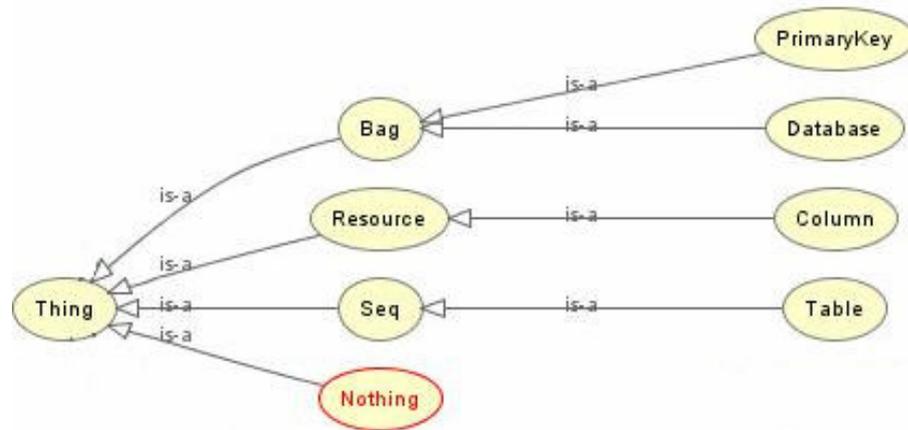


FIGURA 14 – Classes da ontologia Relational.OWL (LABORDA;CONRAD, 2005)

Para realizar a representação do modelo lógico de dados, utilizamos a ontologia desenvolvida por Laborda e Conrad (2005), chamada de Relational.OWL. Esta ontologia possui os conceitos principais, necessários para representar um esquema de banco de dados, com seus objetos e relacionamentos. As classes que compõem este domínio de informação são Table, Column, Database e PrimaryKey.

Sob uma visão geral, a ontologia proposta nesta dissertação, define os conceitos e relacionamentos para o domínio de informações do sistema de avaliação de competências, bem como para o sistema de gestão de aprendizagem. Contudo, a representação do SGA é feita pela importação da ontologia Relational.OWL, já instanciada.

Os relacionamentos existentes entre as classes da Relational.OWL são implementados através de propriedades de objeto. A figura 15 apresenta os relacionamentos presentes na ontologia Relational.OWL.

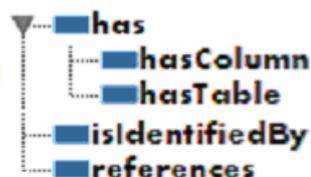


FIGURA 15 – Propriedades de Objeto (LABORDA;CONRAD, 2005)

A propriedade Has, possui duas subpropriedades chamadas HasColumn e HasTable. Ambas as propriedades estão presentes na ontologia para relacionar a classe Table à classe Column, e para relacionar a classe Database à classe Table, respectivamente. Já as propriedades isIdentifiedBy e References existem para relacionar a classe Table à classe PrimaryKey, e para inter-relacionar classes Column, formando o conceito de chave estrangeira. A figura 16 apresenta as classes presentes na ontologia, bem como seus relacionamentos.

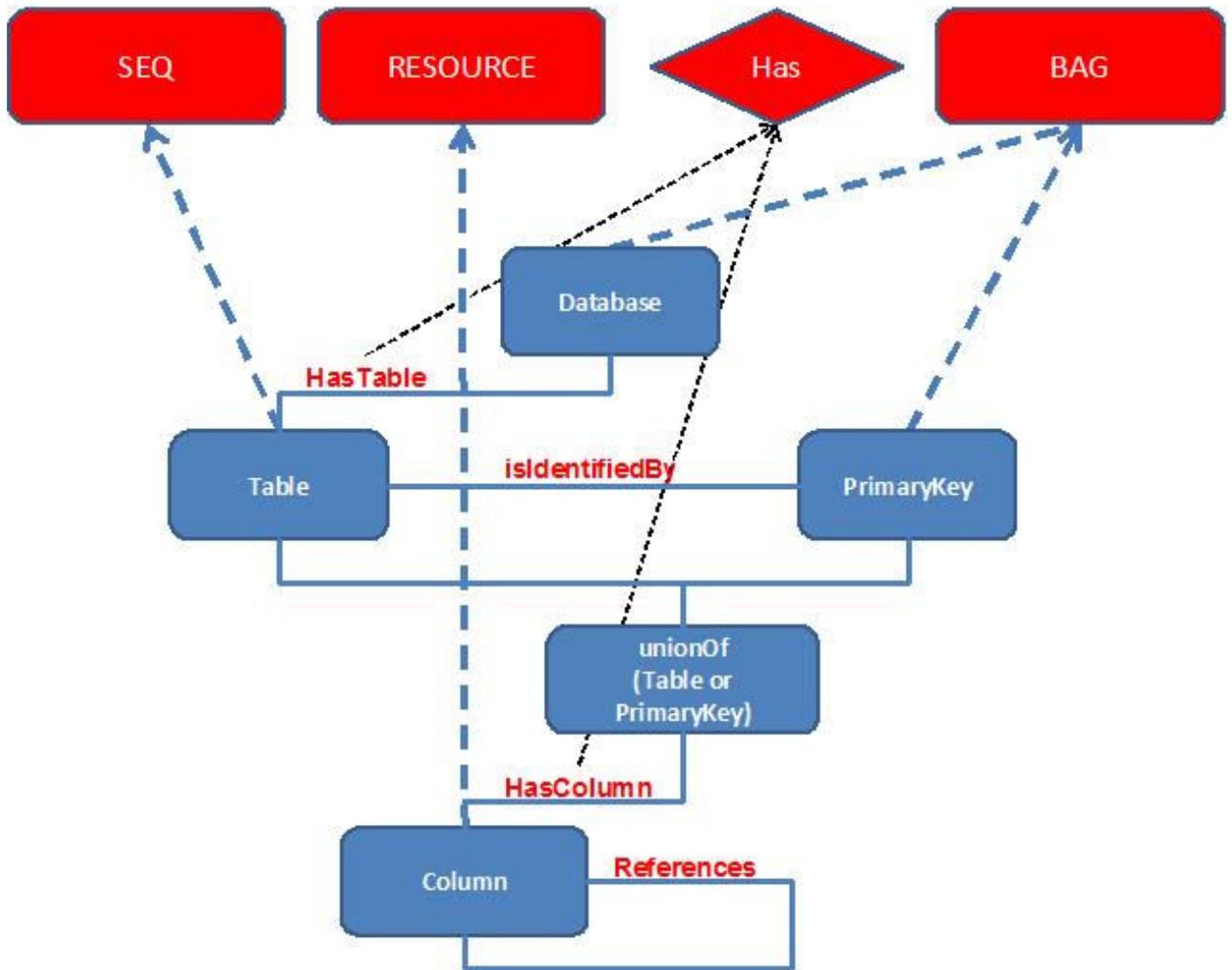


FIGURA 16 – Elementos da ontologia Relational.OWL (LABORDA;CONRAD, 2005)

O conceito Database representa o esquema de banco de dados que a ontologia se refere. Como a ontologia trata de objetos de bancos de dados relacionais como tabela, coluna, sendo as últimas chaves primárias ou estrangeiras, torna-se necessário identificar através deste conceito a qual esquema a instânciação da ontologia se destina. A classe Database é subclasse de Bag.

O conceito Table representa especificamente uma tabela do banco de dados relacional. A propriedade HasTable tem a classe Database como domínio, e a classe Table como range. Esta relação permite que existam várias instâncias da classe Table associadas a uma determinada Database. A classe Table é subclasse de Seq.

O conceito Column representa especificamente a coluna de uma determinada tabela do banco de dados relacional. A propriedade HasColumn tem por domínio as classes Table ou PrimaryKey, e tem por range a classe Column. Esta propriedade objetiva associar a coluna a um indivíduo da classe Table ou PrimaryKey. Sua finalidade é indicar qual coluna da tabela no banco de dados é parte de uma tabela, e por ocasião, se constitui parte das chaves-

primárias desta tabela. A propriedade *References* tem como domínio e range a própria classe *Column*, indicando que a coluna associada a uma determinada tabela, pode referir-se a outra coluna associada à outra tabela. Sua finalidade é indicar as colunas que tem uma relação de chave-estrangeira no modelo lógico de dados, do esquema de banco de dados em questão.

O conceito *PrimaryKey* representa especificamente as colunas que são chaves primárias em uma determinada tabela do banco de dados relacional. A propriedade *isIdentifiedBy* tem por objetivo associar as chaves primárias a uma determinada tabela. Esta propriedade tem como domínio a classe *Table*, e a classe *PrimaryKey* como range.

O trabalho desenvolvido por SPAHN et al (2008), desenvolveu uma arquitetura baseada em ontologias com objetivo de facilitar a analistas de negócio realizarem consultas complexas em base de dados legadas, através de uma ferramenta que apóia a criação de *queries* a usuários que não conhecem o esquema de objetos de uma base de dados, bem como não possuem conhecimento da sintaxe de construção e programação de tais consultas.

O sistema produzido por SPAHN et al (2008) é dividido em quatro camadas, permitindo a criação da consulta através de uma interface gráfica, que apoiada por ontologias, transforma esta consulta em uma *query* bem elaborada, que acessa o banco de dados, trazendo o resultado da consulta novamente para a tela do usuário. A figura 17 apresenta o sistema e suas camadas.

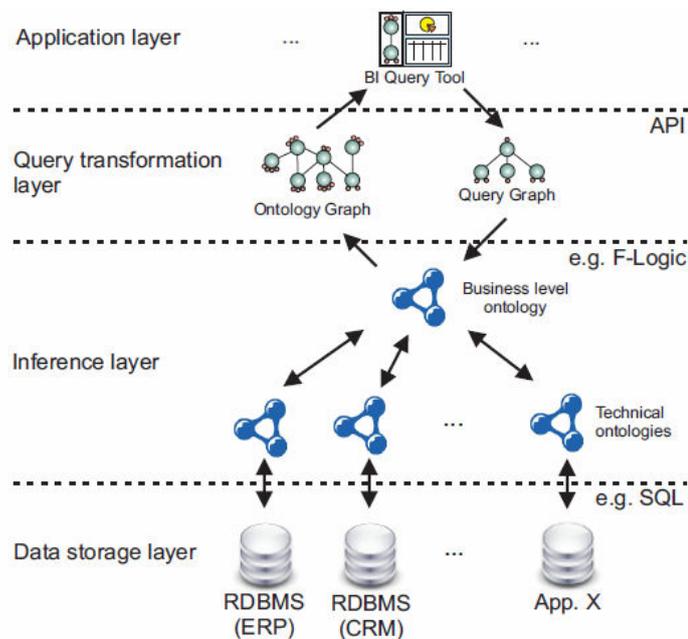


FIGURA 17 – Arquitetura do Sistema (SPAHN et al, 2005)

O destaque no trabalho desenvolvido por estes autores está na automatização da construção da consulta. Para isso, o estudo desenvolveu duas ontologias principais, a ontologia de negócios, e a ontologia técnica.

O desenvolvimento da ontologia técnica acontece através de um mapeamento um para um, a partir dos objetos contidos no esquema de base de dados legada, para uma ontologia criada para representar estes objetos. Conceitualmente, as tabelas são mapeadas a conceitos na ontologia, as colunas das tabelas são mapeadas como atributos, e os relacionamentos entre tabelas, conhecidas como chave estrangeira, são mapeados através do relacionamento entre conceitos na ontologia. Esta ontologia, visa representar a estrutura de objetos existente na base de dados, facilitando assim, o acesso automatizado, por agente de software, nesta base de dados.

O desenvolvimento da ontologia de negócios, acontece através da representação dos conceitos e relacionamentos considerados especiais, e que são relevantes para os usuários do sistema. Esta ontologia é limitada a representar somente os dados e informações pertinentes ao negócio, e não se detém a representar informações de implementação do esquema de banco de dados.

A figura 18 apresenta um esquema de banco de dados, utilizado como exemplo no trabalho analisado.

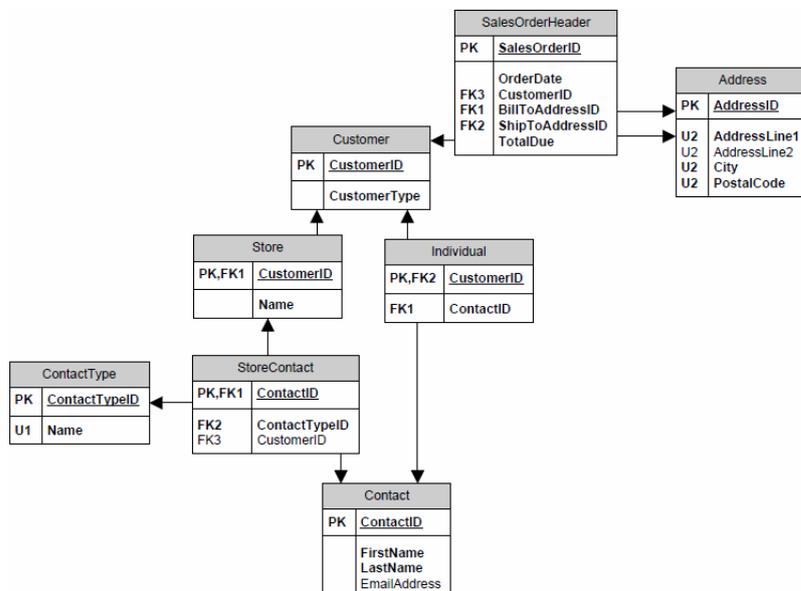


FIGURA 18 – Esquema de uma base de dados legada (SPAHN et al, 2005)

A figura 19 trás a representação do esquema de base de dados através da ontologia técnica.

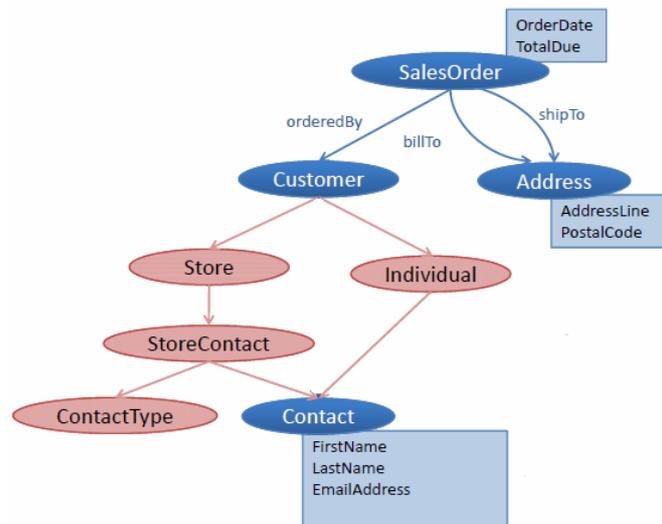


FIGURA 19 – Ontologia técnica (SPAHN et al, 2005)

A figura 20, apresenta a ontologia de negócio, voltada a conter somente os conceitos e relacionamentos sob a visão do negócio.

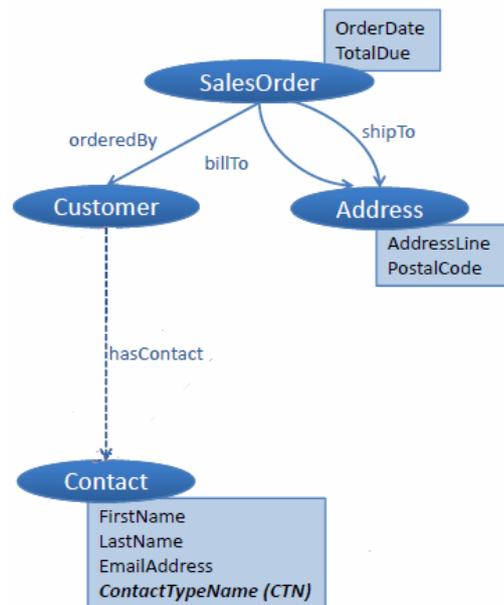


FIGURA 20 – Ontologia de negócio (SPAHN et al, 2005)

Através da figura 18 pode-se perceber a complexidade que envolve uma estrutura de objetos num banco de dados relacional. Consultas nesta estrutura de dados somente são realizadas por pessoas que possuem conhecimento para tal. Para facilitar este trabalho, o estudo de Spahn et al (2008) sugere o mapeamento do esquema do banco de dados em uma ontologia técnica, o que é mostrado na figura 19, onde se percebe a presença de todos os objetos que perfazem o esquema do banco de dados em questão, mapeados em uma estrutura de conceitos e relacionamentos. Por último, com objetivo de entregar ao usuário final do

sistema, uma estrutura de dados compredivel a este tipo de profissional, desenvolveu-se a ontologia de negócios, apresentada na figura 20, que trata somente dos conceitos e relacionamentos considerados importantes mediante o negócio da empresa.

Para se ter sucesso no desenvolvimento de consultas nesta base de dados, é necessário o desenvolvimento de um algoritmo que relaciona a ontologia técnica com a ontologia de negócio. Este processo de mapeamento possibilita ao sistema partir da ontologia de negócios, onde o usuário final seleciona as informações de interesse, passar pela ontologia técnica, onde o sistema passa a entender a implementação e organização do esquema de banco de dados, e por final, produzir a *query* a ser executada no SGBD do sistema legado. No estudo em questão, o mapeamento entre a ontologia de negócio e ontologia técnica foi realizado através da linguagem de construção de ontologias F-Logic, e do *reasoner* Ontobroker para interpretá-la. A figura 21 apresenta um exemplo de mapeamento entre ambas ontologias. Na figura, os termos T.O.# e B.O.# representam ontologia técnica e ontologia de negócios respectivamente.

$$\begin{aligned}
 R_6 = \quad & \forall x_1, x_2, x_3 \\
 & x_1 [ \text{bo\#hasContact} \rightarrow x_2 ] \wedge x_2 [ \text{bo\#type} \rightarrow \text{"Person"} ] \\
 \leftarrow & x_1 : \text{to\#Customer} \wedge x_2 : \text{to\#Contact} \wedge \\
 & x_3 : \text{to\#Individual} [ \text{to\#hasCustomer} \rightarrow x_1; \\
 & \text{to\#hasContact} \rightarrow x_2 ]
 \end{aligned}$$

FIGURA 21 – Mapeamento ontologia técnica e de negócio (SPAHN et al, 2005)

Apresenta-se aqui somente este exemplo de mapeamento entre as ontologias técnicas e de negócio, por se considerar um relacionamento entre dois conceitos na ontologia de negócio, chamado de *hasContact*, como se pode observar na figura 21, e que ao ser mapeamento para a ontologia técnica, este relacionamento acontece através de uma tabela de ligação. No exemplo dado está sendo afirmado para o Ontobroker que o relacionamento entre o conceito *Customer* e *Contact*, na ontologia de negócios, acontece através dos conceitos *Customer*, *Contact*, e *Individual* na ontologia técnica. O conceito *Individual* esta presente somente na ontologia técnica por representar pontualmente a tabela de ligação no esquema de banco de dados, o que não é considerado importante na perspectiva da ontologia de negócios.

### 3.4 Análise comparativa

A análise comparativa tem por objetivo evidenciar as principais características existentes entre os trabalhos correlatos e o desenvolvido neste estudo. Para realizar a análise, foram elencadas estas características, a analisada sua presença dentre os trabalhos. A tabela 1 realiza um comparativo entre os trabalhos analisados, baseado na indicação da existência, ou não, da característica dentre os autores.

TABELA 1 – Comparativo entre trabalhos correlatos

Trabalhos Correlatos	Ano	Fornecer um Modelo de Competências	Permite a Avaliação de Competências	Permite seu acoplamento ao ambiente de aprendizagem	Influencia diretamente o processo de aprendizagem	Influenciado diretamente pelo processo de aprendizagem	Meios para acompanhamento da evolução dos avaliados	Utiliza ontologia p/compartilhamento de dados com o ambiente de aprendizagem
Harzallah, Berio e Vernadat	2002	Sim	Sim	Não	Não	Não	Não	Não
Cooper e Ostyn	2002	Sim	Sim	Não	Não	Não	Não	Não
Sicilia	2005	Sim	Sim	Não	Não	Sim	Não	Não
Schmidt e Kunzmann	2006	Sim	Sim	Não	Não	Sim	Não	Não
Tarassov, Sandkuhl e Henoeh	2006	Sim	Sim	Não	Não	Não	Não	Não
Allen	2007	Sim	Sim	Não	Não	Não	Não	Não
Cicortas e Jordan	2007	Sim	Sim	Não	Não	Não	Não	Não
Kich	2010	Sim	Sim	Não	Sim	Não	Não	Não
Oliveira	2009	Sim	Sim	Não	Não	Não	Sim	Não
Lermen	2011	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim

A tabela apresenta o comparativo disponibilizando uma matriz que trata do atendimento as características, onde cada autor recebe um apontamento para com todos os itens considerados no processo de análise. As colunas da esquerda identificam os autores e o ano de publicação de suas pesquisas, quando as demais tratam dos itens propriamente ditos. A seguir, encontra-se a descrição de cada item avaliado.

- Fornece um modelo de competências: Destina-se a analisar se o trabalho desenvolvido entrega um modelo de competências, que pode ser utilizado por uma organização.
- Permite a avaliação de competências: Destina-se a analisar se o trabalho entrega funcionalidades para a avaliação de competências dos indivíduos de uma organização.

- Permite seu acoplamento ao ambiente de aprendizagem: Destina-se a analisar se o trabalho permite que o modelo de competências bem como sistema de avaliação de competências permite seu acoplamento a ambientes de aprendizagem nas organizações, passando a interoperar dados com estes ambientes;
- Influencia diretamente o processo de aprendizagem: Destina-se a analisar se o trabalho entrega um sistema de avaliação de competências que exerce influência direta no processo de aprendizagem dos indivíduos avaliados. Esta influencia pode partir do processo de avaliação de competências, que através de seu resultado, fornece informações relevantes para a exposição do indivíduo a treinamentos.
- Influenciado diretamente pelo processo de aprendizagem: Destina-se a analisar se o trabalho entrega um processo de avaliação de competências que pode ser influenciado por evidências da existência de competências nos indivíduos. Esta evidência é resultado da exposição do indivíduo a aprendizagem, seja pelo seu histórico escolar, seja pelos treinamentos que já participou.
- Meios para acompanhamento da evolução dos avaliados: Destina-se a analisar se o trabalho entrega meios para o acompanhamento do percentual de aderência do indivíduo ao plano de competências para o qual é avaliado.
- Utiliza ontologia p/ compartilhamento de dados com o ambiente de aprendizagem: Destina-se a analisar se o trabalho implementa ontologias para mapeamento semântico entre os domínios de informação do sistema de avaliação de competências e do ambiente de gestão da aprendizagem, com o objetivo de compartilhar informações com o processo de aprendizagem.

As características analisadas nos sistemas levaram em consideração a intenção dos trabalhos correlatos em propor modelos flexíveis a serem utilizados em avaliações de competências. Também, o quanto estes modelos têm influencia, ou são influenciadas, no ambiente de aprendizagem organizacional, sendo que alguns tratam das evidências da existência de competências em indivíduos, mas não implementam métodos para compartilhar estes dados junto ao ambiente de gestão da aprendizagem. Na generalidade dos trabalhos analisados a avaliação de competências acontece pela utilização de um modelo de competências, sendo que alguns implementam meios para evidenciar as competências em indivíduos com base no seu histórico de aprendizagem, mas não permitem a integração, ou acoplamento, do processo de avaliação ao ambiente de aprendizagem. Tampouco estes

modelos tratam da interoperabilidade de dados com o ambiente. Sendo assim, não são acopláveis aos sistemas de gestão da aprendizagem existentes atualmente.

## 4. MODELO PROPOSTO

A solução proposta pretende entregar à organização as principais funcionalidades no processo de avaliar as competências. Para isso, utiliza-se de um modelo de competências que trata das informações para criação, execução e processamento da avaliação. Com o objetivo de acoplar o sistema de avaliação de competências (SAC) ao sistema de gestão da aprendizagem (SGA), é necessário desenvolver uma camada de acoplamento e adaptação, capaz de permitir de forma autônoma a integração e interoperabilidade entre ambos. Esta camada de acoplamento deve utilizar ontologias, para representar o mapeamento entre os domínios de informação dos sistemas.

Este capítulo trata do sistema de avaliação de competências, modular e adaptativo, para ser integrado a sistemas de gestão da aprendizagem. Sendo assim, são apresentados os módulos de avaliação de competências e acoplamento, desenvolvidos para garantir a realização de todos os objetivos do modelo proposto.

### 4.1 Visão geral do Sistema de Avaliação de Competências

O sistema de avaliação de competências tem por objetivo constituir um módulo a ser adaptado ao sistema de gestão da aprendizagem. Para tal, disponibilizou-se a este uma camada de acoplamento, baseada em ontologias e agentes de software. O processo de acoplamento proposto utiliza-se de uma ontologia que representa o esquema de banco de dados do sistema de gestão da aprendizagem, bem como uma segmentação de informações do modelo de competências. Este processo utiliza-se de um mapeamento entre os conceitos que constituem ambos os sistemas, buscando através da ontologia, preservar a igualdade semântica entre os diferentes domínios de informação. Este mapeamento permite que o sistema de avaliação de competências adquira o conhecimento necessário para buscar as informações que precisa na base de dados do sistema de gestão da aprendizagem.

A arquitetura do sistema de avaliação de competências foi concebida com o objetivo de atender ao acoplamento e a interoperabilidade de informações. Esta arquitetura é modular, e permite o acoplamento, pois utiliza um protocolo de interação amplamente aceito, os *web*

services. A figura 22 apresenta a visão geral da arquitetura do sistema de avaliação de competências. Também traz a noção do processo de acoplamento e interoperabilidade com os sistemas de gestão da aprendizagem.

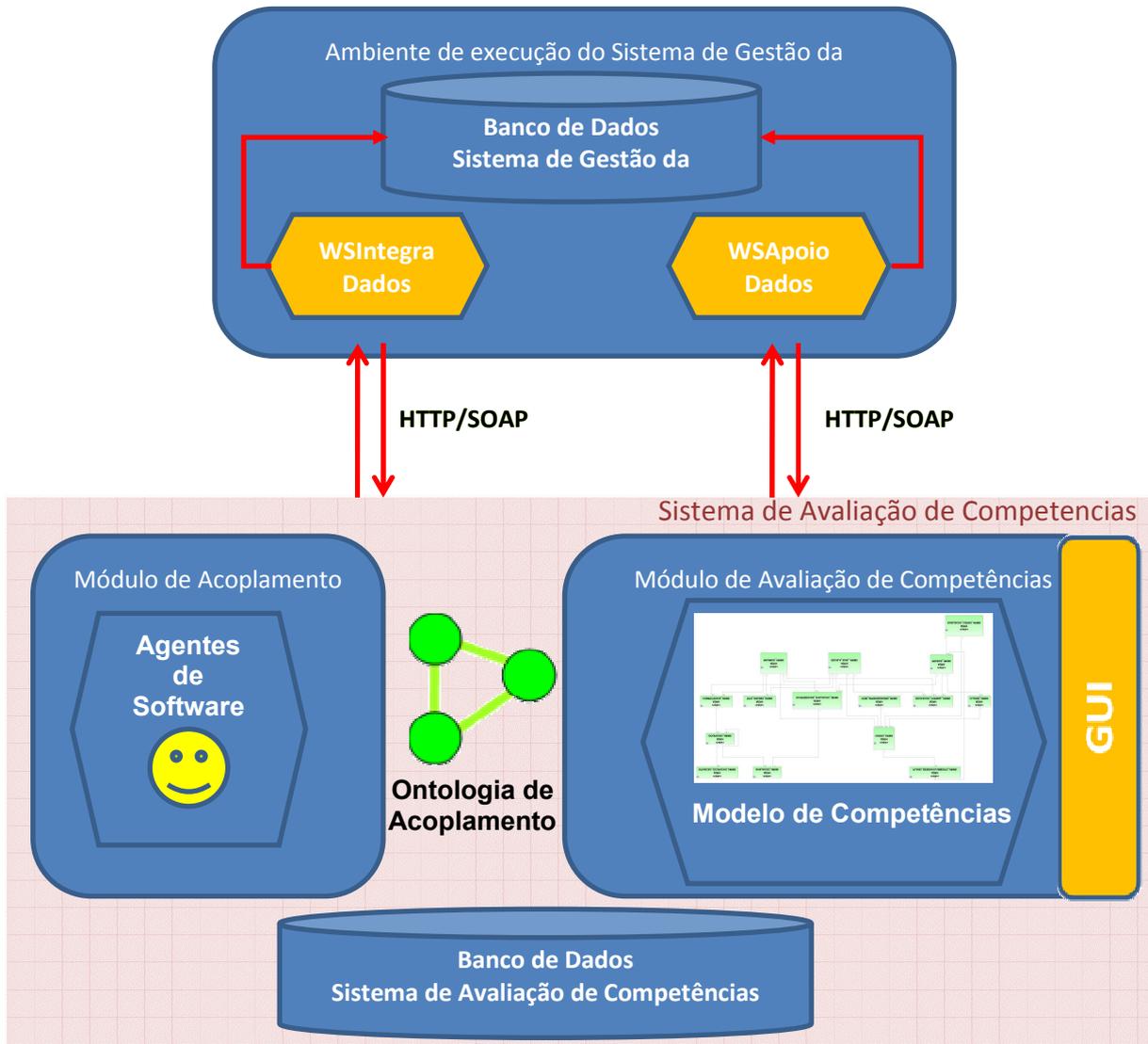


FIGURA 22 – Visão geral da arquitetura

O objetivo de ser modular e adaptativo norteia a construção do sistema de avaliação de competências. Este sistema deve ser visto pelo ambiente de gestão da aprendizagem como um módulo. Esta designação é possível devido ao fato do SAC poder ser acoplado ao SGA, tornando-se parte deste, e recebendo dados e informações resultantes do processo de gestão da aprendizagem. Estes dados são relevantes à avaliação de competências. O acoplamento acontece através de uma camada projetada para interoperar informações com autonomia própria. Uma vez colocada em execução gerencia o acoplamento no SGA, e monitora este sistema com o objetivo de identificar alterações no seu estado de dados, acionando o compartilhamento das informações quando necessário. Toda sua capacidade autônoma esta

atrelada a agentes de software, que utilizam uma ontologia para realizar o acoplamento e monitoração da base de dados do SGA. Estando acoplado, o SAC está pronto para ser utilizado como apoio ao processo de aprendizagem na organização.

A solução proposta foi desenvolvida para agregar as funcionalidades através de uma estrutura modular interna, onde cada componente é responsável por parte do que o sistema entrega. A figura 22 traz a estrutura geral do modelo proposto. Esta estrutura de componentes compreende:

- **Módulos do Sistema:** a estrutura modular interna do sistema tem por objetivo organizar os componentes de software de acordo com as funcionalidades que entregam. Portanto, divide-se a solução em dois módulos principais, o módulo de avaliação de competências e o módulo de acoplamento.
- **Agentes de Software:** os agentes têm por objetivo atender as funcionalidades responsáveis pelo acoplamento do sistema de avaliação de competências a sistemas de gestão da aprendizagem. A característica autônoma lhes confere a capacidade necessária para que a interoperabilidade de dados ocorra após o acoplamento.
- **Ontologia de Acoplamento:** para o acoplamento dos sistemas acontecer, é necessário um mapeamento semântico entre os domínios de informação do sistema de avaliação de competências e do sistema de gestão da aprendizagem.
- **Modelo de Competências:** o modelo de competências tem por objetivo entregar as funcionalidades de avaliação de competências na organização em que for implantando.
- **Web Services:** São responsáveis por atender as solicitações enviadas pelos agentes de software, como requisições na execução de tarefas. Representam um “braço” do agente de software dentro do sistema de aprendizagem, e permitem o acoplamento e a interoperabilidade de dados entre os sistemas.
- **GUI (Interface Gráfica com o Usuário):** a interface gráfica com o usuário permite a utilização do sistema de avaliação de competências por parte do usuário final.

O modelo proposto procura atender aos objetivos do sistema de avaliação de competências, que consiste em criar o modelo de competências de uma organização, avaliar a competência dos seus indivíduos, e compartilhar dados e informações com o sistema de gestão da aprendizagem.

## 4.2 Módulo de Avaliação de Competências

O desenvolvimento do módulo de avaliação de competências envolve a construção de um modelo de competências flexível e que possa ser utilizado pela organização que o adotar. A avaliação de competências consiste em uma ferramenta utilizada em organizações que tenham seus planos de competências definidos. A revisão da literatura mostrou as principais características de um plano de competências, bem como o contexto de informações que devem ser tratadas neste. Com objetivo de auxiliar a organização na tarefa de avaliar, este estudo construiu um modelo de competências que reúne dados e informações de forma sistemática, para que seja possível utilizá-lo para posterior avaliação de competências.

### 4.2.1 Modelo de Competências

O modelo de competências é a espinha dorsal do sistema de avaliação. Para sua construção se levou em consideração as diversas definições apresentadas pelos autores pesquisados no capítulo 3 deste trabalho, procurando-se identificar entre elas as características que constituem pontos de convergência entre estes estudos. O modelo serve como guia na implantação do módulo de avaliação de competências, pois reúne informações que tem sua origem no plano operacional da organização, como ocupações, competências, conhecimentos, habilidades e comportamentos das pessoas. O módulo de avaliação de competências somente consegue entregar suas funcionalidades se o modelo de competências for implantado. A figura 23 apresenta este modelo.

As competências requeridas e adquiridas são definidas por um conjunto de entidades no modelo. Pela sua definição, as primeiras são estabelecidas conforme a necessidade de se atingir a missão e estratégia da empresa, já as segundas constituem aquelas avaliadas como existentes nos indivíduos que exercem atividades na organização. Cada competência é formada por insumos. Cada insumo pertence a um tipo, sendo este um conhecimento, uma habilidade ou um comportamento presente no indivíduo. As entidades que definem esta estrutura são `COMPETENCIA_HRMS`, `INSUMOS_HRMS` e `TIPO_INSUMO_HRMS` respectivamente. Cada ocupação dentro da organização pertence a um tipo, portanto, ela pode

ser resultante da estrutura de cargos e funções da empresa, ou constituir atividades e tarefas exclusivas, ou ainda, posições nos projetos em andamento. As entidades que definam a ocupação e o seu tipo são OCUPACAO\_HRMS e SITUACAO\_OCUPACAO\_HRMS respectivamente. Uma competência requerida é estabelecida pela relação direta de uma competência a alguma ocupação existente no plano organizacional.

O modelo utiliza escalas para determinar os níveis de exigência em competências requeridas, e os níveis alcançados por um indivíduo nas competências adquiridas. A escala esta associada diretamente ao insumo que constitui a competência. Cada tipo de insumo pode utilizar uma escala diferenciada, com níveis diferenciados. A entidade ESCALA\_AVAL\_HRMS representa as escalas e seus níveis no modelo.

O processo de avaliar competências através do modelo proposto utiliza-se das entidades AVALIACAO\_HRMS e OCORRENCIAS\_AVALIACAO\_HRMS. A primeira fornece meios para se criar uma avaliação, e a segunda registra as diversas ocorrências da avaliação criada. Uma avaliação se constitui pela associação a uma ou várias ocupações existentes na organização. A partir das ocupações presentes em um processo de avaliação é que se determina as competências e os insumos a serem avaliados. A avaliação também tem associação com uma ou várias pessoas a serem avaliadas. Cada indivíduo é representado através da entidade PESSOA\_HRMS, e uma vez eleito a participar, será avaliado em relação aos insumos que constituem as competências presentes nas ocupações associadas à avaliação.

Os insumos presentes no processo de avaliação constituem os indicadores da competência, e tem por finalidade suportar aos elementos de avaliação de uma competência. Toda competência para ser avaliada, necessita ter indicadores. O procedimento de calculo para aderência do indivíduo à competência em questão, se da através de níveis atribuídos aos indicadores, provenientes das escalas de avaliação presentes no modelo. Através do resultado do calculo de aderência de um indivíduo a uma competência, é que se definem as competências adquiridas por ele.

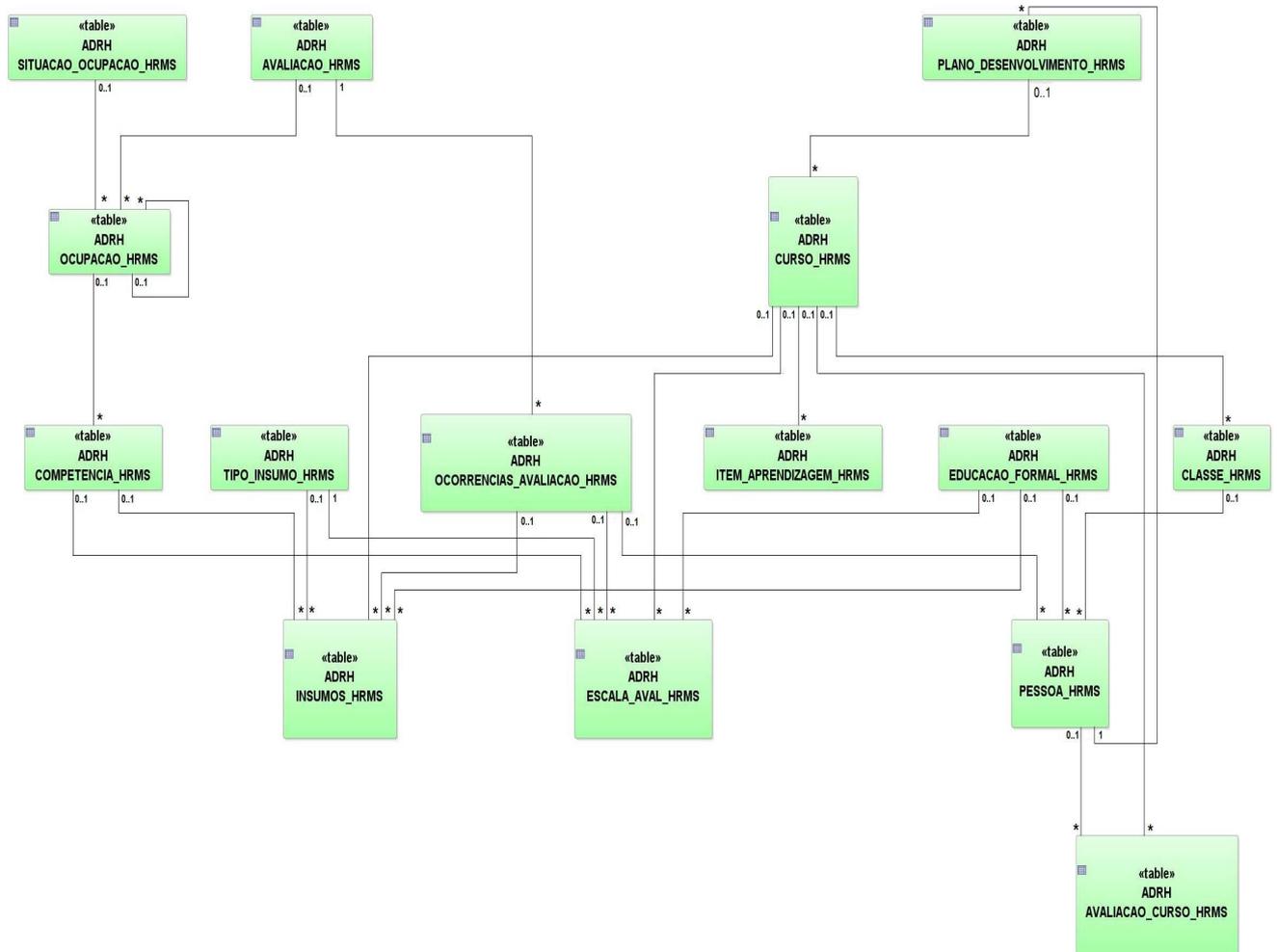


FIGURA 23 – Modelo de Dados para competências

O modelo também trata de informações que tem por objetivo influenciar o nível a ser dado para um indicador na avaliação de um indivíduo, além de procurar evidenciar competências que o indivíduo possa ter devido a sua formação acadêmica ou escolar. Para evidenciar competências pelo currículo escolar, se disponibiliza a entidade `EDUCACAO_FORMAL_HRMS`. Esta entidade registra a formação de um indivíduo, elencando quais os insumos que a formação realizada contemplaria para atestar conhecimento, habilidade ou comportamento. Na definição deste histórico, o modelo permite prestar um nível ao insumo, de acordo com a escala vigente para ele. As entidades `CURSO_HRMS`, `CLASSE_HRMS`, `ITEM_APRENDIZAGEM_HRMS` e `AVALIACAO_CURSO_HRMS` têm por objetivo influenciar a avaliação de competências, notificando o avaliador que o indivíduo já fez cursos que contemplam em seu conteúdo os conhecimentos, habilidades ou comportamentos de uma competência. As entidades curso e classe têm por objetivo prestar meios para se definir um curso e sua realização. A entidade item de aprendizagem fornece meios para definir a natureza do curso que esta sendo prestado, como por exemplo: técnica,

trabalho, etc. A entidade de avaliação do curso, tem por objetivo indicar o nível de aproveitamento, ou nota, do indivíduo na realização do curso. Esta informação é importante ao avaliador, pois poderá utilizá-la no momento de pontuar algum indicador, dada a associação do curso ao insumo a que ele atende.

Compondo os resultados da avaliação, o modelo prevê a possibilidade de sugerir um plano de desenvolvimento ao indivíduo. A entidade PLANO\_DESENVOLVIMENTO\_HRMS tem esta finalidade. O plano de desenvolvimento é criado a partir do resultado da avaliação, com base na sua pontuação. Este plano tem por objetivo ser utilizado pelo administrador do sistema de gestão da aprendizagem.

A necessidade de se avaliar competências levando em consideração o contexto das atividades e tarefas em que são exigidas surge devido à influência que uma competência pode receber de outras competências. Para atender a esta questão, o modelo trata de um relacionamento recursivo na entidade de ocupação, onde através deste é possível se estabelecer uma relação direta de uma ocupação para várias outras, construindo assim um contexto de atividades relacionadas entre si.

#### 4.2.2 Resultado da avaliação de competências

A avaliação de competências depende totalmente de uma ferramenta para se determinar, de forma objetiva, o quanto é requerido por uma competência quando da avaliação de um indivíduo para com esta. As competências são constituídas neste modelo por insumos de conhecimento, habilidade e comportamento. A representação objetiva do requerido por uma competência se faz através das escalas de medição. Sendo assim, cada competência detém seus insumos, e cada insumo tem um valor numérico associado a si, que identifica seu peso, ou o quanto este insumo requer em termos de peso para a competência em questão. Este peso deve ser interpretado como sendo o nível de proficiência exigido para um determinado insumo, presente em uma competência em particular.

O processo de avaliar um indivíduo tem por objetivo determinar o quanto este indivíduo é proficiente para com um determinado insumo, presente na avaliação. Os insumos representam os indicadores de uma avaliação, e recebem a medida considerada adequada pelo avaliador, quando analisa o avaliado frente ao conhecimento, habilidade ou comportamento

exigido. Portanto, esta medida atribuída ao indicador durante a avaliação, também tem origem no cadastro de escalas de medidas no modelo de competências, e compõe o resultado da avaliação de competências.

Após a determinação dos pesos das competências requeridas, e os pesos das medidas de avaliação, é necessário realizar um processo de cálculo com base nestas medidas, para que se possam determinar as competências adquiridas por um indivíduo avaliado.

O cálculo a ser utilizado, foi adaptado de Oliveira (2009), e determina o volume da competência, seja este volume requerido por ela, ou adquirido por um indivíduo na avaliação. A fórmula de cálculo adotada para o volume de competências proposto neste modelo se baseia no seguinte:

- Soma de Conhecimentos: realiza-se a soma, por competência, dos pesos atribuídos aos insumos que representam conhecimento. Esta atribuição pode ser resultado tanto do estabelecido como requerido pela competência, bem como do estabelecido como avaliação de um indivíduo.
- Soma de Habilidades: realiza-se a soma, por competência, dos pesos atribuídos aos insumos que representam habilidades. Esta atribuição pode ser resultado tanto do estabelecido como requerido pela competência, ou avaliado em um indivíduo.
- Soma de Comportamentos: realiza-se a soma, por competência, dos pesos atribuídos aos insumos que representam comportamentos. Esta atribuição pode ser resultado tanto do estabelecido com requerido pela competência, ou avaliado em um indivíduo.
- Multiplicação das Somas: realiza-se a multiplicação das somas acima, criando no final, a medida chamada volume da competência, que é composto por conhecimentos, habilidades e comportamentos.

A fórmula para calcular o volume da competência:

$$\sum \text{Conhecimento} * \sum \text{Habilidade} * \sum \text{Comportamento} = \text{Volume da Competência}$$

Uma vez calculado o volume de competências, pode-se utilizar esta medida para o cálculo de outras variáveis. O modelo proposto utiliza o volume de competências requerido pela competência e adquirido pelo indivíduo para estabelecer o percentual de aderência do indivíduo à competência. Esta medida compreende no percentual do volume adquirido pelo

indivíduo em relação ao volume requerido para uma determinada competência. Seu cálculo compreende:

- Volume requerido: obter o volume requerido por uma competência;
- Volume adquirido: obter o volume adquirido por um indivíduo para com a competência
- Calcular percentual de aderência: realizar a divisão do volume adquirido pelo volume requerido, e multiplicar o resultado por 100.

A fórmula para o cálculo do percentual de aderência:

$$\frac{\text{Volume Adquirido para Competência}}{\text{Volume Requerido pela Competência}} * 100 = \text{Percentual de Aderência}$$

As fórmulas representadas acima são utilizadas no modelo de competências.

A escala de medição fornece os pesos a serem utilizados na associação das competências aos insumos, para se determinar o que é requerido pela competência, e na avaliação de competências, para se determinar o nível de proficiência de um indivíduo.

O modelo de competências proposto deixa flexível o cadastro das escalas de medição, que devem ser valores numéricos, cadastrados na tabela destinada a reunir esta informação. As escalas ao serem cadastradas recebem um código identificador, uma descrição e um peso numérico.

A flexibilidade permitida pelo modelo proposto vem do fato de que o acoplamento do sistema de avaliação de competências ao sistema de gestão da aprendizagem resulta na interoperabilidade de informações que podem ter a mesma conotação de uma escala de medição no modelo de competências. Sendo assim, dependendo do valor a ser interoperado entre os sistemas, é necessário ter uma escala com peso equivalente, para que sua utilização no processo de avaliação de competências seja garantida.

O processo de avaliação de competências constitui-se de dois papéis, o avaliador, e o avaliado. Esta organização prevê a existência de um avaliador para cada nova avaliação que se criar. A quantidade de pessoas avaliadas é ilimitada.

#### 4.2.3 Plano de Desenvolvimento

O plano de desenvolvimento constitui um relatório que aponta os cursos a serem realizados pelo indivíduo, como sugestão do processo de avaliação de competências. Um processo de avaliação reúne os insumos que constituem as competências, e o valor atribuído ao insumo durante a avaliação pode ser menor, igual ou maior ao valor requerido por no plano de competências. Para todos os insumos que obtiveram valores abaixo do requerido no processo de avaliação, espera-se sugerir um curso a ser realizado no sistema de gestão da aprendizagem para sanar a falta de proficiência do indivíduo naquele conhecimento, habilidade, ou comportamento.

O plano se constitui em uma análise das competências presentes nas ocupações de uma determinada avaliação. A partir destas ocorre um levantamento dos valores requeridos por seus insumos. Posteriormente, verifica-se a avaliação do indivíduo, e a medida que este obteve em cada um destes insumos. Todos os insumos com valores menores que o requerido são consultados via modelo de competências, com o objetivo de verificar os cursos relacionados a eles, e já existentes no sistema de gestão da aprendizagem. Uma vez identificados, os cursos são listados para serem utilizados como sugestão no processo de aprendizagem do indivíduo já avaliado. Esta informação fica disponível no modelo de competências, para quando for necessário consultá-la.

Para a construção do plano, o modelo de competências sugere que seja levada em consideração cada ocorrência de avaliação, de forma individual. Pois cada ocorrência terá os insumos que merecem dedicação e foco para que o indivíduo melhore sua condição geral, e exerça suas atividades com maior capacidade.

#### 4.2.4 Relatórios para resultado da avaliação

O resultado da avaliação, convertida em percentual de aderência do indivíduo ao plano de competências pode ser acompanhado via relatórios específicos para tal. O modelo de competências proposto suporta a criação de gráficos para acompanhamento da evolução do percentual de aderência do indivíduo ao longo da realização das avaliações.

O modelo suporta a construção de um gráfico baseado no percentual de aderência ao longo do tempo. Este gráfico tem no eixo Y os diversos percentuais alcançados por um indivíduo, em cada ocorrência de avaliação. No eixo X possui as datas em que as avaliações

ocorreram. Portanto, a linha de evolução da avaliação é crescente na medida em que avança no tempo, e seu percentual sofre alterações em direção a 100%, onde os volumes de competências adquiridos e requeridos são iguais. É natural que a linha de evolução ultrapasse os 100%, devido a casos onde o volume adquirido é maior que o volume requerido. A figura 24 apresenta um exemplo do gráfico discutido.

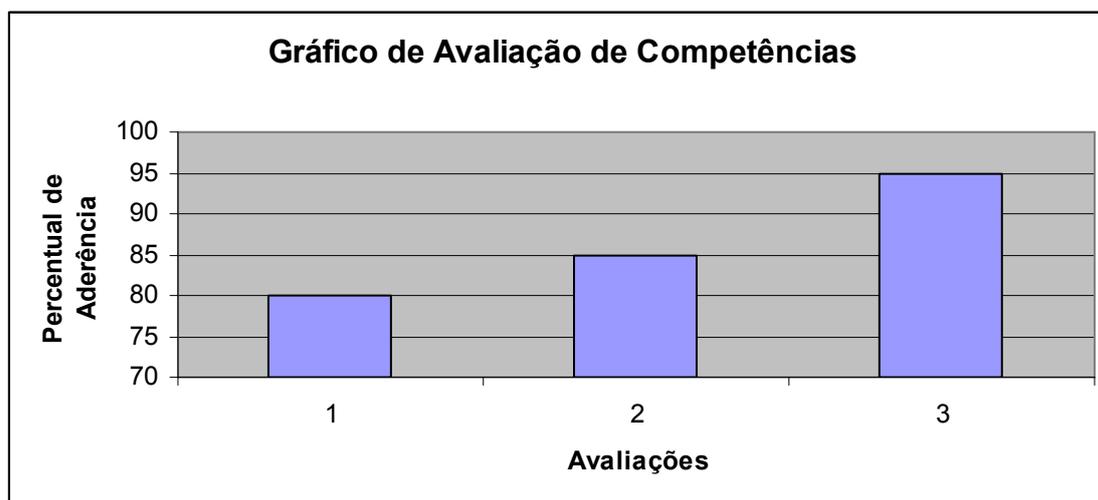


FIGURA 24 – Exemplo de gráfico de acompanhamento de avaliações

Este modelo de gráfico é utilizado para acompanhamento de um indivíduo somente, bem como do grupo como um todo. A análise individual permite verificar apenas uma pessoa, em específico, seu histórico de avaliações e evolução no panorama geral de competências avaliadas. Já a análise de grupo, permite verificar o historio de evolução de todas as pessoas avaliadas, conseguindo assim desenvolver ações que buscam melhorar o panorama coletivo do grupo.

O módulo de avaliação utiliza-se do modelo de competências proposto para entregar as funcionalidades do sistema. Através da sua interface gráfica, oferece ao usuário acesso as transações para consulta, inserção, alteração, e exclusão de dados no modelo de competências. Possui procedimento para apoiar o processo de avaliação, automatizando tarefas importantes. Entrega o resultado das avaliações através de relatórios, e sugere um plano de desenvolvimento ao indivíduo quando cabível.

### 4.3 Ontologia de Acoplamento

Segundo os autores Rahm e Bernstein (2001), *schema matching* é um problema que aparece em vários domínios de bancos de dados de aplicações, pois obtêm dois *schemas* como entrada, e produz um mapeamento entre os elementos que os compõe quando correspondem semanticamente um ao outro. Considerando que o acoplamento do sistema de avaliação de competências ao sistema de gestão da aprendizagem tem por objetivo permitir a interoperabilidade de dados e informações entre ambos, a solução proposta utilizou-se da pesquisa acima como referencial para desenvolver a ontologia. Esta ontologia mapeia os conceitos presentes no modelo de competências aos objetos e relacionamentos existentes na base de dados do sistema de gestão da aprendizagem. Portanto, a ontologia atende à necessidade de conhecimento necessária aos agentes de software, atuando como elo de integração semântica para o acoplamento. Assim, o mapeamento deve ser realizado antes do acoplamento dos sistemas, de forma a garantir a interoperabilidade de dados entre ambos.

O estudo realizado por Spahn et al (2005), apresenta o desenvolvimento de ontologias que representam conceitos e relacionamentos pertinentes as regras de negócio de sistemas, bem como o desenvolvimento de ontologias que representam os conceitos e relacionamentos presentes em bancos de dados relacionais. A ontologia de negócio, assim chamada, não se detém aos detalhes e complexidades do modelo relacional de bancos de dados, ao contrário da ontologia técnica, que deve representá-los com fidelidade. Ao se concluir com a construção de ambas as ontologias, o estudo afirma a possibilidade de se realizar um mapeamento entre elas, preservando a relação semântica para cada elemento. A forma de mapeamento entre ontologias que representam os domínios de informação do negócio e a implementação lógica de bancos de dados relacionais, também inspirou o desenvolvimento da ontologia proposta neste trabalho.

A ontologia proposta neste estudo representa o domínio de informação do sistema de avaliação de competências, bem como o domínio de informação do sistema de gestão da aprendizagem. A diferença, é que a primeira se detém ao modelo de competências, e o segundo, ao esquema de objetos e relacionamentos que perfazem o banco de dados do SGA. Através disso se propõe relacionar semanticamente estes domínios de informações, provendo meios aos agentes de software executar o acoplamento e a interoperabilidade de dados.

A ontologia é utilizada pelos agentes de software para identificar quais dados devem ser trafegados no momento do acoplamento, bem como identificar como devem ser montadas as consultas na base de dados do sistema de aprendizagem, para que seja possível obter estes dados. Todo tráfego de dados entre os sistemas acontece no sentido do SGA para o SAC. As

consultas aos dados interoperáveis no sistema de gestão da aprendizagem são realizadas através de *queries* montadas em tempo de processamento, automaticamente, pelos agentes de software no momento do acoplamento, e servem de mecanismo também para a funcionalidade de monitoramento do SGA. Sendo assim, a sistemática está no agente de software utilizar a ontologia para analisar o domínio de informações presente no modelo de competências, e através do mapeamento semântico, saber em quais tabelas do banco de dados do SGA ele deve buscar aquelas informações.

#### 4.3.1 Domínio de Informações do sistema de avaliação de competências

O sistema de avaliação de competências é representado pelo seu domínio de informação na ontologia. Esta ontologia trata dos conceitos e relacionamentos que constituem o domínio, se restringindo a somente conter elementos que o modelo de competências tem por interesse interoperar com o sistema de gestão da aprendizagem. As classes desenvolvidas na ontologia delimitam a informação utilizada pelos agentes de software no processo de acoplamento e interoperabilidade de dados. Estas classes e seus relacionamentos são apresentados nas figuras 25 e 27.

A classe BOConceito, tem por objetivo representar o domínio de informação que constitui o módulo de avaliação de competências. Suas subclasses são Curso, Pessoa, Classe, Avaliação, Educação Formal e Item Aprendizagem. Cada subclasse herda as propriedades da sua classe principal.

A classe BOAtributo, tem por objetivo representar um conjunto de classes que se relacionam diretamente com as subclasses de BOConceito. As subclasses de BOAtributo se relacionam com os conceitos Curso, Pessoa, Classe, Avaliação, Educação Formal e Item de Aprendizagem, dando a estes uma noção de constituição. As subclasses de BOAtributo são:

- ItemAprendizagemID e ItemAprendizagemDescr;

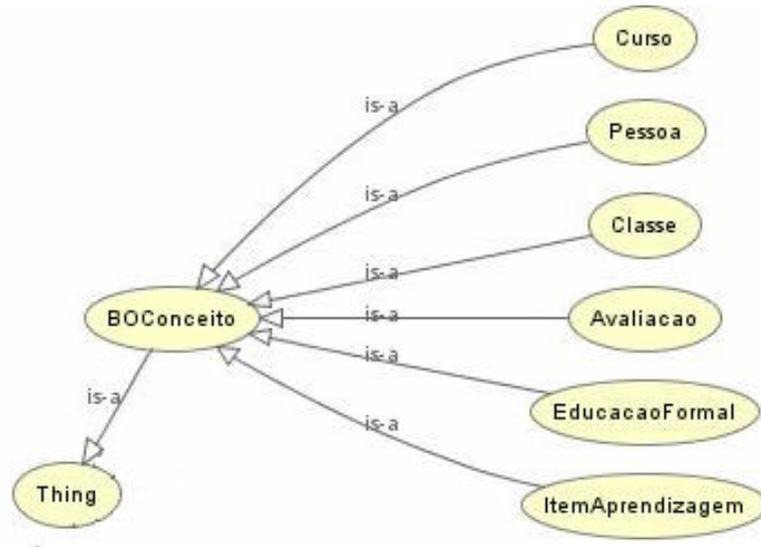


FIGURA 25 – Conceito BOConceito

- ClasseID, ClasseNome, ClasseDtInicio e ClasseDtFim;
- AvaliacaoID, AvaliacaoDt e AvaliacaoNota;
- PessoaID, PessoaNome e PessoaDtNasc;
- EducacaoFormalID e EducacaoFormalNome;
- CursoID e CursoNome;

As subclasses de BOConceito relacionam-se entre si. A figura 26 apresenta os relacionamentos do domínio de informações do módulo de avaliação de competências.

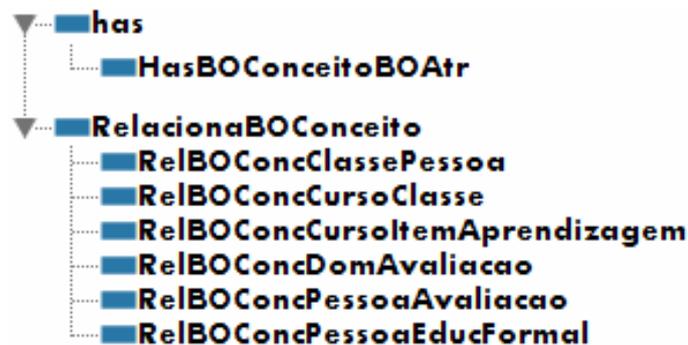


FIGURA 26 – Propriedades de Objeto para domínio de competências

O relacionamento HasBOConceitoBOAtr tem por objetivo estabelecer uma relação direta das sub-classes de BOConceito, para as sub-classes de BOAtributo. O resultado é a caracterização das classes Curso, Pessoa, Classe, Avaliação, Educação Formal e Item Aprendizagem, que recebem através desta relação uma conotação de atributo, respeitando o seu domínio de informação.

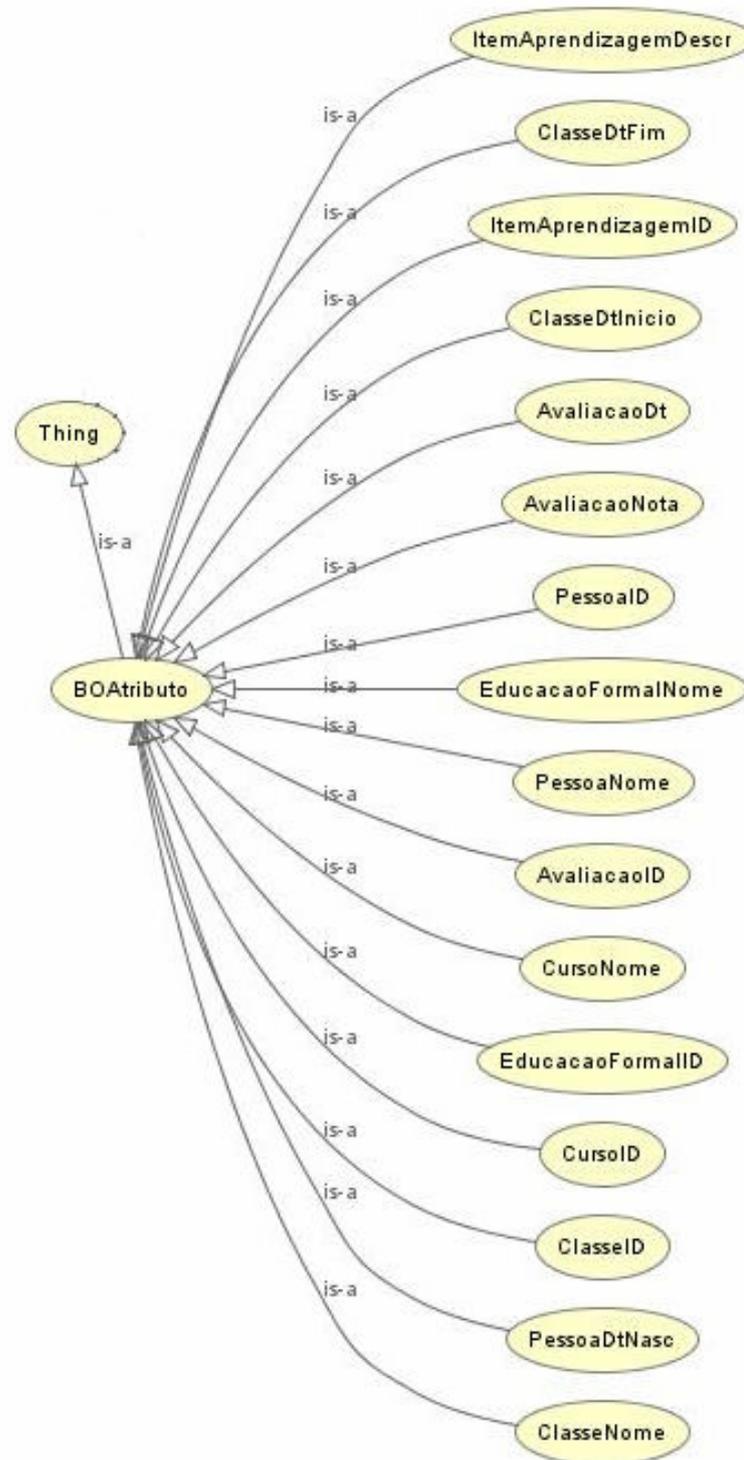


FIGURA 27 – Conceito BOAtributo

O conceito RefTabQueryRelaciona, também parte do domínio de informações do modelo de avaliação de competências, objetiva representar através das suas subclasses as entidades referenciadas nas propriedades que relacionam as classes Curso, Pessoa, Classe, Avaliação, Educação Formal e Item Aprendizagem. Estas entidades qualificadas pelos seus indivíduos são elencadas nos comentários das propriedades de objetos que perfazem tais

relacionamentos, atuando como recursos apontados como necessários no processo de acoplamento do sistema de avaliação de competências. A figura 28 apresenta a classe RefTabQueryRelaciona e suas subclasses.

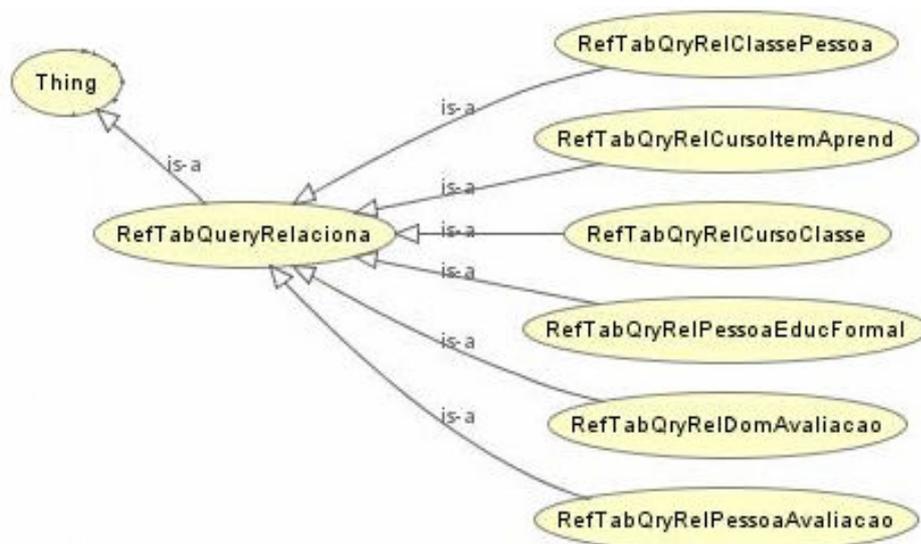


FIGURA 28 – Conceito RefTabQueryRelaciona

A relação entre propriedade e recurso está elencada a seguir.

- A subclasse RefTabQryRelClassePessoa: tem por objetivo ser utilizada como recurso pela propriedade RelBOConcClassePessoa;
- A subclasse RefTabQryRelCursoItemAprend: tem por objetivo se utilizada como recurso pela propriedade RelBOConcCursoItemAprendizagem;
- A subclasse RefTabQryRelCursoClasse: tem por objetivo se utilizada como recurso pela propriedade RelBOConcCursoClasse;
- A subclasse RefTabQryRelPessoaEducFormal: tem por objetivo se utilizada como recurso pela propriedade RelBOConcPessoaEducFormal;
- A subclasse RefTabQryRelDomAvaliacao: tem por objetivo se utilizada como recurso pela propriedade RelBOConcDomAvaliacao;
- A subclasse RefTabQryRelPessoaAvaliacao: tem por objetivo se utilizada como recurso pela propriedade RelBOConcPessoaAvaliacao;

#### 4.3.1.1 O conceito Curso

A classe Curso representa os cursos que o indivíduo pode fazer no sistema de gestão da aprendizagem. Constituído para registrar os cursos de um indivíduo, consiste em uma informação interoperada entre o sistema de avaliação de competências e o sistema de aprendizagem, trazendo todo o histórico de cursos realizados por um indivíduo.

Esta classe se relaciona com as classes CursoID e CursoNome, através deste relacionamento atribui-se ao domínio de informação do curso, o seu Id e seu Nome. No modelo proposto, os agentes de software responsáveis pelo acoplamento do sistema passam a conhecer a classe Curso, e sua constituição pela relação com CursoID e CursoNome. Com isso, o objetivo da interoperabilidade de dados se restringe a identificação do curso por um código, mais precisamente seu ID, e por uma descrição, mais precisamente seu Nome.

A figura 29 apresenta a classe Curso na ontologia proposta. Conforme pode ser verificado existe uma relação através da propriedade HasBOConceitoBOAtr entre Curso e CursoID, e entre Curso e CursoNome, o que determina que o Curso é identificado por um Id e um Nome.

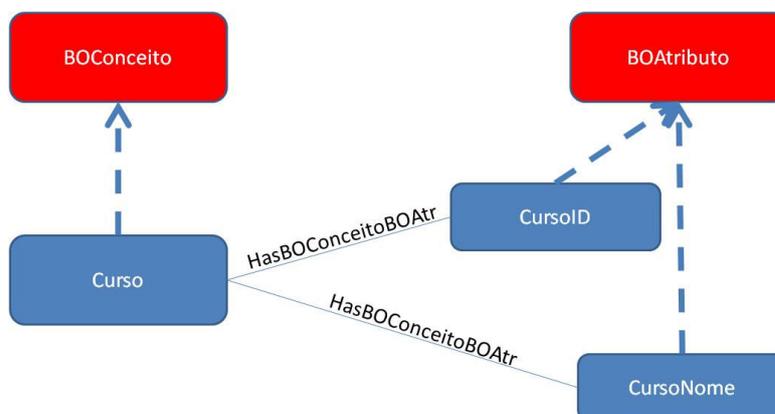


FIGURA 29 – Domínio de Informação de Cursos

Conforme apresenta a figura 29, a classe Curso é uma subclasse da classe BOConceito, e as classes CursoID e CursoNome, são subclasses da classe BOAtributo, relacionadas através da propriedade HasBOConceitoBOAtr.

#### 4.3.1.2 O conceito Pessoa

A classe Pessoa representa o indivíduo em si, constituindo uma informação interoperável entre os sistemas, para evitar a necessidade de retrabalho e novo cadastramento da pessoa no sistema de avaliação de competência, uma vez que a pessoa já está cadastrada no sistema de gestão da aprendizagem, sendo assim, os sistemas compartilham desta informação no momento do acoplamento. Para o módulo de avaliação de competências consistem em informações de identificação da pessoa no seu cadastro geral os elementos PessoaID, PessoaNome e PessoaDtNasc, que atribuem à pessoa um código identificador, um nome, e uma data de nascimento respectivamente.

A figura 30 apresenta o domínio de informação da Pessoa. Através do relacionamento HasBOConceitoBOAtr entre a classe Pessoa e as classes PessoaID, PessoaNome e PessoaDtNasc os agentes de software responsáveis pelo acoplamento identificam os dados relevantes a interoperar na acoplagem deste sistema.

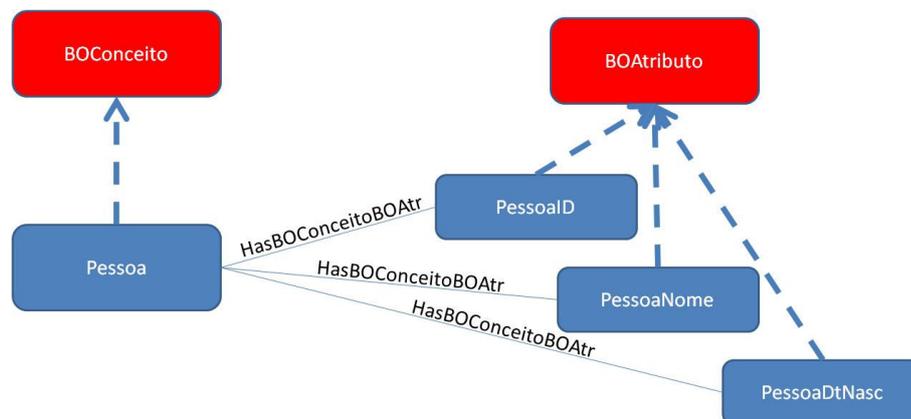


FIGURA 30 – Domínio de Informação de Pessoas

Conforme apresenta a figura 30, a classe Pessoa é uma subclasse da classe BOConceito, e as classes PessoaID, PessoaNome e PessoaDtNasc são subclasses da classe BOAtributo, relacionadas através da propriedade HasBOConceitoBOAtr.

#### 4.3.1.3 O conceito Classe

O conceito Classe representa as diferentes ocorrências de um determinado curso, e representa todas as vezes que um determinado curso foi realizado. Observa-se que a informação que define do Curso é interoperada uma única vez entre os sistemas, já a informação das diversas classes constituídas para este curso são interoperadas conforme cada realização deste. A figura 31 apresenta o domínio de informação da Classe.

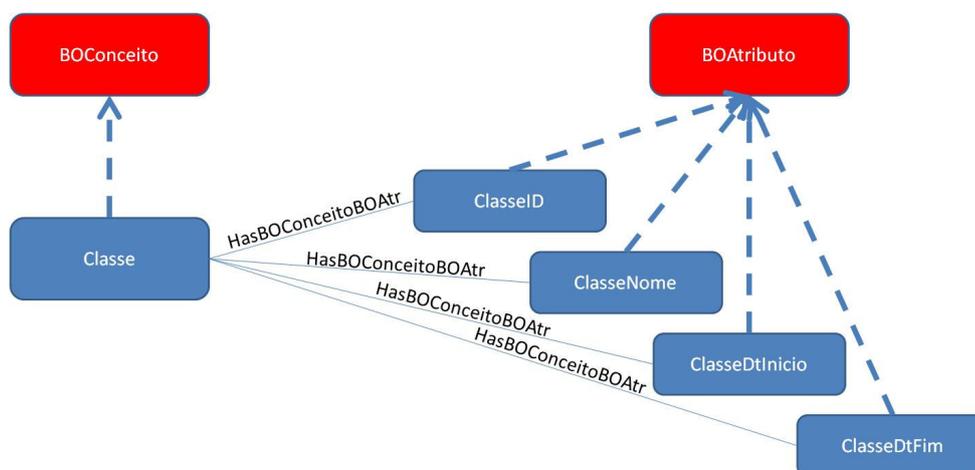


FIGURA 31 – Domínio de Informação de Classes

O conceito Classe relaciona-se com as classes ClasseID, ClasseNome, ClasseDtInicio, e ClasseDtFim, através do relacionamento HasBOConceitoBOAtr. O objetivo é atribuir um elemento identificador, um nome, uma data de início, e uma data de conclusão para cada Classe realizada. Conforme apresenta a figura 31, Classe é uma subclasse de BOConceito, e as classes ClasseID, ClasseNome, ClasseDtInicio, e ClasseDtFim são subclasses de BOAtributo, relacionadas através da propriedade HasBOConceitoBOAtr.

#### 4.3.1.4 O conceito Avaliação

A classe Avaliação tem por objetivo reunir informações da avaliação do funcionário na realização de um determinado curso via sistema de gestão da aprendizagem. Sua finalidade é representar a nota do funcionário no curso realizado, consistindo uma informação

interoperável entre os sistemas de avaliação de competência e gestão da aprendizagem. Esta informação é utilizada no modelo de competências, conforme já comentado anteriormente.

Através do relacionamento *HasBOConceitoBOAtr*, entre as classes *Avaliacao* e *AvaliacaoID*, *AvaliacaoDt* e *AvaliacaoNota*, se permitem ao agente de software identificar a composição do domínio de informação que se refere à avaliação do indivíduo na realização de um curso. Através disso, é possível identificar uma avaliação através de um elemento identificador, data, e nota final. A figura 32 apresenta o domínio de informação da Avaliação de um indivíduo na realização de um curso.

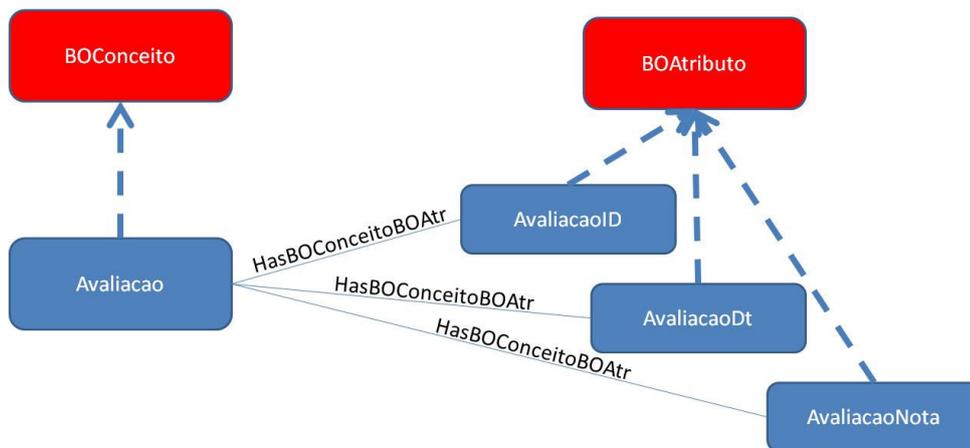


FIGURA 32 – Domínio de Informação da Avaliação na realização de cursos

Conforme apresenta a figura 32, a classe *Avaliacao* é uma subclasse da classe *BOConceito*, e as classes *AvaliacaoID*, *AvaliacaoDt* e *AvaliacaoNota* são subclasses da classe *BOAtributo*, relacionadas através da propriedade *HasBOConceitoBOAtr*.

#### 4.3.1.5 O conceito Educação Formal

A classe *EducacaoFormal* tem por objetivo reunir o histórico escolar e acadêmico do indivíduo. Este histórico é relevante ao modelo de competências proposto. Através do relacionamento *HasBOConceitoBOAtr* entre a classe *EducacaoFormal* e as classes *EducacaoFormalID* e *EducacaoFormalNome*, os agentes de software conhecem a informação identificadora de uma educação formal, bem como a sua descrição. A figura 33 apresenta o domínio de informação da educação formal.

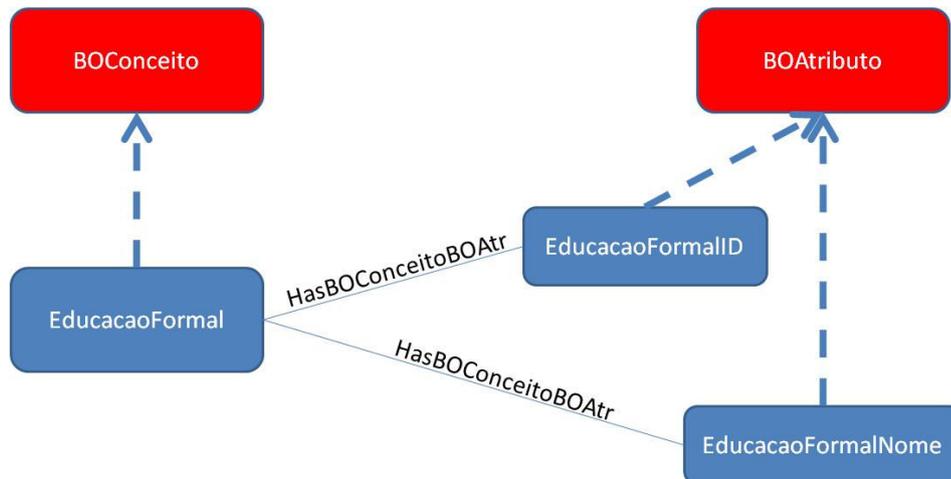


FIGURA 33 – Domínio de Informação de Educação Formal

Conforme apresenta a figura 33, a classe EducacaoFormal é uma subclasse da classe BOConceito, e as classes EducacaoFormalID e EducacaoFormalNome, são subclasses da classe BOAtributo, relacionadas através da propriedade HasBOConceitoBOAtr.

#### 4.3.1.6 O conceito Item Aprendizagem

A classe ItemAprendizagem tem por objetivo servir como um classificador de cursos. Este conceito está presente em sistemas de gestão da aprendizagem para indicar a natureza do treinamento ou curso que está sendo prestado. Portanto, na criação de um novo curso, este poderá receber uma classificação. A figura 34 apresenta as classes deste domínio de informação.

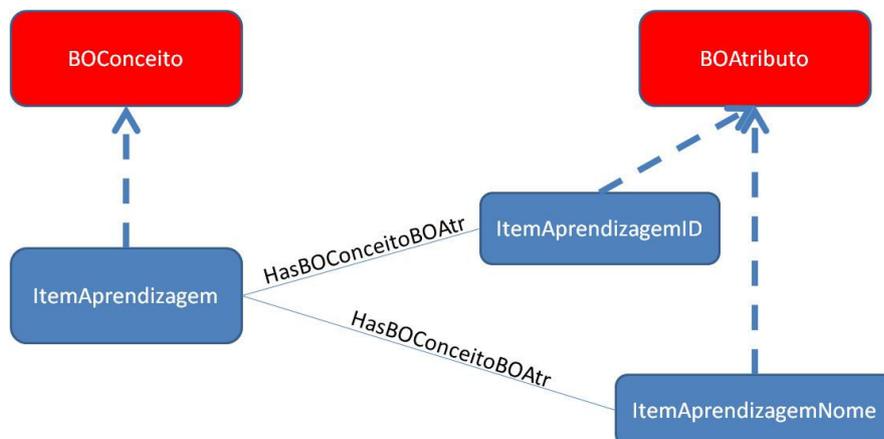


FIGURA 34 – Domínio de Informação de Itens de Aprendizagem

Através desta classe, os agentes de software identificam a classificação do curso. Esta identificação é realizada através das classes `ItemAprendizagemID` e `ItemAprendizagemNome`, que estão relacionadas pela propriedade `HasBOConceitoBOAtr` à `ItemAprendizagem`.

Conforme apresenta a figura 34, a classe `ItemAprendizagem` é uma subclasse da classe `BOConceito`, e as classes `ItemAprendizagemID` e `ItemAprendizagemNome`, são subclasses da classe `BOAtributo`, relacionadas através da propriedade `HasBOConceitoBOAtr`.

#### 4.3.1.7 O relacionamento `RelacionaBOConceito`

O domínio de informação do sistema de avaliação de competências é formado pelas classes `Avaliação`, `Pessoa`, `Classe`, `Curso`, `Educação Formal` e `Item Aprendizagem`. Estas classes estão relacionadas entre si para formar o contexto de informações pertinente. O relacionamento entre estas classes é construído através de propriedades específicas para tal. A principal propriedade criada na ontologia, e que gera as subpropriedades que atuam diretamente nos relacionamentos, é a `RelacionaBOConceito`. A partir desta são herdadas as demais propriedades: `RelBOConcPessoaAvaliacao`, `RelBOConcPessoaEducFormal`, `RelBOConcDomAvaliacao`, `RelBOConcClassePessoa`, `RelBOConcCursoClasse` e `RelBOConcCursoItemAprendizagem`. A figura 35 apresenta os relacionamentos entre os conceitos que representam o modelo de competências.

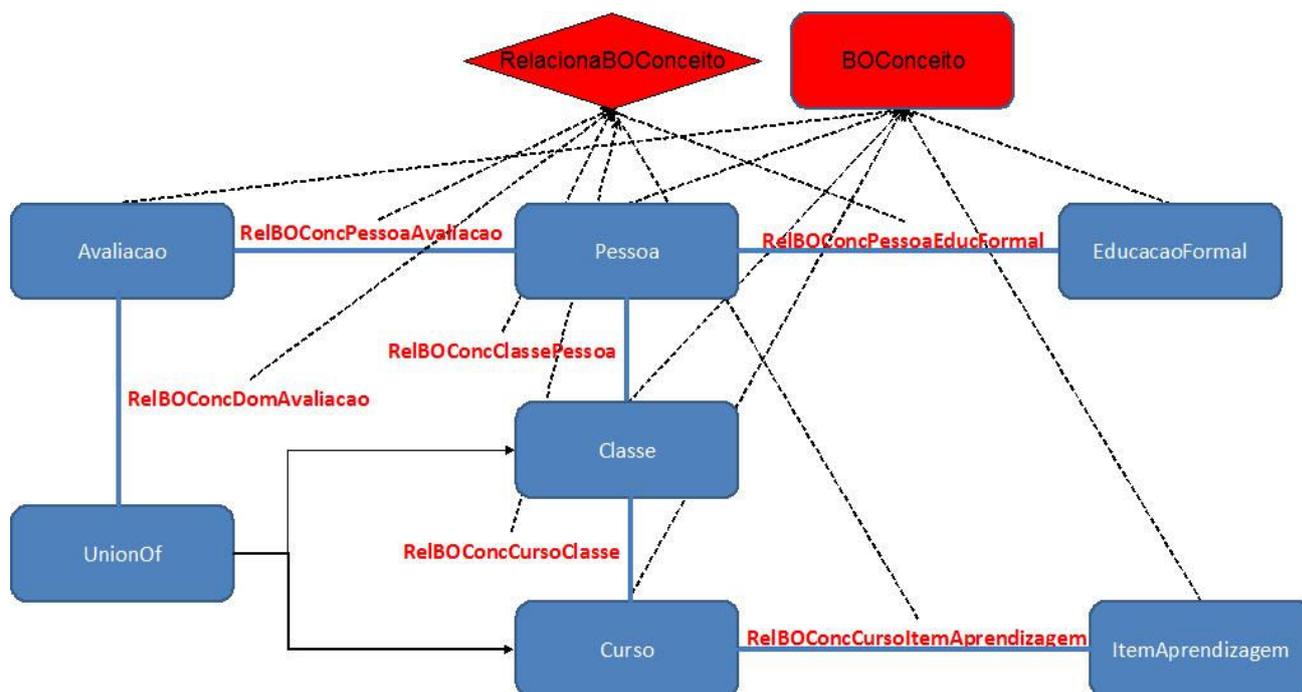


FIGURA 35 – Relacionamentos entre BOConceitos

Conforme observado na figura 35, os relacionamentos entre as subclasses de BOConceito são subpropriedades de RelacionaBOConceito. A seguir a descrição de cada propriedade:

- RelBOConcPessoaEducFormal: relaciona indivíduos das classes Pessoa e Educação Formal. O domínio da propriedade é Pessoa, e o range é Educação Formal. Através deste relacionamento objetiva-se atrelar a educação formal realizada a uma pessoa.
- RelBOConcClassePessoa relaciona indivíduos das classes Pessoa e Classe. O domínio da propriedade é Classe, e o range é Pessoa. Através deste relacionamento se objetivam elencar as classes que uma pessoa participou na realização de cursos no sistema de gestão da aprendizagem.
- RelBOConcCursoClasse relaciona indivíduos das classes Curso e Classe. O domínio da propriedade é Curso, e o range é Classe. Através deste relacionamento objetiva-se associar as diferentes turmas, aqui identificadas como classes, que ocorreram para um determinado curso.
- RelBOConcCursoItemAprendizagem relaciona indivíduos das classes Curso e Item Aprendizagem. O domínio da propriedade é curso, e o range é Item Aprendizagem. Através deste relacionamento objetiva-se associar as diferentes classificações dadas aos cursos no sistema de gestão da aprendizagem.

- `RelBOConcPessoaAvaliacao` relaciona indivíduos das classes `Pessoa` e `Avaliação`. O domínio da propriedade é `Pessoa`, e o range é `Avaliação`. Através deste relacionamento objetiva-se associar a avaliação obtida por uma pessoa na realização de um determinado curso, via sistema de gestão da aprendizagem.
- `RelBOConcDomAvaliacao` relaciona indivíduos da classe `Avaliação`, com indivíduos formados pela união das classes `Curso` e `Classe`. O domínio da propriedade é a união das classes `Curso` e `Classe`, e o range é `Avaliação`. Através deste relacionamento objetiva-se atrelar uma determinada avaliação a uma classe, ou turma, existente para um curso em particular.

#### 4.3.2 Domínio de Informações do sistema de gestão da aprendizagem

A ontologia desenvolvida também implementa o domínio de informações do sistema de gestão da aprendizagem, no qual o sistema de avaliação de competências é acoplado. No modelo de acoplamento proposto, a ontologia precisa representar a implementação lógica do banco de dados deste sistema. Isto ocorre devido ao fato de que a interoperabilidade entre os sistemas acontece a partir do sistema acoplador, em direção ao sistema acoplado, no caso, do sistema de gestão de aprendizagem para o de avaliação de competências, respectivamente. Portanto, o processo de acoplamento deve ser capaz de buscar os dados que o domínio de informações do SAC necessita, diretamente na base de dados do SGA. O método adotado para isso se baseia na construção automática de consultas, ou *queries*, a serem executadas posteriormente na base de dados do sistema de gestão da aprendizagem. A construção automática das *queries*, sua execução na base de dados, e o manejo dos dados retornados destas consultas, são funções ou regras executadas pelos agentes de software responsáveis pelo acoplamento e interoperabilidade de dados. Para que seja possível a construção automática das *queries*, é necessário representar o esquema de objetos do banco de dados que sofrerá as consultas.

Através da representação do modelo lógico de dados do sistema de gestão da aprendizagem, a ontologia fornece subsídios aos agentes de software para construção automatizada da *query* no momento do acoplamento do sistema de avaliação de competências ao anterior, bem como permite a interoperabilidade de dados entre ambos os sistemas através

da execução da *query* e transporte dos dados resultados desta. A ontologia desenvolvida no trabalho de Laborda e Conrad (2005) chamada Relational.OWL é utilizada para a representação da base de dados do sistema de gestão da aprendizagem.

#### 4.3.3 Relacionamento entre os domínios de informações

A ontologia desenvolvida neste estudo implementou classes e relacionamentos para representar os domínios de informação do sistema de avaliação de competência e do sistema de gestão da aprendizagem, limitando-se aos elementos que fazem parte do processo de acoplamento dos sistemas. As classes e relacionamentos do lado de competências têm por objetivo representar o contexto de informações que devem ser buscadas na gestão da aprendizagem, e posteriormente interoperadas entre os sistemas. As classes e relacionamentos do lado do sistema de gestão da aprendizagem têm por objetivo representar o esquema de banco de dados deste sistema, ou seu modelo lógico de dados, o que permite que os agentes de software estejam hábeis a construir a *query* e realizar a consulta de informações na sua base de dados de forma automatizada.

O objetivo desta metodologia somente poderá ser alcançado se houver um relacionamento entre os domínios de informação de ambos os sistemas. A figura 36 apresenta as propriedades de objetos que implementam o relacionamento entre os conceitos presentes em ambos os domínios.



FIGURA 36 – Relacionamentos entre os domínios de informação

As propriedades de objetos **MatchBOAtrTOColumn**, **RefTabQuery** e **RefTabQueryRelacionaLista** têm como domínio as classes presentes no contexto de informações de competência, e como range as classes presentes no contexto de informações de aprendizagem.

#### 4.3.3.1 O relacionamento MatchBOAtrTOColumn

Para a construção automática da *query* no acoplamento, os indivíduos das subclasses de BOAtributo são relacionados aos indivíduos da classe Column. Este relacionamento acontece através da propriedade de objetos MatchBOAtrTOColumn. Seu objetivo é suprir os agentes de software com conhecimento da tabela e coluna, no sistema de gestão da aprendizagem, que contém a informação a que se refere uma determinada classe no domínio de informações do modelo de competências. Tendo este conhecimento, o agente de software constrói a consulta na base de dados de modo a trazer esta informação, que está armazenada em um objeto daquele banco de dados. A figura 37 apresenta este relacionamento.

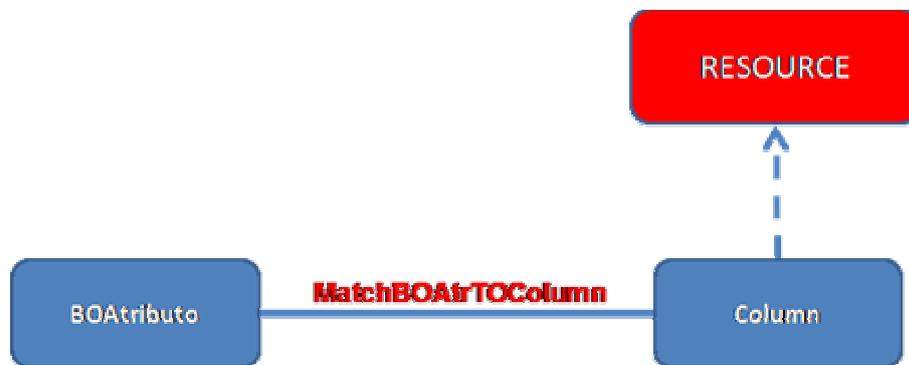


FIGURA 37 – Relacionamento MatchBOAtrTOColumn

O domínio da propriedade MatchBOAtrTOColumn é BOAtributo, e o seu range é Column. Realiza-se assim um mapeamento direto entre o contexto de informação presente no domínio de avaliação de competências e o contexto de informação presente no banco de dados do sistema de gestão da aprendizagem. Através deste relacionamento, é que se realiza o mapeamento entre os domínios de informação, através da ontologia.

#### 4.3.3.2 O relacionamento RefTabQuery

O relacionamento RefTabQuery tem por objetivo suprir uma necessidade de informação ao processo de acoplamento do sistema de avaliação de competências. Não generalizado, mas algumas vezes a indicação da coluna e tabela no banco de dados que armazena a informação de interesse do agente de software não é suficiente para a construção

automatizada da *query*. Necessita-se indicar quais outros objetos, ou seja, tabelas no banco de dados estão envolvidas no contexto de informação, e fazem relação com as tabelas e colunas associadas via propriedade MatchBOAtrTOColumn. A figura 38 apresenta o relacionamento RefTabQuery.

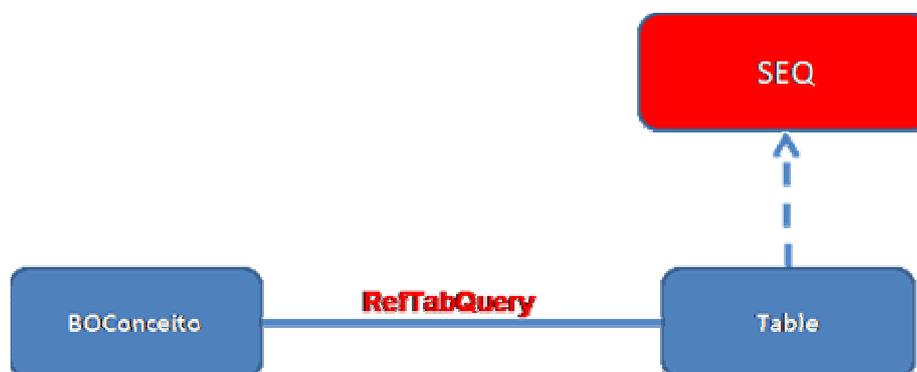


FIGURA 38 – Relacionamento RefTabQuery

O domínio da propriedade RefTabQuery é a classe BOConceito, e seu range é a classe Table.

Conforme Semmel (1997) um modelo de relacionamento de entidades, conhecido como modelo ER (*Entity Relationship*), utiliza técnicas de modelagem semântica de dados para resultar em um esquema conceitual, o que consiste em uma representação de conhecimento do mundo o qual modela. Utilizar um esquema conceitual para a formulação automática de *queries* normalmente exige heurísticas para a procura de subesquemas conceituais derivados deste primeiro. A partir de um esquema conceitual de objetos, associações, e restrições, é possível identificar uma série de outros subesquemas conceituais, cujos objetos são relacionados de maneira forte, portanto elegíveis para a construção de uma *query*. Estes subesquemas delimitam o contexto de dados e objetos que o processo automatizado de geração da *query* precisa investigar e considerar. Para atender a esta demanda, a ontologia proposta traz a propriedade RefTabQuery justamente para associar às subclasses de BOConceito, os indivíduos da classe Table que perfazem o contexto de objetos a serem considerados na construção das *queries*.

#### 4.3.3.3 O relacionamento RefTabQueryRelacionaLista

Este relacionamento tem seu objetivo auxiliar na determinação do contexto de objetos a serem considerados na construção automática das *queries*, mas com uma particularidade, seu domínio é o conceito RefTabQueryRelaciona, utilizado como uma referência nas propriedades de objetos que associam as subclasses da classe BOConceito entre si. O range da propriedade RefTabQueryRelacionaLista é a classe Table. A figura 39 apresenta esta propriedade.



FIGURA 39 – Relacionamento RefTabQueryRelacionaLista

O RefTabQueryRelaciona consiste em uma classe, cujas subclasses geram indivíduos relacionados às propriedades RelBOConcPessoaAvaliacao, RelBOConcPessoaEducFormal, RelBOConcDomAvaliacao, RelBOConcClassePessoa, RelBOConcCursoClasse e RelBOConcCursoItemAprendizagem. Portanto, cada subclasse de RefTabQueryRelaciona, gera um indivíduo que está associado a um dos relacionamentos anteriores. Sendo estas subclasses o domínio da propriedade RefTabQueryRelacionaLista, torna-se possível trazer o contexto de objetos do banco de dados do sistema de gestão da aprendizagem, que são mapeados aos relacionamentos presentes entre as classes Avaliação, Pessoa, Classe, Curso, Educação Formal e Item Aprendizagem no domínio de avaliação de competência.

#### 4.4 Módulo de Acoplamento

O acoplamento do sistema de avaliação de competências no sistema de gestão da aprendizagem compreende um dos principais objetivos da solução desenvolvida neste estudo. Para atender a esta funcionalidade, foi desenvolvido um módulo específico dentro do sistema de avaliação de competências. Este módulo compreende um sistema multiagentes para acoplamento de interoperabilidade de dados.

Neste capítulo trata-se a arquitetura multiagente do módulo de acoplamento e a utilização da ontologia para realização do acoplamento. Abordamos também a metodologia

desenvolvida para o processo de acoplamento, o protocolo de comunicação entre os sistemas, e o processo de construção automática da *query*, utilizada na consulta de dados interoperáveis entre os sistemas.

#### 4.4.1 Arquitetura do módulo de acoplamento

O módulo de acoplamento foi projetado para viabilizar o mapeamento entre os domínios de informação do sistema de avaliação de competências e gestão da aprendizagem, criar de forma automática as consultas a serem executadas no processo de interoperabilidade de dados entre os sistemas, e executar a monitoração e interoperabilidade dos dados propriamente dita. A figura 40 apresenta a arquitetura do módulo de acoplamento, parte do sistema de avaliação de competências, e exemplifica sua utilização para acoplar os sistemas comentados.

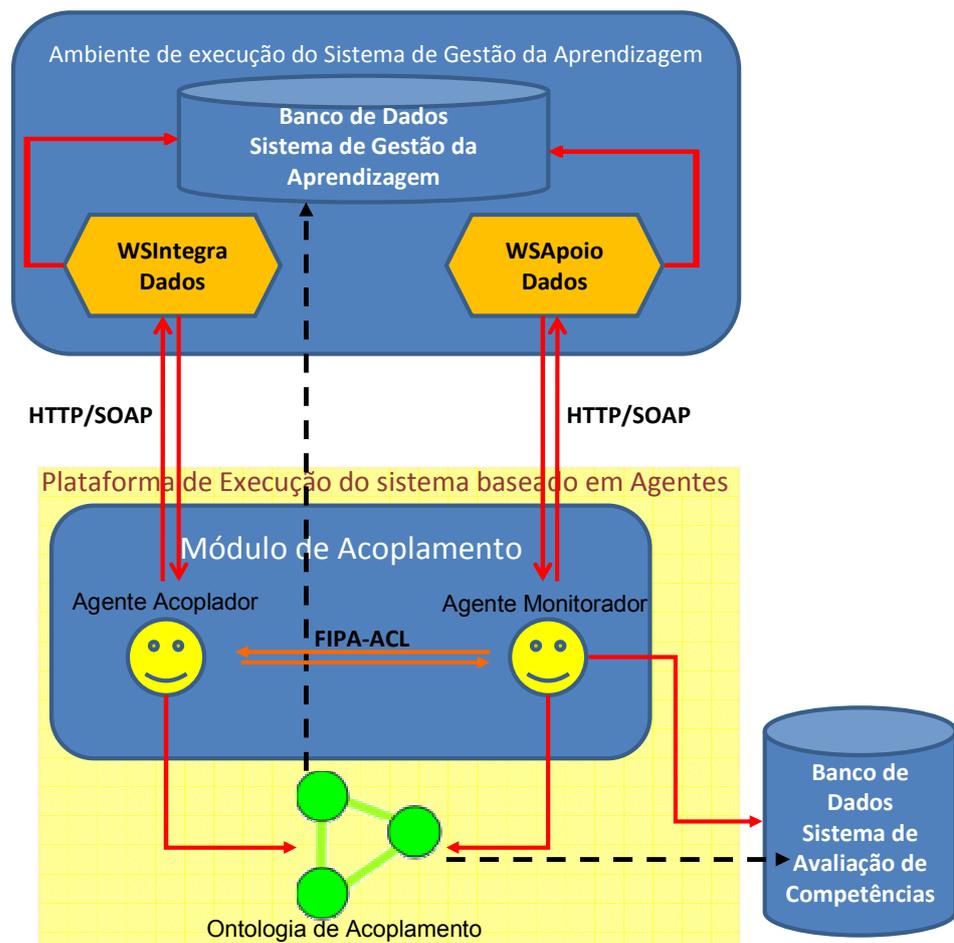


FIGURA 40 – Arquitetura Módulo de Acoplamento

Considerando a arquitetura distribuída assumida pelos sistemas após sua acoplagem, implementa-se a comunicação entre os sistemas via *web services*. O serviço constitui um componente de software implantado no ambiente do sistema de gestão da aprendizagem, com acesso ao banco de dados deste sistema, e executa solicitações do cliente. O cliente compreende o agente de software localizado no módulo de acoplamento.

O módulo de acoplamento dispõe de dois agentes de software, um responsável pelo acoplamento do sistema de avaliação de competências, e outro responsável por monitorar e interoperar dados entre os sistemas. Sendo assim, cada agente precisa realizar interações com o sistema de gestão da aprendizagem, segundo suas responsabilidades. Para viabilizar isso, a arquitetura traz dois *web services*, onde o WSIntegraDados executa as solicitações realizadas pelo agente Acoplador, e o WSApoioDados executa as solicitações realizadas pelo agente Monitorador. Ambos os *web services* tem acesso a base de dados do sistema de gestão da aprendizagem. Na figura 40, estes agentes são apresentados como clientes dos *web services*. Além, os agentes interagem entre durante o processo de acoplamento e monitoração do ambiente, via mensagens que respeitam o protocolo de interação FIPA-ACL. Como meio de persistência de dados, e informações necessárias aos agentes de software na execução de suas responsabilidades, estes agentes têm acesso à base de dados do sistema de avaliação de competência.

Como base de conhecimento para o processo de acoplamento e interoperabilidade de dados, os agentes de software utilizam a ontologia que realiza o mapeamento entre o domínio de informações do sistema de avaliação de competências e do sistema de gestão da aprendizagem. Esta ontologia está disponível no módulo de acoplamento e acessível pelos agentes de software. Na figura 40, a ontologia destaca através de apontadores que sua função é mapear o domínio de informações de ambos os sistemas, acoplado e acoplador, permitindo assim a interoperabilidade de dados.

#### 4.4.2 Arquitetura dos Agentes de Software

O módulo de acoplamento foi construído como um sistema multiagente. Sua arquitetura foi desenvolvida com base na utilização da metodologia O-MaSE. O projeto de construção dos agentes de software inicia-se com o diagrama de objetivos, que traz de forma

detalhada os objetivos que o módulo de acoplamento deve atingir na sua execução. A partir deste deriva-se o diagrama de organização, que trata das interações do sistema com agentes externos, e apresenta os principais objetivos dos agentes. Após, abrangemos o diagrama de papéis dos agentes de software, para atribuir os objetivos estabelecidos como responsabilidades a serem tratados pelos diversos papéis previstos no modelo. Na sequência, construímos o diagrama de classes de agentes, que define os agentes e os papéis que cada agente vai desempenhar. Para finalizar, abordamos as interações realizadas entre os agentes de software, através do diagrama de interações.

#### 4.4.2.1 Diagramas de Objetivos

Inicia-se pelo diagrama de objetivos. A figura 41 apresenta a primeira parte deste diagrama, que se refere ao objetivo de acoplar o sistema de avaliação de competências ao sistema de gestão da aprendizagem. Para otimizar o diagrama, criamos os acrônimos SAC e SGA para representar os sistemas respectivamente.

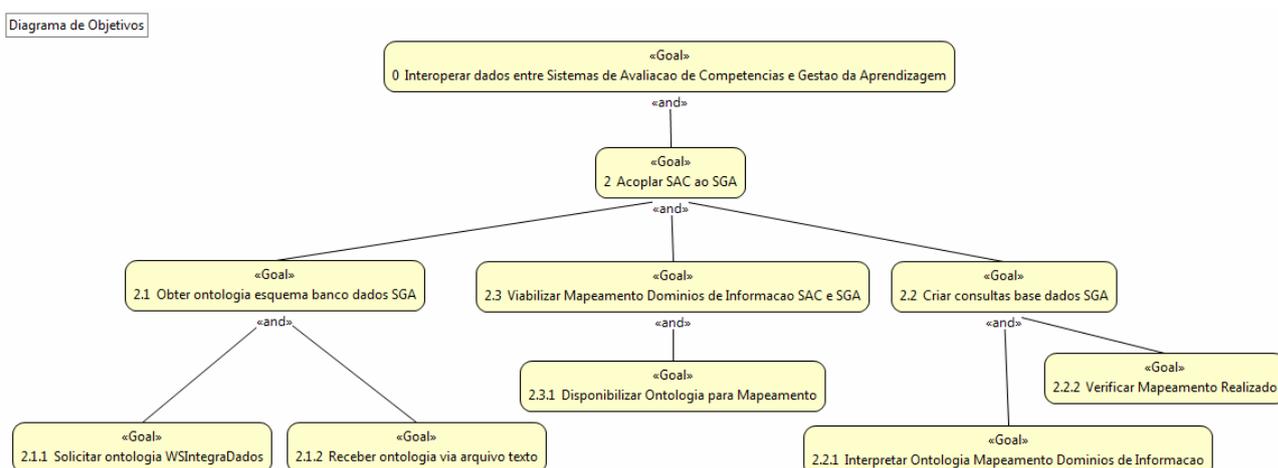


FIGURA 41 – Diagrama de Objetivos – Acoplamento

O acoplamento do sistema de avaliação de competências constitui um dos principais objetivos do módulo. Para realizar o acoplamento, identificou-se a necessidade de obter a ontologia que representa o esquema do banco de dados do sistema de gestão da aprendizagem. Após, deve-se mapear os domínios de informação dos sistemas acoplados e acoplador. Por

final, criando os objetos que viabilizam as *queries* no banco de dados daquele sistema, viabiliza o acoplamento por completo.

O processo para obter a ontologia que representa a base de dados do SGA envolve enviar uma solicitação ao serviço WSIntegraDados. Como resposta ao cliente, o serviço envia a ontologia que representa o esquema do banco de dados em questão. A ontologia vem em forma de arquivo texto, e é armazenada em um diretório do sistema operacional que abriga o sistema de avaliação de competência.

O processo para mapear os domínios de informação do SAC ao SGA envolve uma ação do administrador do sistema, via ferramenta própria para tal. Para este objetivo, o agente de software deve ter um meio de disponibilizar a ontologia para o mapeamento. A disponibilização já foi realizada quando o agente recebe a ontologia diretamente do serviço WSIntegraDados. O agente também deve verificar e saber quando o mapeamento dos domínios de informação estiver completo. Para criar automaticamente os objetos que viabilizam as consultas, ou *queries*, na base de dados do sistema de gestão da aprendizagem, é necessário que o agente de software interprete o mapeamento entre os domínios de informação dos sistemas.

Para garantir a interoperabilidade de informações entre os sistemas acoplados e acoplador, identificou-se a necessidade de construir um processo para a monitoração do banco de dados do sistema de gestão da aprendizagem, para que ao encontrar qualquer alteração importante, no escopo de informações interoperáveis, o agente de software passe compartilhamento dos dados. Portanto, para que a monitoração aconteça, levantou-se como necessário verificar a existência do acoplamento, consultar a base de dados do SGA, e verificar os dados retornados pela consulta. A figura 42 apresenta o diagrama de objetivos para o processo de monitoramento.

Diagrama de Objetivos

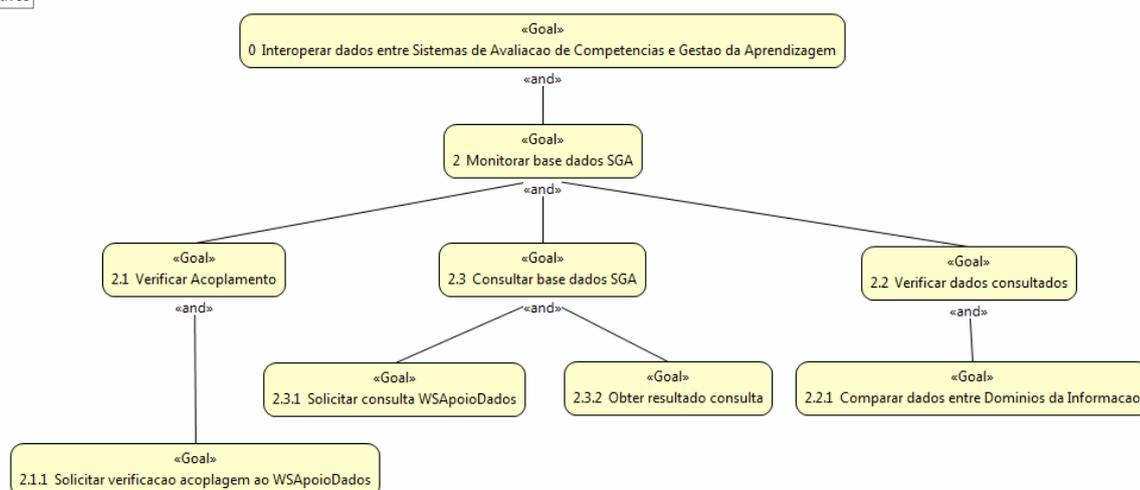


FIGURA 42 – Diagrama de Objetivos – Monitoramento

O processo de verificar o acoplamento é necessário, para que o agente de software não inicie qualquer processo de monitoramento sem que se certifique a existência do acoplamento por completo. Dentre as responsabilidades do serviço WSApoioDados, está a verificação da existência dos objetos na base de dados do SGA que permitem a realização da consulta. Com isso, torna-se adequado que o agente de software atue como um cliente deste serviço, solicitando a verificação e recebendo seu resultado.

O processo de consulta a base de dados do SGA objetiva tomar conhecimento do estado desta base. Para sua realização, levantou-se como necessário solicitar ao serviço WSApoioDados que execute uma consulta nas tabelas do banco de dados de acordo com as *queries* que foram criadas no processo de acoplamento. O resultado desta consulta deve retornar ao agente de software para posterior análise. Este resultado seriam os dados interoperáveis entre os sistemas, e refletem o estado da base de dados do SGA, para as informações relevantes a interoperar.

A verificação dos dados consultados é necessária no processo de monitoramento, pois trata de verificar se os dados existentes na base do SGA, já foram todos compartilhados, ou seja, interoperados entre os sistemas. Para se ter conhecimento disso, é necessário comparar os dados recebidos como resultados da consulta anterior, aos dados existentes na base do sistema de avaliação de competências. Esta verificação sinalizará os dados que não foram compartilhados entre os sistemas ainda, tornando-os elegíveis ao compartilhamento.

Uma vez constatada a necessidade de compartilhar informações entre os sistemas, resultado da monitoração, o agente de software precisa efetivamente executar a interoperabilidade dos dados. Para sua realização, levantou-se como necessário obter os dados

resultantes da monitoração elegíveis ao compartilhamento, e posteriormente persisti-los no banco de dados do sistema de avaliação de competências. A figura 43 apresenta o diagrama de objetivos para a interoperabilidade de dados.

Diagrama de Objetivos

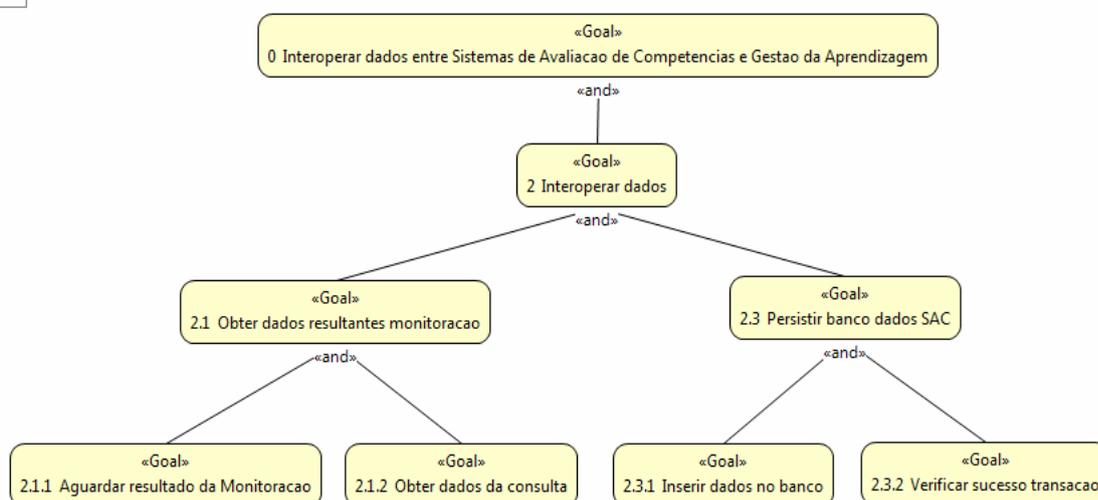


FIGURA 43 – Diagrama de Objetivos – Interoperabilidade

O processo para se obter os dados elegíveis ao compartilhamento envolve aguardar o resultado da monitoração. Uma vez de posse destes dados, o agente de software está pronto para persisti-los. Quanto ao processo de persistir os dados no banco do SAC, levantou-se como necessário inseri-los na base, e verificar o sucesso desta transação. Caso a inserção foi realizada com sucesso, o processo de interoperabilidade está concluído.

#### 4.4.2.2 Diagrama da Organização

O diagrama da organização traz as interações do sistema com seus agentes externos, bem como os objetivos que este contempla e o serviço geral que fornece. Para o módulo de acoplamento, o diagrama apresenta os principais objetivos que este módulo procura atingir, seu principal serviço prestado como componente do sistema de avaliação de competências, bem como a interação com o administrador do sistema. A figura 44 apresenta o diagrama da organização do módulo de acoplamento.

## Diagrama da Organizacao

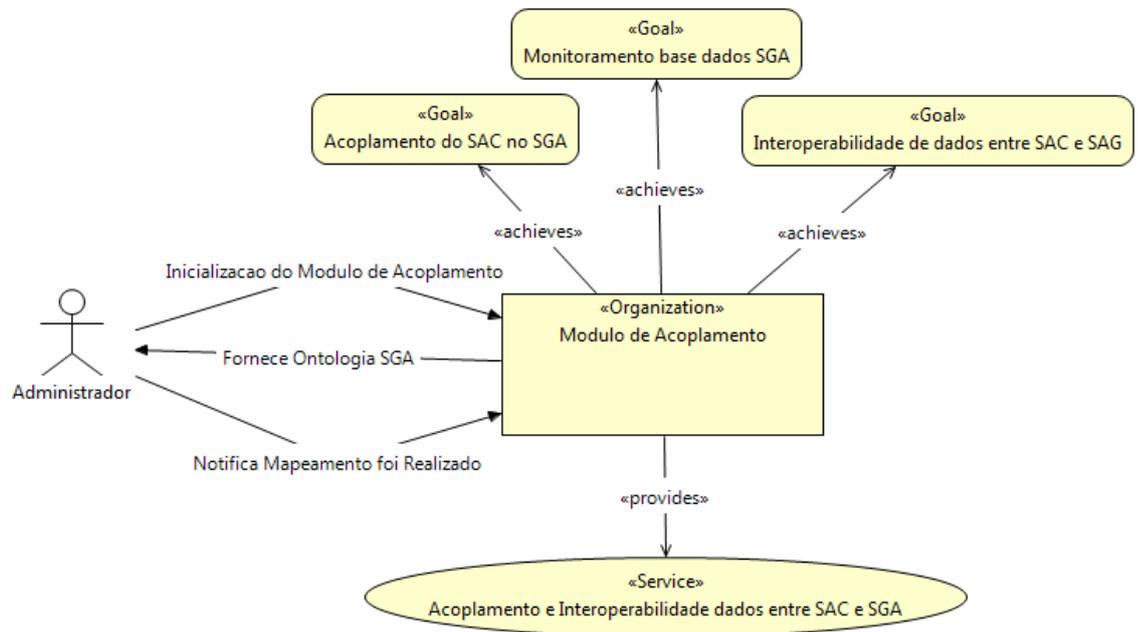


FIGURA 44 – Diagrama da Organização

O administrador do sistema tem um papel a exercer na inicialização do módulo de acoplamento, que é realizada via sistema de avaliação de competência. Este módulo, uma vez iniciado, entra em execução, e os agentes de software passam a trabalhar. Em uma determinada fase do processo de acoplamento, o administrador do sistema necessita notificar que o mapeamento entre os domínios de informação dos sistemas SAC e SGA foi concluído. Este mapeamento pode ser realizado após que o módulo disponibilize a ontologia do sistema SGA para este processo. O módulo tem por concepção fornecer o serviço de interoperabilidade de dados entre o SAC e SGA. Este serviço pode ser fornecido desde que os objetivos de acoplamento do SAC ao SGA, monitoramento da base do SGA e interoperabilidade de dados entre os sistemas sejam alcançados.

## 4.4.2.3 Diagrama de Papéis

O diagrama de papéis organiza os objetivos que o sistema multiagentes precisa atingir em torno de papéis. Neste momento do projeto, são definidos os papéis a serem desempenhados pelos agentes de software, sendo que cada papel tem previsto uma série de ações para atingir os objetivos associados a ele. Para executar os objetivos de verificar o

acoplamento, monitorar a base de dados do SGA e interoperar dados entre os sistemas foram definidos os papéis verificador de acoplagem, monitorador de dados, e monitorador SGA para atendê-los, respectivamente. As figuras 45 e 46 apresentam o diagrama de papéis para o módulo de acoplamento.

O papel de Monitorador SGA tem por objetivo monitorar a base de dados do SGA, solicitar a consulta ao WSApoioDados, consultar base de dados do SGA, obter resultado da consulta, verificar os dados consultados, e comparar dados entre domínios da informação. O papel de Verificar Acoplagem tem por objetivo solicitar a verificação da acoplagem ao WSApoioDados e verificar a acoplagem. Já o papel Interoperador Dados tem por objetivo aguardar o resultado da monitoração, obter os dados da consulta, interoperá-los entre os sistemas, consultar se devem ser persistidos, e gravá-los no banco de dados do SAC caso necessário, verificando o sucesso da transação de inserção.

Diagrama de Papéis

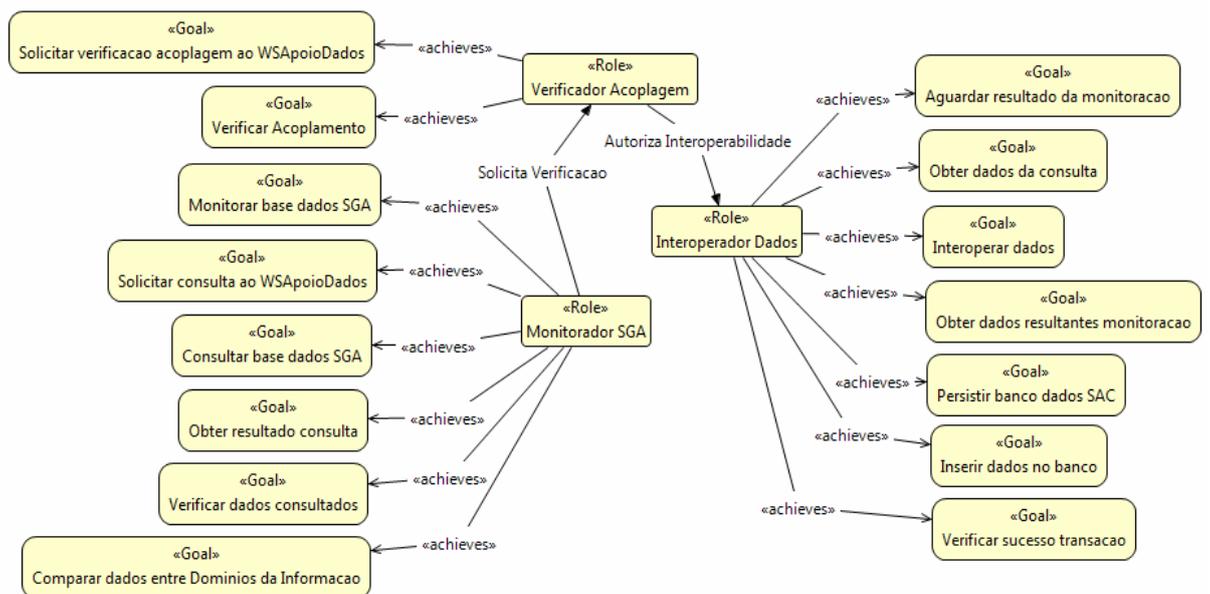


FIGURA 45 – Diagrama de Papéis para Monitoração

Diagrama de Papéis

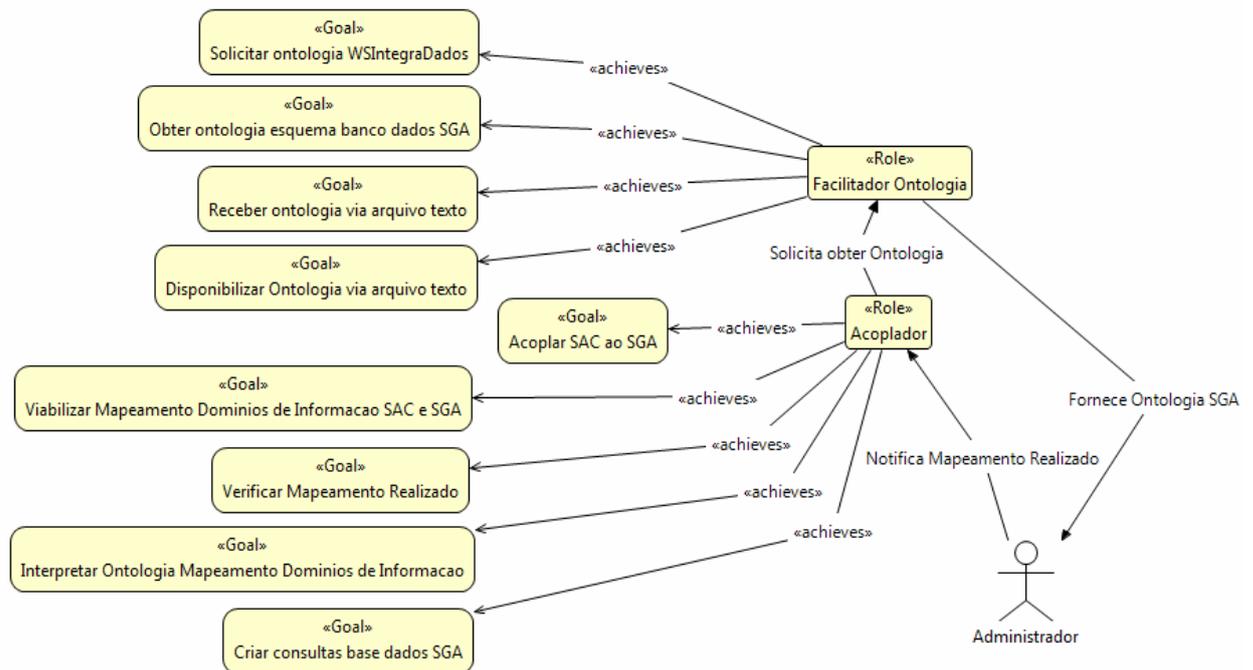


FIGURA 46 – Diagrama de Papéis para Acoplamento

O papel de Acoplador tem por objetivo atender aos seguintes: acoplar o SAC ao SGA, viabilizar o mapeamento entre os domínios de informação do SAC e SGA, verificar o mapeamento realizado, interpretar a ontologia de mapeamento entre os domínios da informação, e criar as consultas na base de dados do SGA. Finalmente, o papel de Acesso a Ontologia tem por objetivo atender os seguintes: solicitar a ontologia ao WSIntegraDados, obter a ontologia do esquema de banco de dados do SGA, e disponibilizar a ontologia via arquivo texto.

#### 4.4.2.4 Diagrama de Agentes

O diagrama de agentes tem por finalidade associar os diferentes papéis que devem ser desempenhados para o alcance dos objetivos aos agentes de software. Portanto, através deste representa-se cada agente como um componente relevante na arquitetura do sistema, pois se passa a evidenciar o papel de cada agente no sistema como um todo. A figura 47 apresenta o diagrama de agentes do módulo de acoplamento.

Diagrama de Agentes

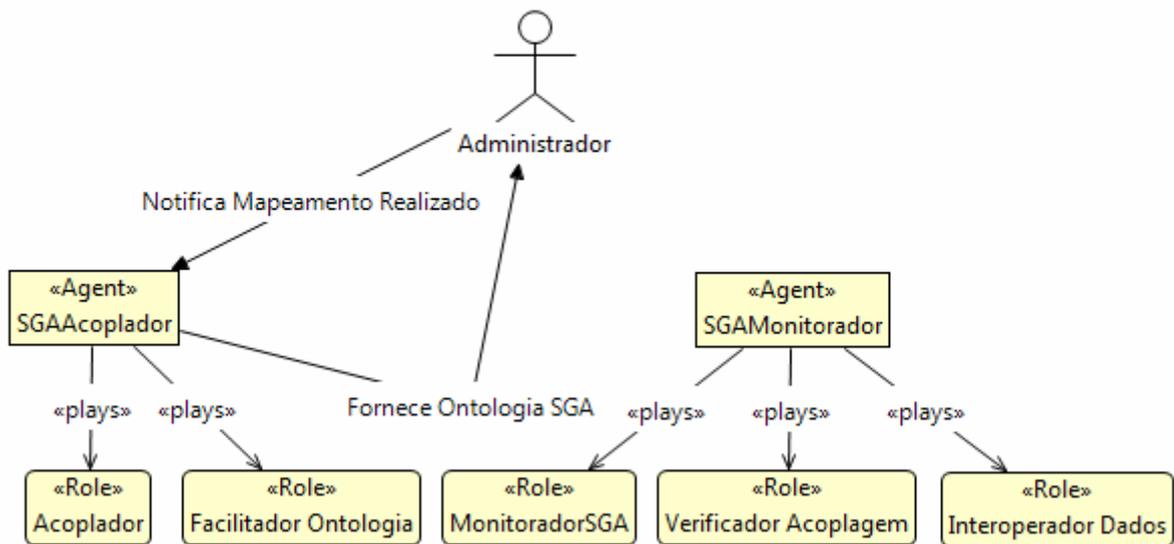


FIGURA 47 – Diagrama de Agentes

O agente SGA Acoplador é responsável por assumir os papéis de Facilitador Ontologia, e Acoplador. Através destes papéis o agente atuará para disponibilizar a ontologia para a realização do mapeamento entre os domínios de informação, bem como interpretará a ontologia, após mapeamento, para a criação automática das *queries* necessárias nas consultas de informações na base de dados do SGA.

O agente SGA Monitorador é responsável por assumir os papéis de verificador da acoplamento, monitorador do SGA e interoperador de dados. Através destes papéis este agente tem a capacidade para monitorar a base de dados do SGA e na constatação da necessidade de interoperar dados entre os sistemas, assim o fará.

#### 4.4.3 Processo de Acoplamento

O processo de acoplamento do sistema de avaliação de competências ao sistema de gestão da aprendizagem utiliza a arquitetura projetada como base para a execução da metodologia desenvolvida para o acoplamento. Esta metodologia tem como princípio um processo de acoplamento que não exige alteração alguma na estrutura de objetos e componentes que constituem o sistema de gestão da aprendizagem. Uma vez realizado o mapeamento do domínio de informações do sistema de avaliação de competências para o

domínio de informações do sistema de gestão da aprendizagem, via ontologia, o processo de acoplamento deve estar hábil a acontecer, sem necessitar de alteração alguma no segundo sistema.

Portanto, a execução do acoplamento é dividida em etapas, que devem ser executadas sequencialmente, ora pelos agentes de software, ora pelo administrador de sistemas que esta auxiliando o acoplamento.

#### 4.4.3.1 Roteiro de Acoplamento e Interoperabilidade de Dados

O módulo de acoplamento roda sob uma plataforma para execução de sistemas multiagentes. Este módulo entra em execução quando a plataforma é iniciada, por solicitação do administrador de sistemas. Esta plataforma coloca em execução os agentes de software responsáveis pelo acoplamento e monitoração.

O agente de monitoração detém em seu plano de comportamentos, executar a monitoração da base de dados do sistema de gestão da aprendizagem continuamente, e iniciar a interoperabilidade de dados entre os sistemas quando julgar necessário. Para que esta ação seja possível, o acoplamento ao sistema de aprendizagem deverá ter ocorrido com antecedência. Caso este agente perceba que o acoplamento ainda não foi realizado, ou esta com alguma parte defeituosa, ele tem por iniciativa, comunicar este problema ao agente acoplador. Neste caso, o agente de monitoração passa a aguardar pelo retorno positivo do agente acoplador, que notificará quando o acoplamento foi realizado ou corrigido e esta em funcionamento.

O agente acoplador tem em seu comportamento, a determinação para entrar em ação somente por solicitação do agente monitorador. Quando esta solicitação for recebida, o agente acoplador deve entrar em ação. Sua função no processo de acoplamento é de viabilizar a instanciação da ontologia para o domínio de informações do sistema de gestão da aprendizagem, deixando-a pronta para a execução do mapeamento entre ambos os domínios de informação. Uma vez estando pronto o mapeamento, sua responsabilidade é interpretar a ontologia e criar automaticamente as *queries* necessárias para a monitoração e interoperabilidade de dados entre os sistemas, disponibilizando-as ao agente de monitoração.

O processo de acoplamento esta concluído, quando a estrutura para realização das consultas na base de dados do sistema de gestão da aprendizagem estiver pronta.

Para que o agente de acoplamento possa desempenhar sua função, é necessário que o mapeamento dos domínios de informação dos sistemas envolvidos esteja concluído. Este mapeamento é de crucial importância, pois fornece o conhecimento necessário ao agente para executar o acoplamento. Através de um mecanismo disparado pelo administrador do sistema, é possível notificar o agente acoplador da disponibilidade, ou não, do mapeamento entre os domínios de informação.

Desta forma, o módulo de acoplamento garante que todas as funções necessárias para a interoperabilidade de dados sejam executadas conforme rege o processo. A figura 48 apresenta, em forma de roteiro, o processo de acoplamento, monitoração e interoperabilidade de dados

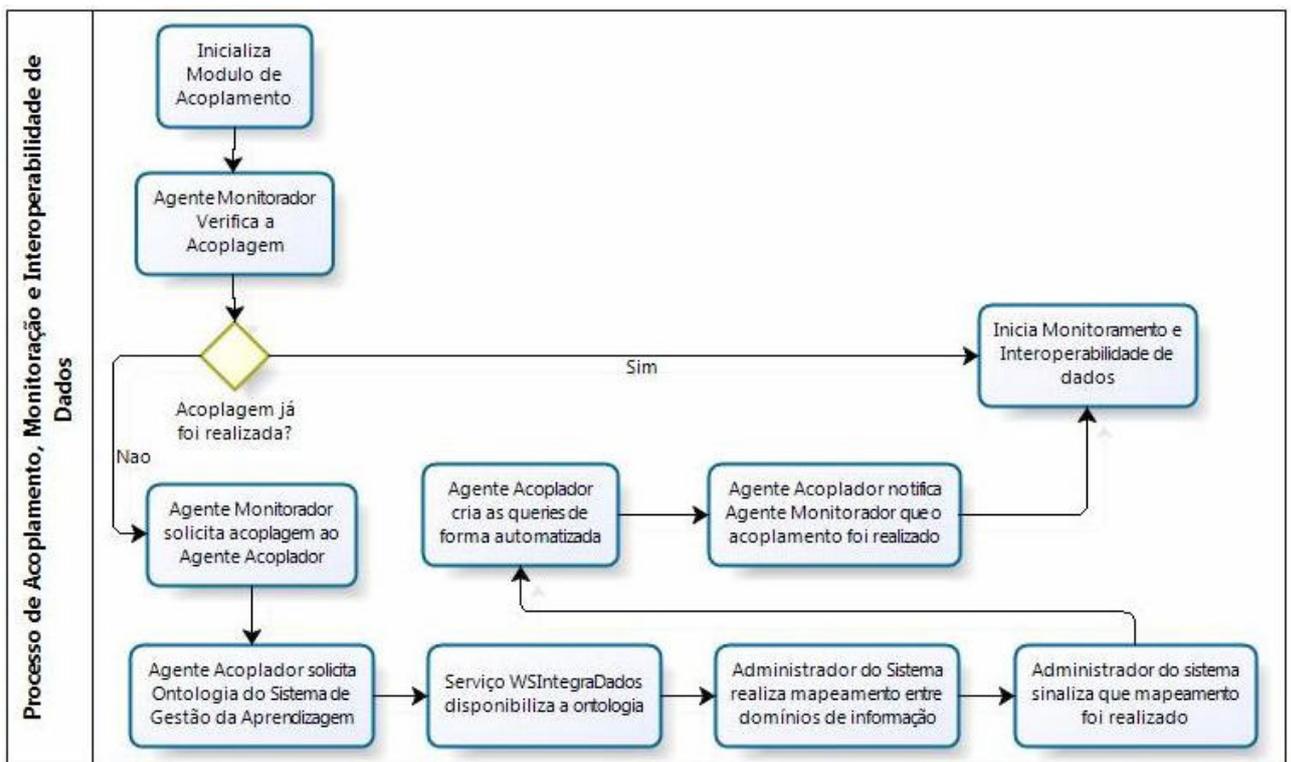


FIGURA 48 – Processo de Acoplamento, Monitoração e Interoperabilidade de Dados

#### 4.4.3.2 Mapeamento entre os domínios de informação

O mapeamento entre os domínios de informação de avaliação de competências e gestão da aprendizagem deve ocorrer de forma a identificar em quais objetos da base de dados do sistema de aprendizagem se localizam as informações a serem interoperadas entre os sistemas. O processo de mapeamento utiliza as propriedades de objetos MatchBOAtrTOColumn, RefTaQuery e RefTabQueryRelacionaLista para relacionar as classes de competências às classes que representam o modelo lógico de implementação do banco de dados do sistema de aprendizagem. Disponibilizando destas propriedades, o mapeamento entre os domínios de informação pode ser realizado.

De fato, uma instancia de um conceito subclasse de BOConceito, que se relaciona com subclasses de BOAtributos, pode estar mapeado através das propriedades de objetos anteriores, a várias instâncias da classe Column. Buscando-se justamente uma relação semântica entre os domínios de informação em questão, não se impõe limite no mapeamento entre as instâncias destes domínios. Uma vez identificado, através destes mapeamentos, as informações a serem interoperadas, se torna necessário assegurar que o processo de compartilhamento dos dados ocorra de forma eficaz. Para a solução proposta, a eficácia no compartilhamento das informações se limita a assegurar que o processo de interoperabilidade de dados não compartilhe dados de forma redundante, que sejam considerados iguais no modelo proposto.

Toda subclasse de BOConceito deve se relacionar com uma subclasse de BOAtributo, que represente a informação identificadora da instancia da classe do domínio de informação do sistema de avaliação de competências. Esta subclasse de BOAtributo esta identificada por uma a sigla Id. O objetivo desta restrição é assegurar que as instâncias do domínio de competências tenham sua identificação representada por uma informação, que é única para cada instância. Portanto, tendo como pré-requisito que não ocorra redundância de informações no domínio de competências, constitui-se a informação identificadora da instância através de uma composição alfanumérica, provida pela fonte da informação, ou seja, pelo domínio de informação do sistema de gestão da aprendizagem, na representação de seu modelo lógico de banco de dados.

Considerando que o domínio de informações do sistema de gestão da aprendizagem representa em seus conceitos a definição de tabela, coluna, chave-primária e chave-estrangeira, utilizamos o conceito chave-primária, constituído através da classe PrimaryKey, para construir a informação identificadora de cada dado interoperado entre ambos os sistemas.

No mapeamento presente entre uma instancia das subclasses de BOAtributo e a classe Column, nos domínios de informação, identifica-se qual coluna e tabela na base de dados do sistema de gestão da aprendizagem contém a informação representada pelo domínio de informação do sistema de avaliação de competências, e que deve ser interoperada entre os sistemas. A informação na base de dados do sistema de aprendizagem é identificada através de uma chave-primária, que garante sua identificação única na tabela que a armazena. Esta informação é utilizada pela instancias das subclasses de BOAtributo, para assegurar que não ocorra redundância de dados na interoperabilidade dos sistemas.

#### 4.4.3.3 Acoplamento

Identificada a necessidade de realizar o processo de acoplamento, o agente de software acoplador inicia-o, enviando uma solicitação ao serviço WSIntegraDados. O objetivo deste serviço é atender o agente de software, enviando-o uma ontologia que representa o modelo lógico de implementação da base de dados do sistema de gestão da aprendizagem, ou seja, seu esquema de banco de dados.

O serviço WSIntegraDados recebe a solicitação do seu cliente. Mediante a solicitação, este agente conecta a base de dados do sistema de gestão da aprendizagem e inicia a execução de um procedimento que faz a varredura do banco de dados, coletando informações dos objetos que representam tabelas, colunas, chaves primárias, e chaves estrangeiras. Este procedimento de coleta de informações atua diretamente nas tabelas de armazenamento do SGBD.

Depois de reunidas as informações que representam os objetos do esquema de banco de dados em questão, o procedimento executado pelo WSIntegraDados inicia uma instanciação da ontologia que representa o domínio de informações do sistema de gestão da aprendizagem. Este serviço inicia a criação de indivíduos que representam instancias das classes presentes neste domínio. Uma vez realizada a instanciação completa da ontologia, o serviço envia como resposta a solicitação do cliente, um arquivo no formato texto, contendo a ontologia completa do esquema de banco de dados do sistema de gestão da aprendizagem.

O agente acoplador, ao receber a ontologia, disponibiliza-a para o mapeamento, a ser realizado pelo administrador do sistema. Estando o mapeamento entre os domínios de

informação pronta, o agente acoplador passa a estar hábil a utilizar a ontologia para criar de forma automatizada, as *queries* que trazem os dados a serem compartilhados no processo de interoperabilidade de dados. Na solução proposta, as *queries* dão origem a objetos de banco de dados, conhecidos como *views*, que são criados no banco de dados do sistema de gestão da aprendizagem, ficando disponíveis para utilização pelo agente monitorador. Sendo assim, como função do agente acoplador, este cria as novas *views* na base de dados do sistema. Uma vez criadas as *views*, ocorre uma notificação do agente monitorador, afirmando que o processo de acoplagem foi concluído.

#### 4.4.3.4 Monitoração e Interoperabilidade de dados

O agente monitorador possui um comportamento destinado a checar constantemente se o acoplamento dos sistemas está pronto para ser utilizado. Este processo verifica a existência e disponibilidade de objetos no banco de dados do sistema de gestão da aprendizagem que implementem as *queries* necessárias para se obter os dados que são interoperados entre os sistemas.

De fato, o agente monitorador tem no seu plano de ações, conhecimento sobre o domínio de informações do sistema de avaliação de competências, que devem ser buscados no sistema de gestão da aprendizagem. Este conhecimento foi implementado através da criação de comportamentos onde o agente monitorador procura por *views* no sistema de gestão da aprendizagem com nomes específicos, precisamente, as *views* que representam o domínio de informações interoperadas entre os sistemas. Além do nome das *views*, o agente também conhece as colunas que devem ser selecionadas na execução da consulta.

O processo de executar a consulta na base de dados do sistema de gestão da aprendizagem tem por objetivo trazer os dados para o sistema de avaliação de competências. Este último possui sua base de dados específica, para persistência dos seus dados. O agente de software possui conhecimento desta base de dados, e suas ações buscam os dados no sistema acoplador, e os trazem para o sistema acoplado, persistindo-os na base de dados do sistema de avaliação de competências.

O agente acoplador utiliza o serviço *WSApoioDados* para executar as consultas e trazer os dados resultantes desta. Este serviço é solicitado pelo agente de software a realizar as

consultas via *queries* criadas para este fim, na base de dados do sistema de gestão da aprendizagem. O resultado das consultas é enviado como resposta da solicitação diretamente ao agente monitorador.

A persistência, que consiste no armazenamento das informações retornadas pela *query* e enviadas ao agente de software, é realizada no banco de dados do sistema de avaliação de competências. O conhecimento do esquema de banco de dados deste sistema está no agente de software, que ao receber os dados tem conhecimento para armazená-los e disponibilizados para o processo de avaliação de competências.

A utilização de *queries* para obter os dados que serão interoperados entre os sistemas se deve ao fato de ser um meio fácil de se extrair informações da base de dados do sistema de gestão da aprendizagem. Pelo fato de ser possível envolver todos os objetos mapeados via ontologia para representar uma parte, ou todo o domínio de informação, é que as *queries* podem ser utilizadas como meio de acesso ao banco de dados do sistema de gestão da aprendizagem.

## **5. ANÁLISE DE DOMÍNIO E CENÁRIO DE APLICAÇÃO**

O trabalho envolve o desenvolvimento de um sistema de avaliação de competências, modular e adaptativo, e sua implantação em um cenário de aplicação. Este capítulo apresenta o cenário de aplicação do modelo proposto.

### **5.1 O ciclo da aprendizagem**

O sistema de avaliação de competências também tem por objetivo constituir um módulo a ser acoplado ao sistema de gestão da aprendizagem. Para tal, disponibilizou-se ao sistema de avaliação de competências uma camada de acoplamento, baseada em ontologias e agentes de software. Esta camada tem por funcionalidade permitir o mapeamento do escopo de informações, tratado no sistema de avaliação, ao escopo de informações tratado no sistema de gestão da aprendizagem.

Conforme definido nos objetivos deste estudo, e defendido pelos autores analisados, o processo de interoperabilidade entre sistemas de gestão de competências e gestão da aprendizagem procura constituir uma solução completa de gestão do conhecimento. Avalia-se como oportuno a integração de dados entre sistemas que interoperando informações passam a atender um processo gerencial único, cujo domínio de aplicação utiliza-se das funcionalidades de ambos os sistemas integrados. Considerando o domínio de aplicação utilizado neste trabalho, analisou-se como suficiente uma integração de dados de via única, onde a origem da informação a ser interoperada consta no sistema de gestão da aprendizagem. Esta informação passa a ser compartilhada com o sistema de avaliação de competências após realizado o acoplamento.

De acordo com o domínio de aplicação utilizado neste trabalho propõem-se categorias de informações que seriam de utilidade ao módulo de avaliação de competências, e cuja origem está no sistema de gestão da aprendizagem. O critério de seleção dos dados compartilhados entre ambos os sistemas baseou-se na intenção de construir um ciclo de aprendizagem e avaliação do indivíduo pertencente a uma organização. A figura 49 apresenta o ciclo proposto.

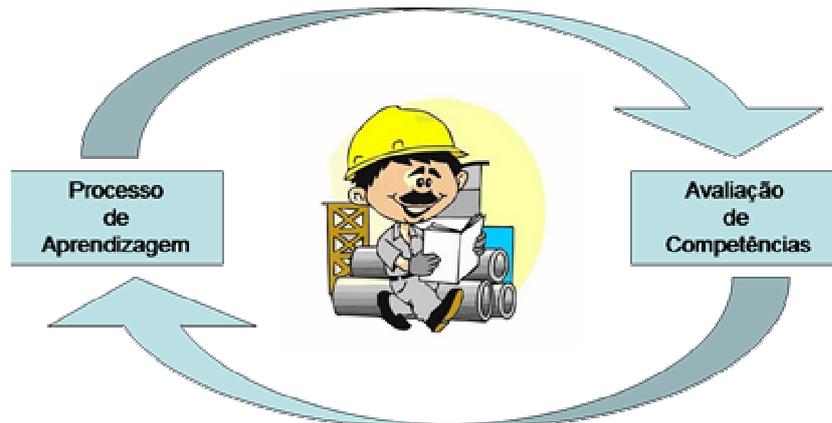


FIGURA 49 – Ciclo de aprendizagem e avaliação

O ciclo de aprendizagem e avaliação se torna operacional quando ocorre o acoplamento e interoperabilidade de dados entre os sistemas de competências e aprendizagem. O modelo de competências desenvolvido permite utilizar as informações provenientes da gestão da aprendizagem diretamente no processo de avaliação de competências, que uma vez concluído, permite criar planos de desenvolvimento para o funcionário.

Como pré-requisito para o funcionamento deste ciclo tanto o processo de aprendizagem como a avaliação de competências precisam gerar como output informações de interesse mútuo. O ciclo pode ser iniciado por qualquer um dos processos. Caso o processo de aprendizagem seja executado primeiro, este passa a fornecer informações importantes à avaliação de competências, dentre estas estão cursos realizados e notas atingidas no processo de aprendizagem. Caso a avaliação de competências inicie primeiramente, esta passa a fornecer como subsidio ao processo de aprendizagem um plano de desenvolvimento do indivíduo com base na sua avaliação.

Para a avaliação de competências é relevante interoperar com o processo de gestão da aprendizagem as informações de indivíduos, no caso sua identificação e nome, seu histórico de educação formal, e os cursos realizados, acompanhados de sua nota final. Uma vez realizado o acoplamento, o sistema de avaliação de competências obtém estes dados no sistema de gestão da aprendizagem e os armazena para sua própria utilização. Já para o processo de gestão da aprendizagem, analisa-se relevante sugerir um plano de desenvolvimento do indivíduo com base na sua avaliação de competências, a qual apontará os conhecimentos, habilidades ou comportamentos para os quais o indivíduo precisa progredir e melhorar. Tais insumos de competências podem ser mapeados diretamente a cursos e treinamentos oferecidos no sistema de gestão da aprendizagem, com isso, a sugestão de treinamentos para o indivíduo se torna possível. O plano de desenvolvimento citado não

consiste em uma informação efetivamente interoperada entre ambos os sistemas, mas sim um relatório gerado no processo de avaliação de competências.

A interoperabilidade entre os sistemas objetiva facilitar a gestão da aprendizagem e a avaliação de competências. O escopo de informações elegíveis a compartilhar entre os sistemas é proposto somente para as informações consideradas úteis a serem compartilhadas e que seriam comuns a ambos os processos de gestão do conhecimento tratados no ciclo de aprendizagem. Para o sistema de avaliação de competências, as informações pessoais do indivíduo são compartilhadas devido à necessidade de se ter o objeto de avaliação, e por já estarem disponíveis no sistema de aprendizagem. Com o objetivo de evidenciar competências em um indivíduo é que são compartilhadas informações do histórico escolar, possibilitando assim dar visibilidade a competências adquiridas pelo indivíduo em sua vida acadêmica. Da mesma forma, compartilhar o histórico de treinamentos e cursos que o indivíduo atendeu, e que são registrados no sistema de gestão da aprendizagem, tende a auxiliar o processo de avaliação das suas competências, pois fornece dados relevantes ao processo, como no caso, a nota do indivíduo na realização do processo de aprendizagem. Para o administrador do sistema de gestão da aprendizagem, conhecer os cursos e treinamentos que ministram conteúdos que estariam formando e desenvolvendo o indivíduo para melhorar seu desempenho ou assumir uma nova posição, é considerado de grande utilidade, pois agrega foco e elimina desperdício de investimento em conhecimento que o indivíduo não aplicaria na organização. É desta maneira que se justifica o acoplamento do sistema de avaliação de competências ao sistema de gestão da aprendizagem, justamente com objetivo de auxiliar o gerenciamento do conhecimento através do ciclo de aprendizagem sugerido.

## **5.2 Domínio de Aplicação**

A escolha do domínio de aplicação levou em consideração alguns critérios, que tiveram como objetivo tornar a aplicação do modelo proposto possível de ser implantando e testado. O domínio foi selecionado com base em:

- Ambiente organizacional real;
- Diversidade de atividades e tarefas;
- Utilização de um sistema de gestão da aprendizagem;

O domínio de aplicação escolhido foi uma indústria de bens de consumo, com operações no Brasil e no exterior, presente em mais de 100 países, e com aproximadamente quatro mil funcionários na sua operação sul-americana, detém mão de obra direta e indireta, uma estrutura de cargos e salários hierarquizada, e tem a gestão de conhecimento solidificada em seus processos e investimentos operacionais.

A escolha de tal domínio se deu pelo fato deste ambiente ser favorável a adoção de soluções para gerenciamento do conhecimento de seus funcionários. Atualmente, a produção de bens de consumo tem no seu quadro pessoal um grande fator competitivo. Geralmente a estratégia esta organizada em volta do atendimento ao mercado consumidor, às necessidades dos clientes, o que demanda capacidade de evoluir e inovar. Portanto, os investimentos em qualidade, agilidade, tecnologia, e inteligência são fundamentais para sua sustentação. Logo, capacitar seu quadro funcional através da aprendizagem, e conhecer as suas especialidades através das competências adquiridas, propiciam a capacidade de se posicionar e implantar iniciativas para elevar-se ao patamar desejado. Então, reconhece-se neste ambiente a importância de processos e sistemas para gestão da aprendizagem e avaliação de competências. Dada sua estrutura hierárquica verticalizada, este ambiente fornece a oportunidade de se ter uma diversidade adequada de competências requeridas, o que favorece a implantação do modelo proposto e sua utilização, e possibilita então a análise de competências requeridas e adquiridas, tanto para posições assumidas atualmente pelos indivíduos, bem como para projeção de novas posições futuras. A organização selecionada como cenário da aplicação gentilmente cedeu suas informações para a implantação do modelo proposto, e permitiu sua utilização com base nestas informações.

O sistema de gestão da aprendizagem selecionado como domínio da aplicação foi o sistema Moodle, em sua versão 2.0. O Moodle compreende um sistema de apoio a gestão da aprendizagem, que utiliza banco de dados relacional e é acessível via web, ou intranet corporativa (COLE;FOSTER, 2008), e possui um domínio de informações consideradas interoperáveis pelo sistema de avaliação de competências proposto.

O objetivo da implantação e utilização do modelo proposto neste ambiente é auxiliar a gestão da aprendizagem através da disponibilização de um sistema de avaliação de competências, modular e adaptativo, que possibilite a avaliação de competências a partir de dados provenientes da gestão da aprendizagem. Posteriormente podem ser sugeridos planos de desenvolvimento para o indivíduo, fechando assim o ciclo da aprendizagem, formado

sistematicamente pelo acoplamento do sistema de avaliação de competências ao sistema de gestão da aprendizagem.

### **5.3 Cenário de Aplicação**

Este cenário tem sua origem a partir da análise do ambiente real escolhido como cenário de aplicação da solução. Esta seção tem por objetivo apresentar o processo de implantação do modelo de competências, o acoplamento ao sistema de gestão da aprendizagem, o processo de avaliação de competências, e a criação do plano de desenvolvimento para o indivíduo.

#### **5.3.1 Construção do Modelo de competências**

A construção do modelo de competências inicia-se com o mapeamento dos cargos e funções existentes dentro da organização. Para cada cargo e função, definem-se as competências necessárias para sua ocupação ou realização. Dado que um cargo ou função possui tarefas e atividades, é necessário se estabelecer os insumos de conhecimento, habilidade e comportamento para cada competência atrelada ao cargo ou função. A figura 50 apresenta um fluxo das diversas fases que compreendem este levantamento de competências requeridas.

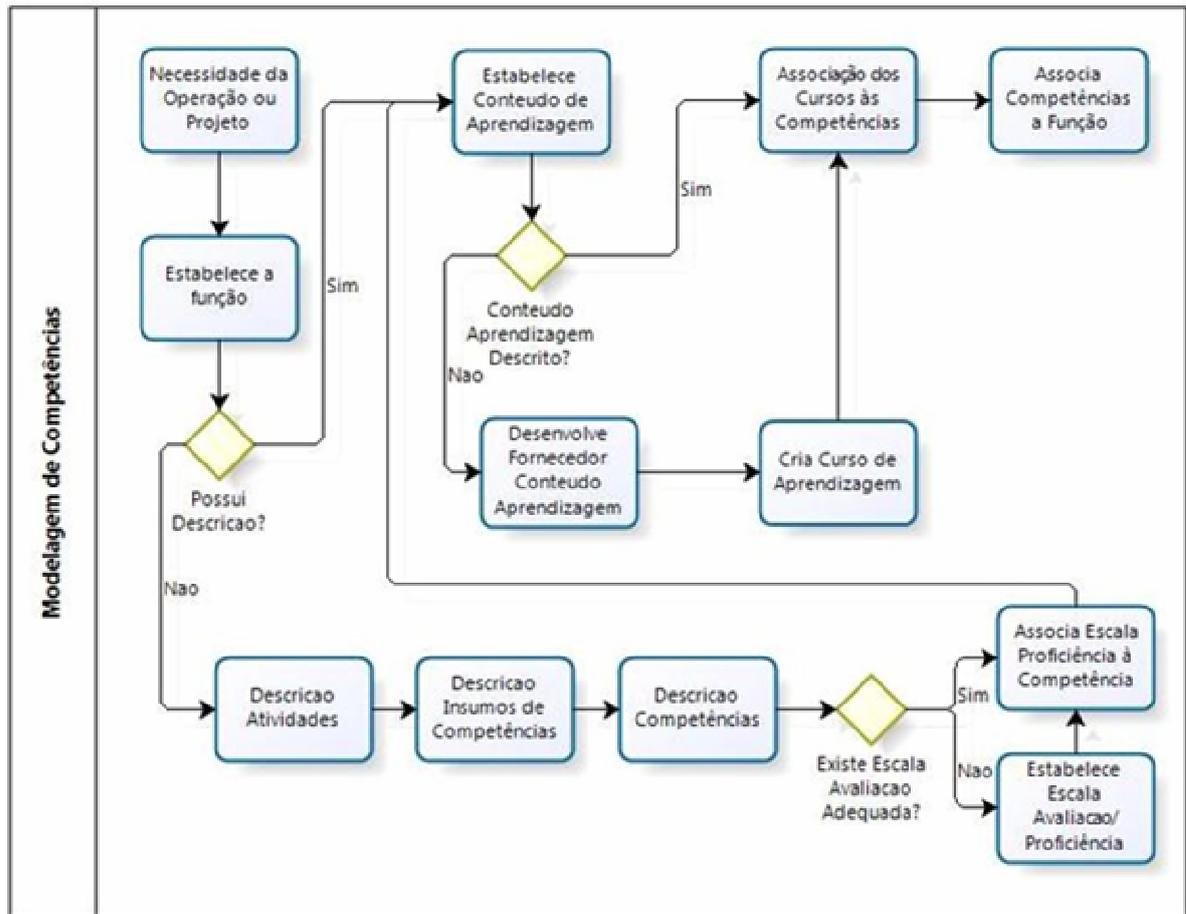


FIGURA 50 – Fluxograma Modelagem de competências

O processo de modelar as competências requeridas na organização é disparado pela necessidade de criação de novas funções, decorrentes do plano operacional. O fluxo de atividades realizadas inicia-se com a nova função, e encerra quando a competência está relacionada, através de seus insumos, aos cursos que compreendem o processo de aprendizagem para o desenvolvimento da competência.

A figura 50 apresenta este fluxo com detalhes. Estabelecida a função necessária em um processo operacional ou projeto, analisa-se se esta já possui sua declaração completa. Esta declaração objetiva dar uma descrição detalhada à função, através de levantamento em campo, por entrevistas aos responsáveis pela função, geralmente gerentes e supervisores. A descrição detalhada consiste na composição da função em termos de atividades e tarefas a serem desempenhadas, e a determinação das competências requeridas para sua realização. No modelo proposto, a competência é constituída por seus insumos de conhecimento, habilidades e comportamentos. Estes insumos são constituídos neste momento. Uma vez elencados, os insumos são agregados a uma competência, dando a esta sua formação final. Para o processo de mensurar a presença de uma competência em um indivíduo, toda competência requerida

esta fundamentada em escalas de avaliação. As escalas são determinadas conforme a preferência da organização, e devem ser associadas aos insumos que compõem as competências.

Após a descrição detalhada da função, e o levantamento das competências requeridas a esta, são determinados os conteúdos principais ministrados no processo de aprendizagem. Quando realizado o levantamento dos conteúdos necessários, acontece a formação dos cursos ou treinamentos que atendem ao fechamento do *gap* existente entre as competências. Com a constituição dos cursos e treinamentos ocorre sua associação aos insumos das competências, resultando assim nos elementos de aprendizagem que desenvolvem de forma teórica, e eventualmente prática, a capacidade do indivíduo transitar de maneira adequada nos conhecimentos, habilidades, e comportamentos exigidos na competência. O processo como um todo se conclui com o relacionamento direto das competências criadas às funções desempenhadas, dando assim a visibilidade das competências requeridas para o plano operacional ou projetos existentes na organização.

### 5.3.2 Avaliação de Competências

A organização, cenário de aplicação do modelo proposto, utiliza-se da avaliação de competências como principal meio para reduzir ou eliminar o *gap* existente entre as competências requeridas e adquiridas. Esta equação é aplicada tanto para os cargos atuais dos indivíduos, quanto para os cargos projetados na carreira da pessoa. O processo de avaliação é totalmente voltado às funções que compreendem o plano operacional, ou organização em projeto. A figura 51 apresenta o fluxo do processo de avaliação de competências.

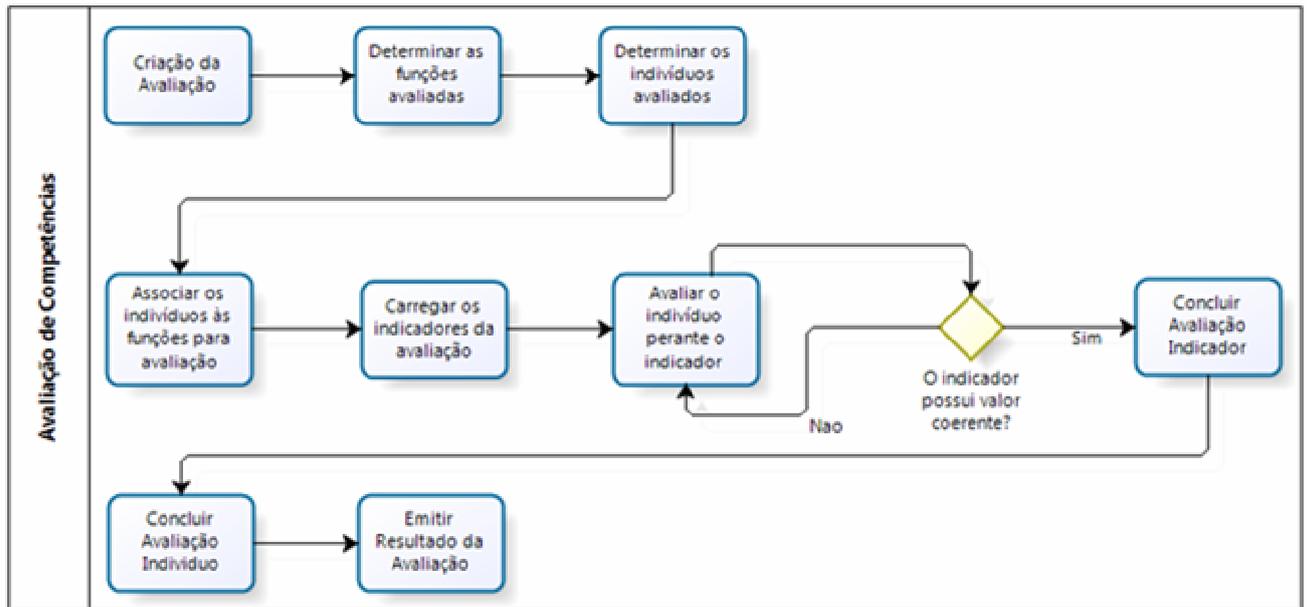


FIGURA 51 – Fluxograma avaliação de competências

A criação da avaliação reúne informações que caracterizam e diferenciam uma avaliação de outra dentro da organização. Cada avaliação possui um número sequencial e uma data de realização que a identifica. Uma vez criada, a avaliação recebe as funções que formarão sua base de competências requeridas. As funções compõem a base da avaliação de competências, pois proporcionam ao processo os elementos para sua existência. O processo avaliativo é cabível tanto nas situações em que a organização pretende determinar o nível de proficiência do indivíduo com relação a sua função atual, como também na projeção dele como ocupante de uma nova função. Com isso, e através da função como elemento básico da avaliação, a organização passa a conhecer o *gap* de conhecimento, atitudes e comportamento do indivíduo para com o desempenho de suas tarefas, e também consegue determinar quais indivíduos são elegíveis a um processo de seleção para trabalhar em novos processos operacionais ou projetos.

Determinar o indivíduo a ser avaliado, é determinar o objeto da avaliação. O indivíduo é elemento primordial no processo, pois representa o elemento que confere a uma organização o seu grau de aderência ao plano de competências requeridas. Os indivíduos detêm níveis de proficiência, que somado aos demais do grupo, resultam na situação real da organização com relação à capacidade de realizar suas tarefas e atividades, formando assim seu plano de competências adquiridas. O indivíduo é selecionado e relacionado às ocupações para as quais será avaliado no processo.

Toda função possui associada a si um conjunto de competências. As competências por sua vez são formadas por insumos. A partir disso, torna-se possível estabelecer os indicadores

do processo de avaliação, todos com sua escala de proficiência exigida. Os indicadores da avaliação compreendem os próprios insumos das competências, que são analisados em relação ao indivíduo, medindo de forma objetiva o nível de proficiência do indivíduo em relação ao insumo. Portanto, tendo determinado o indivíduo e as funções para as quais será avaliado, o processo associa os insumos das competências requeridas como sendo os indicadores do processo de avaliação. A medida recebida por um indivíduo nos vários indicadores para os quais é avaliado forma a base para se determinar as suas competências adquiridas.

O modelo proposto leva em consideração o histórico de aprendizagem do indivíduo no momento de carregar os indicadores da avaliação. Este histórico é formado basicamente pela educação formal e cursos realizados. Tanto a educação formal como os cursos realizados são associados aos insumos para os quais seu conteúdo se destina. Esta informação tem a finalidade de trazer evidências da proficiência do indivíduo para com o tema tratado pelo insumo. A evidência propriamente dita compreende em um valor atribuído ao indivíduo, proveniente das escalas de avaliação. Todo o insumo tem um nível de proficiência exigido, estabelecido pelo modelo de competências da organização, que comparado ao nível de proficiência mensurado pela avaliação, resulta no nível de aderência do indivíduo a competência requerida. Esta comparação é realizada através de um modelo matemático que permite determinar as competências adquiridas como resultado do processo de avaliação. O nível de proficiência atribuído durante a avaliação a um indivíduo tem sua origem no processo avaliativo, ou na evidência existente a partir do histórico de educação formal e de cursos realizados. No ato da avaliação, os indicadores da competência são carregados no processo levando consigo os valores resultantes das evidências. Portanto, o avaliador analisa as escalas carregadas a partir das evidências, e as compara com a capacidade do indivíduo em relação ao indicador. Considerando a evidência como estando coerente, no sentido de representar a capacidade do indivíduo para com o tema analisado, o avaliador a considera como resultado para o indicador. Realizado este ato para cada indicador de competência, o processo de avaliação se dá como encerrado.

A próxima e última etapa da avaliação de competências consiste na geração do seu resultado. Este resultado consiste de relatórios que demonstram a evolução do indivíduo para com o plano de competências de suas avaliações.

### 5.3.3 Gestão da Aprendizagem

A gestão da aprendizagem no cenário de aplicação tem por objetivo suprir o indivíduo com conhecimento prático e teórico para a realização das atividades e tarefas na organização. A gestão da aprendizagem é realizada com o intuito de adquirir e entregar o curso ou treinamento aos indivíduos. A figura 52 apresenta o fluxo do processo de aprendizagem. No cenário de aplicação adotado, este modelo representa a grande maioria dos cursos presentes no processo de aprendizagem.

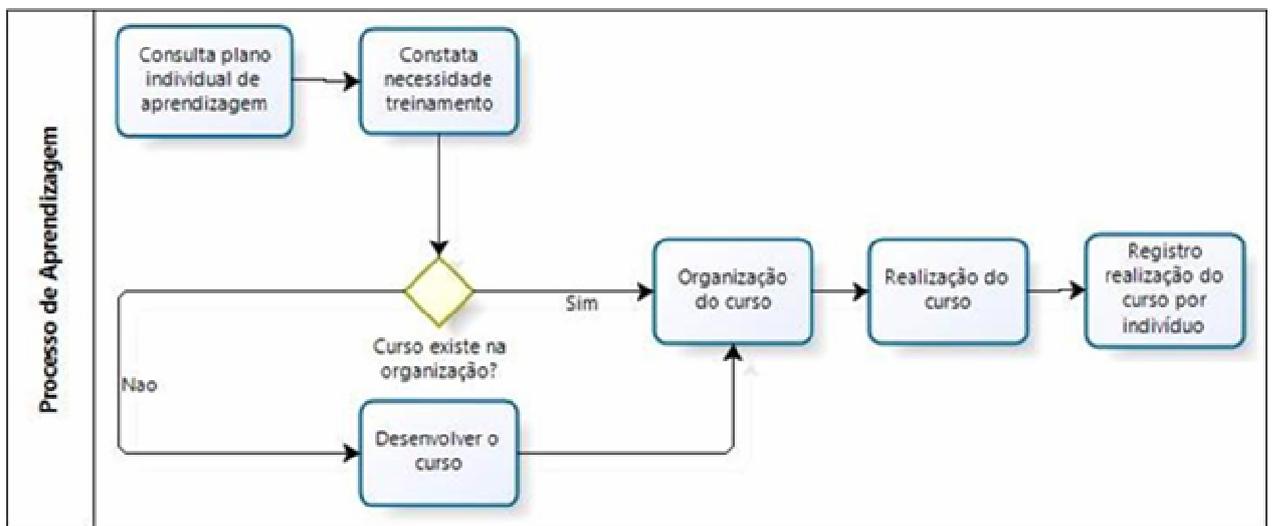


FIGURA 52 – Fluxograma do processo de aprendizagem

A partir do acompanhamento do plano individual de aprendizagem, a organização acompanha as necessidades de aprendizagem, ou treinamento, dos indivíduos. Constatada a necessidade, a empresa busca por realizar o processo, e entregar o curso. Para tanto, a organização consulta sua base interna de cursos disponíveis, e na conclusão de que um determinado curso não está disponível ainda, ela passa a desenvolver o curso.

A organização do curso é papel da gestão da aprendizagem, pois tem por incumbência arranjar todos os recursos, logística e orçamento para a execução do programa de aprendizagem. Estando pronta a estrutura deslocada para o curso, inicia-se sua realização. O controle de certificação do curso determina os indivíduos que serão certificados de acordo com a avaliação obtida, e todos os aprovados são registrados internamente para com o curso em seus currículos. Os cursos ministrados na organização são do tipo *e-learning* e presenciais. O cenário de aplicação se detém a cursos de *e-learning*, ou seja, ministrados via sistema de gestão da aprendizagem. Independente do tipo de curso, o fluxo do processo de aprendizagem

não se altera, variando apenas nas particularidades de recursos e estrutura demandada para a realização do curso.

#### 5.3.4 Plano de desenvolvimento

O plano de desenvolvimento consiste no elo de ligação entre a avaliação de competência e o processo de aprendizagem. O plano de desenvolvimento é baseado nas necessidades de conhecimento, habilidades e comportamentos reais de um indivíduo. O objetivo no cenário de aplicação é constituir um plano de desenvolvimento dos indivíduos baseado nas necessidades de aprendizagem, tanto para suas funções atuais, bem como para projeção de ocupação de novas funções. Este plano deriva diretamente da avaliação de competências. A figura 53 apresenta o fluxo de criação de um plano de desenvolvimento.

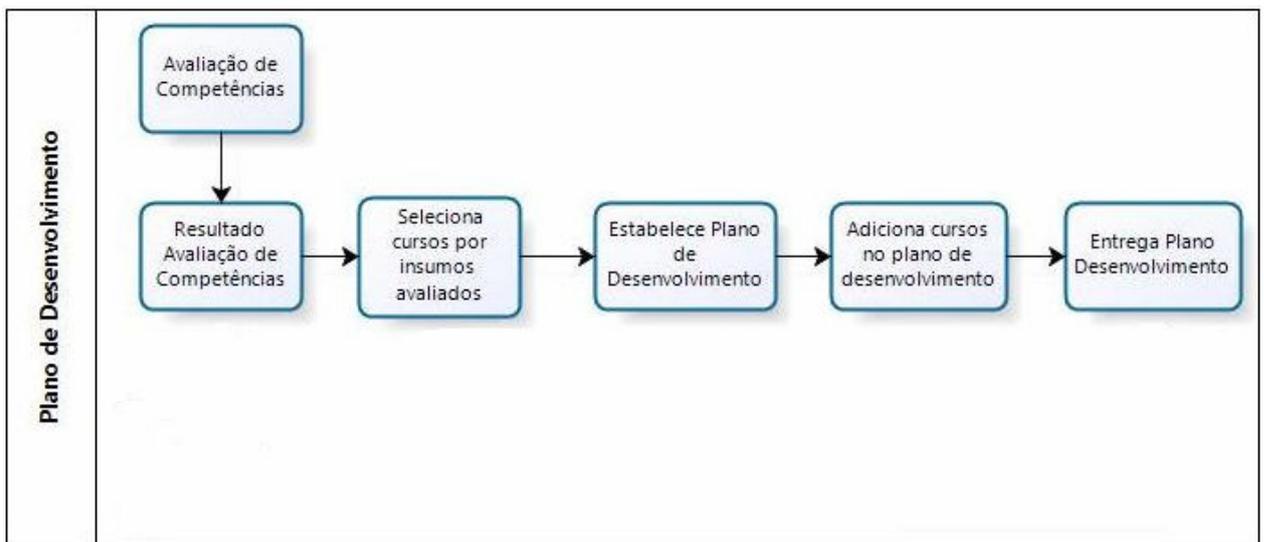


FIGURA 53 – Fluxograma do plano de desenvolvimento

A avaliação de competências representa a fonte de informações para a elaboração do plano de desenvolvimento, pois trata exatamente das competências requeridas ao indivíduo, na execução de atividades e tarefas. Ao final da avaliação cada insumo das competências, que representa um indicador, terá um resultado final de avaliação. Este resultado é utilizado como elemento determinante da necessidade de se desenvolver o indivíduo com relação aquele insumo em especial. A análise que determina a necessidade de se criar um plano de desenvolvimento para o indivíduo baseia-se diretamente no confronto do valor da escala de proficiência requerida versus adquirida na avaliação. Quando o valor dado ao indivíduo para

um determinado indicador estiver abaixo do mínimo exigido na avaliação em questão, este insumo, representado pelo indicador, é selecionado como candidato a formar base para a elaboração do plano de desenvolvimento.

Através do modelo proposto, percebe-se que todos os insumos de competências estão atrelados a cursos que abordam conteúdos que vem a contribuir para formação do indivíduo no tema tratado pelo insumo, seja ele um conhecimento, uma habilidade, ou um comportamento. Portanto, torna-se possível partir da série de insumos avaliados, que são base para formação do plano de desenvolvimento, e evoluir a uma seleção de cursos a serem realizados para diminuir ou eliminar totalmente a diferença em termos de capacidade do indivíduo para com o conhecimento, habilidade, ou comportamento tratado no insumo da competência. A seleção de cursos é registrada em um plano de desenvolvimento e posteriormente é utilizada como plano individual de aprendizagem, formando um mapa para o processo de aprendizagem individual durante o período ou ciclo operacional da organização. Com isso, a aplicação prática do plano de aprendizagem é certa em termos de *gaps* a eliminar, pois trata exatamente dos pontos mais carentes por desenvolvimento nas características de cada um.

### 5.3.5 Acoplamento ao ambiente de gestão da aprendizagem

Para que se possa realizar o ciclo de aprendizagem no cenário de aplicação da solução proposta, é necessário realizar o acoplamento dos sistemas de avaliação de competências e gestão da aprendizagem. A figura 54 apresenta o fluxo do processo de acoplamento, em relação aos demais processos constituintes do ciclo da aprendizagem.

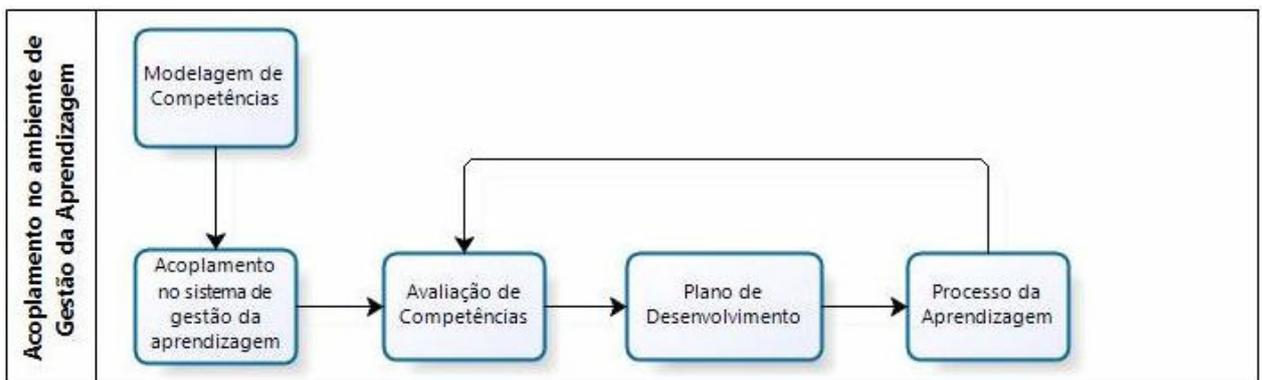


FIGURA 54 – Fluxograma do acoplamento ao ambiente de gestão da aprendizagem

Após a realização da modelagem de competências, o processo de acoplamento ao sistema de gestão da aprendizagem pode ser iniciado. Este acoplamento terá como resultado, o início do compartilhamento de dados entre os sistemas, baseado na solução de interoperabilidade dos sistemas via base de dados. O acoplamento permitirá que o processo de avaliação de competências tenha início, pois trará do sistema de gestão da aprendizagem dados básicos, como por exemplo, os indivíduos que participam do processo de aprendizagem. A avaliação de competências resultará no plano de desenvolvimento. Este plano consiste na declaração dos cursos que um indivíduo deve realizar via processo de aprendizagem, para desenvolver os insumos de competências que necessita, dado o resultado da avaliação. O processo de aprendizagem utiliza desta sugestão de cursos a oferecer para o indivíduo, e assim o faz, matriculando a pessoa nos cursos indicados pelo plano. Uma vez concluídos os cursos, o aproveitamento e registro dos cursos realizados são enviados ao sistema de avaliação de competências, que os utilizará como evidência de que o indivíduo realizou os cursos, e teve um aproveitamento que será utilizado pela avaliação.

## **6. ASPECTOS DA IMPLEMENTAÇÃO**

A implementação do sistema de avaliação de competências levou em consideração o modelo proposto, e o domínio e cenário de aplicação. A tecnologia utilizada para a construção do sistema tem por objetivo atender as funcionalidades de avaliação de competências e o acoplamento ao sistema de gestão da aprendizagem.

Neste capítulo abordaremos os aspectos de implementação do sistema de avaliação de competência, considerando as funcionalidades discutidas no modelo proposto. Este sistema é dividido em dois módulos. O módulo de avaliação de competências tem por objetivo prover funcionalidades para avaliar os indivíduos. O módulo de acoplamento é responsável por acoplar o sistema de avaliação de competências ao sistema de gestão da aprendizagem. Além dos módulos, o sistema dispõe de uma base de dados para a persistência.

### **6.1 Estrutura geral do sistema de avaliação de competências**

A estrutura geral do sistema é dividida em componentes de software implementados para atender ao modelo proposto para a solução. A implementação do sistema como um todo, através da construção dos seus componentes de software, teve por objetivo viabilizar os experimentos do modelo proposto no cenário de aplicação adotado.

#### **6.1.1 Organização do sistema**

O sistema de avaliação de competências compreende uma aplicação em duas camadas. Sua organização segue o padrão cliente/servidor. A figura 55 apresenta a organização do sistema. Esta organização permite que o sistema seja multiusuário.

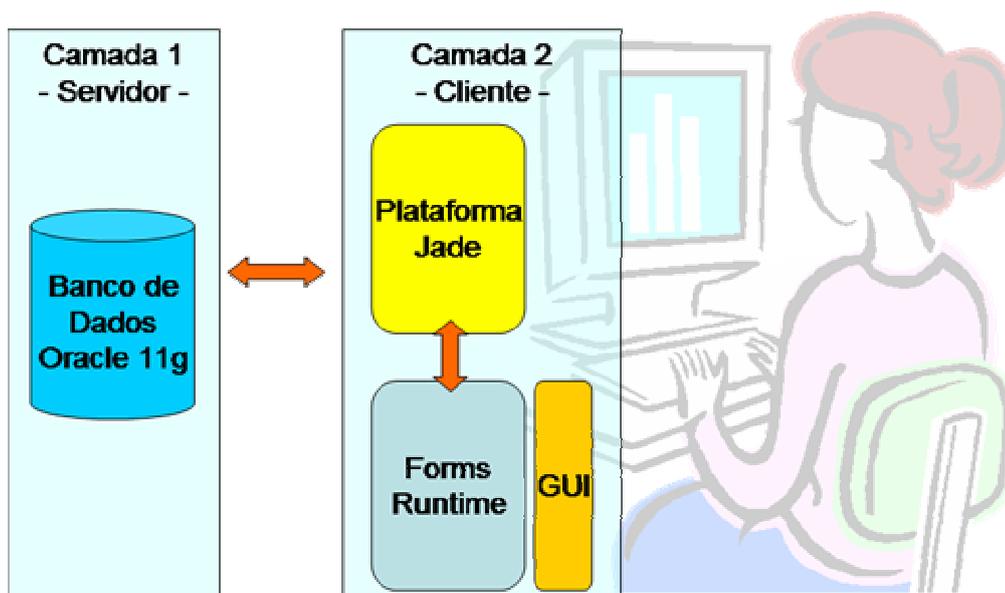


FIGURA 55 – Organização do Sistema de Avaliação de Competências

O ambiente Oracle na sua versão 11g suporta aplicações cliente/servidor multiusuários, ou seja, várias estações conectando o banco de dados, através de uma sessão específica para cada usuário. Porém, este requisito demanda uma atenção maior quando do seu desenvolvimento, principalmente na implementação do módulo de acoplamento.

Para suportar as funcionalidades principais do sistema, de forma que possa ser utilizado por vários usuários ao mesmo tempo, foi necessário organizar o processo de notificação da realização do mapeamento entre os domínios de informação na ontologia de acoplamento. Implementou-se esta notificação por usuário, pois o objeto em banco de dados que armazena esta informação é de uso compartilhado, por todos os usuários que conectam o sistema. Considerando que a camada 2 – cliente, na figura 55, é executada localmente, a notificação referida também está restrita ao usuário. Sendo assim, caso algum usuário desconhece o processo de mapeamento do domínio de informações, poderá manter-se com a notificação negativa para o contexto da sua seção, sem interferir nos demais usuários que utilizam o sistema de avaliação de competências. Uma vez a notificação passando para positiva, os agentes de software que estão executando localmente passam a acoplar o sistema de avaliação de competências ao sistema de gestão da aprendizagem, interoperando dados entre ambos.

Além do processo de notificação, também foi necessário dotar os agentes de software com ações de verificação da existência do acoplamento. Portanto, ao inicializar o sistema de avaliação de competências, mais precisamente o módulo de acoplamento, os agentes fazem uma varredura na base de dados do sistema de gestão da aprendizagem para verificar o estado

do acoplamento. Caso encontrem algum problema, passam a executar o processo de acoplamento e dependerão da notificação do administrador do sistema para efetivar a interoperabilidade de dados.

Por final, criou-se um controle no processo de interoperar dados entre os sistemas. Uma vez autorizados a interoperar dados, os agentes de software obtém as informações a serem compartilhadas via processo de monitoração, e após análise, decidem se assim devem proceder. Quando a decisão for positiva, torna-se necessário inserir os dados na base de dados do sistema de avaliação de competências. Para toda e qualquer ação de inserção, se verifica antes, a existência ou não desta informação na base de dados, somente permitindo concluir a inserção caso esta não existir ainda.

### 6.1.2 Arquitetura do sistema

Os componentes de software desenvolvidos são distribuídos para sustentar o banco de dados, os módulos de avaliação de competência, e o acoplamento e interoperabilidade de dados com o sistema de gestão da aprendizagem. A figura 56 apresenta os elementos que compõem a arquitetura do sistema de avaliação de competências. A seguir, descrição de cada:

- *Database*: constitui o banco de dados do sistema, que obedece ao modelo relacional de dados.
- *Tables, Procedures e Functions*: constituem as tabelas e os procedimentos criados no banco de dados, respectivamente, para o sistema em questão. As *tables* representam as entidades para persistência de dados. As *procedures e functions* são rotinas que podem ser disparadas no sistema como resultado de algum evento, e tem por finalidade, atender as funcionalidades deste. Estes objetos são criados dentro do *database*;
- *OWL/RDF*: constitui a implementação da ontologia de acoplamento, utilizada pelo módulo de acoplamento.
- *Forms Runtime*: constitui o ambiente de execução da interface gráfica com o usuário, do módulo de avaliação de competências.
- *Interface Gráfica Usuário*: compreende a interface que permite ao usuário utilizar o sistema. Esta interface oferece as funcionalidades básicas para inserção,

atualização, seleção, e deleção de dados, permitindo ao usuário interagir diretamente com os objetos presentes na database. A interface é disponibilizada ao usuário pelo módulo de avaliação de competências.

- *Jade Framework*: compreende o ambiente de execução dos agentes de software.

Constitui em uma plataforma completa que implementa diversas funcionalidades disponíveis ao agente de software, o que garante sua execução, comunicação, ciclo de vida, comportamento e diversas outras.

- *SGAAcoplador*: o agente de software responsável pelo acoplamento do sistema de avaliação de competências ao sistema de gestão da aprendizagem.
- *SGAMonitorador*: o agente de software responsável por monitorar o sistema de gestão da aprendizagem após o acoplamento ter ocorrido. Caso julgue necessário, este agente passa a interoperar dados entre os sistemas.
- *Apache Axis*: compreende o *framework* sob o qual desenvolveu-se os *web services* disponibilizados no sistema de gestão da aprendizagem.
- *WSIntegraDados*: o *web service* chamado pelo agente de software *SGAAcoplador*. Sua responsabilidade seria o fornecimento de serviços que viabilizam o processo de acoplamento, quando é necessária interação direta com o sistema de gestão da aprendizagem.
- *WSApoioDados*: o *web service* chamado pelo agente de software *SGAMonitorador*. Sua responsabilidade seria o fornecimento de serviços que viabilizam o processo de interoperabilidade de dados entre os sistemas, quando é necessária a interação direta com o sistema de gestão da aprendizagem.
- *JENA API*: Jena compreende um *framework* construído em Java para o desenvolvimento de aplicações para web semântica. Possui funcionalidades para ler e manipular ontologias.
- *Relational.OWL API*: compreende um pacote de funcionalidades implementado para a geração e leitura de ontologias que representam esquemas de bancos de dados relacionais.

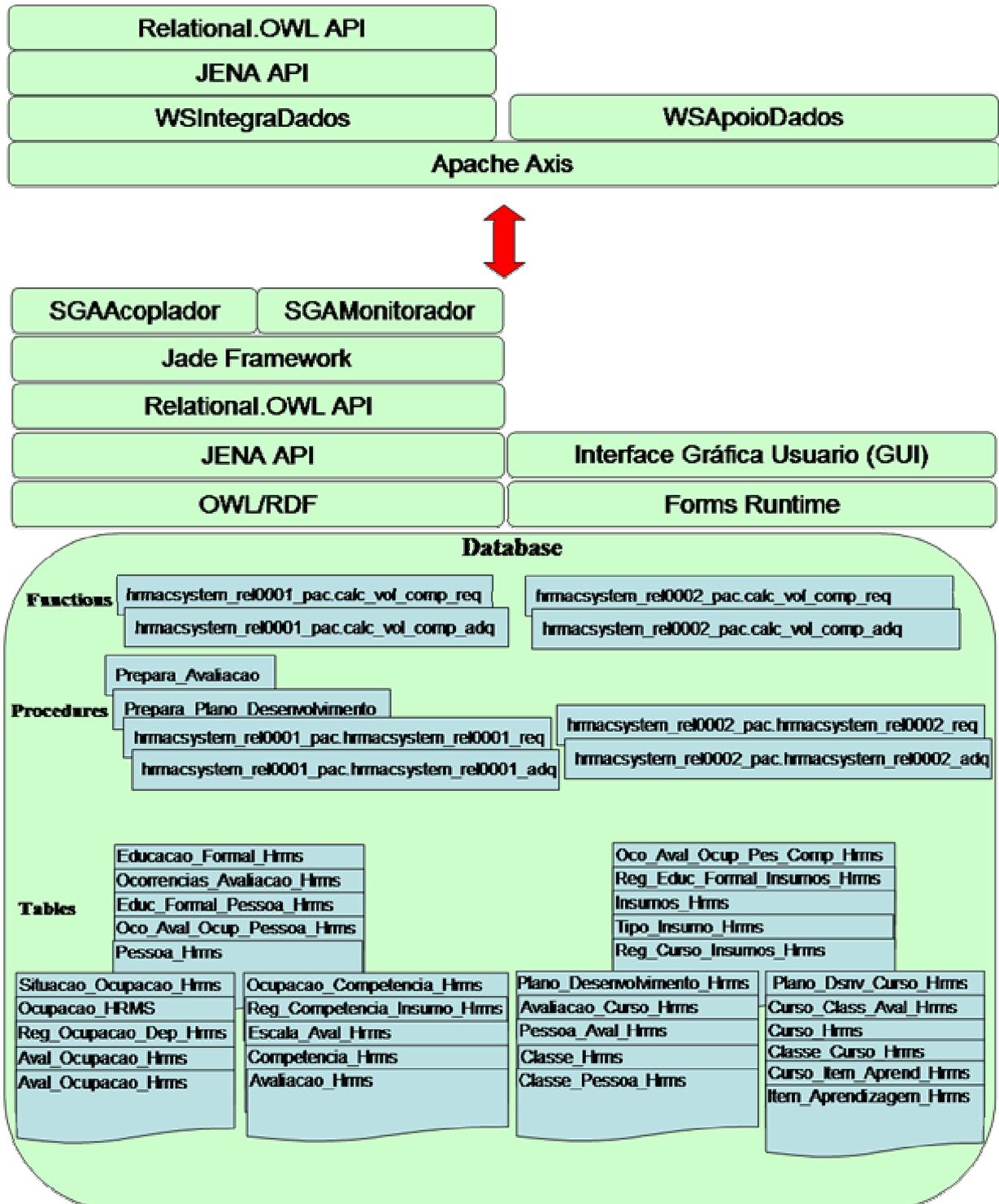


FIGURA 56 – Estrutura geral do sistema de avaliação de competências

A JENA API, consiste em uma biblioteca de classes desenvolvidas em Java que fornecem funcionalidades para o processamento de ontologias. Sendo assim através desta biblioteca realizou-se a inferência sob as classes e relacionamentos da ontologia proposta, o que viabilizou a construção de consultas nestas ontologias, e a obtenção dos resultados relevantes ao propósito deste estudo. A JENA fornece classes para representação

principalmente de recursos, propriedades e objetos formadores das triplas. Estas classes compreendem Resource, Property. Os métodos implementados por estas classes permitem a manipulação direta de elementos que compreendem a ontologia.

O módulo de acoplamento reúne os agentes de software e a ontologia, que tem por finalidade acoplar o sistema ao SGA. Este módulo conta com o apoio dos *web services* WSIntegraDados e WSApoioDados, que prestam serviços aos agentes de software. O módulo de avaliação de competências entrega as funcionalidades que envolvem a avaliação, e especialmente detém o modelo de competências. Ambos os módulos possuem acesso ao banco de dados. Da mesma forma, os *web services* possuem interação com o banco de dados do sistema de gestão da aprendizagem.

## 6.2 Banco de dados e modelo de relacionamento de entidades

Para a implementação do sistema de avaliação de competências utilizamos o banco de dados Oracle 11g R2. O banco de dados escolhido permite a construção dos componentes de software necessários para a implementação do sistema. Os componentes criados no banco de dados foram tabelas, procedimentos e funções, sendo que alguns agrupados em pacotes. A figura 57 apresenta o diagrama ER (*entity-relationship*) do banco de dados do sistema de avaliação de competências.

O diagrama ER contém as entidades para a implementação do modelo de competências no banco de dados. Dentre os objetos que compõem o diagrama, estão as entidades principais do modelo, e também as que fornecem o relacionamento entre os diferentes conceitos de informação tratados neste.

A entidade `pessoa_hrms` é destinada a armazenar o registro de indivíduos no sistema. As entidades `curso_hrms`, `classe_curso_hrms`, `classe_hrms`, e `classe_pessoa_hrms` têm por finalidade estabelecer os cursos realizados por um indivíduo, sendo que cada curso pode ter uma ou várias classes associadas a si. Já as entidades `curso_class_aval_hrms`, `avaliacao_curso_hrms`, e `pessoa_aval_hrms` referem-se à avaliação, ou nota final, que um indivíduo teve na realização de seu curso. Um curso pode ser classificado pela entidade `item_aprendizagem_hrms`, que se relaciona ao primeiro pela `curso_item_aprend_hrms`.

A competência propriamente dita é armazenada na entidade `competencia_hrms`. Os insumos de cada competência estão na entidade `insumos_hrms`. Cada insumo tem um tipo, que é registrado em `tipo_insumos_hrms`. Através da entidade `reg_competencia_insumo_hrms` relacionam-se os insumos a suas respectivas competências. Os insumos estão relacionados através de `reg_curso_insumos_hrms`, aos cursos que abordam conteúdos relativos.

As ocupações existentes na organização são registradas na entidade `ocupacao_hrms`. Toda ocupação possui uma série de competências para que seja desempenhada, e sua relação se constitui pela `ocupacao_competencia_hrms`. Cada ocupação possui uma classificação, pode ser de projeto, do plano operacional da organização, etc. Esta classificação é feita pela entidade `situacao_ocupacao_hrms`. Uma ocupação, para ser desempenhada, poderá exigir a realização de outra. Para tanto, a entidade `reg_ocupacao_dep_hrms` exerce a relação entre ocupações no modelo de competências proposto.

O histórico de educações formais de um indivíduo é registrado na entidade `educacao_formal_hrms`, e relaciona-se com o primeiro pela entidade `educ_formal_pessoa_hrms`. A educação formal desenvolve conhecimentos, habilidades e comportamentos nas pessoas, portanto é relacionada com insumos pela entidade `reg_educ_formal_insumos_hrms`.

A escala de avaliação, tanto exigida em competências requeridas, bem como na avaliação para se determinar às competências adquiridas, está armazenada na tabela `escala_aval_hrms`.

A avaliação de competência do indivíduo é criada e registrada na entidade `avaliacao_hrms`. Toda a avaliação deve referir-se a uma ou várias ocupações. Esta informação é registrada na entidade `aval_ocupacao_hrms`. Uma determinada avaliação pode ter várias ocorrências, sendo que cada uma é registrada em `ocorrencias_avaliacao_hrms`. A determinação dos indivíduos que participarão da avaliação está armazenada em `oco_aval_ocup_pessoa_hrms`. Através desta, ainda se relaciona a ocupação para a qual o indivíduo será avaliado. O processo de avaliação é realizado atribuindo-se medidas aos insumos das competências exigidas pelas ocupações, esta informação é registrada na entidade `oco_aval_ocup_pes_comp_hrms`. Como resultado da avaliação de competências, emite-se o plano de desenvolvimento do indivíduo. Este plano é sustentado pelas entidades `plano_dsnv_curso_hrms` e `plano_desenvolvimento_hrms`.

A entidade `controle_monitora_hrms` objetiva fornecer o mecanismo para notificar o agente de software quando o mapeamento entre os domínios de informação foi realizado pelo administrador do sistema. Nesta é armazenado o status do processo de mapeamento.

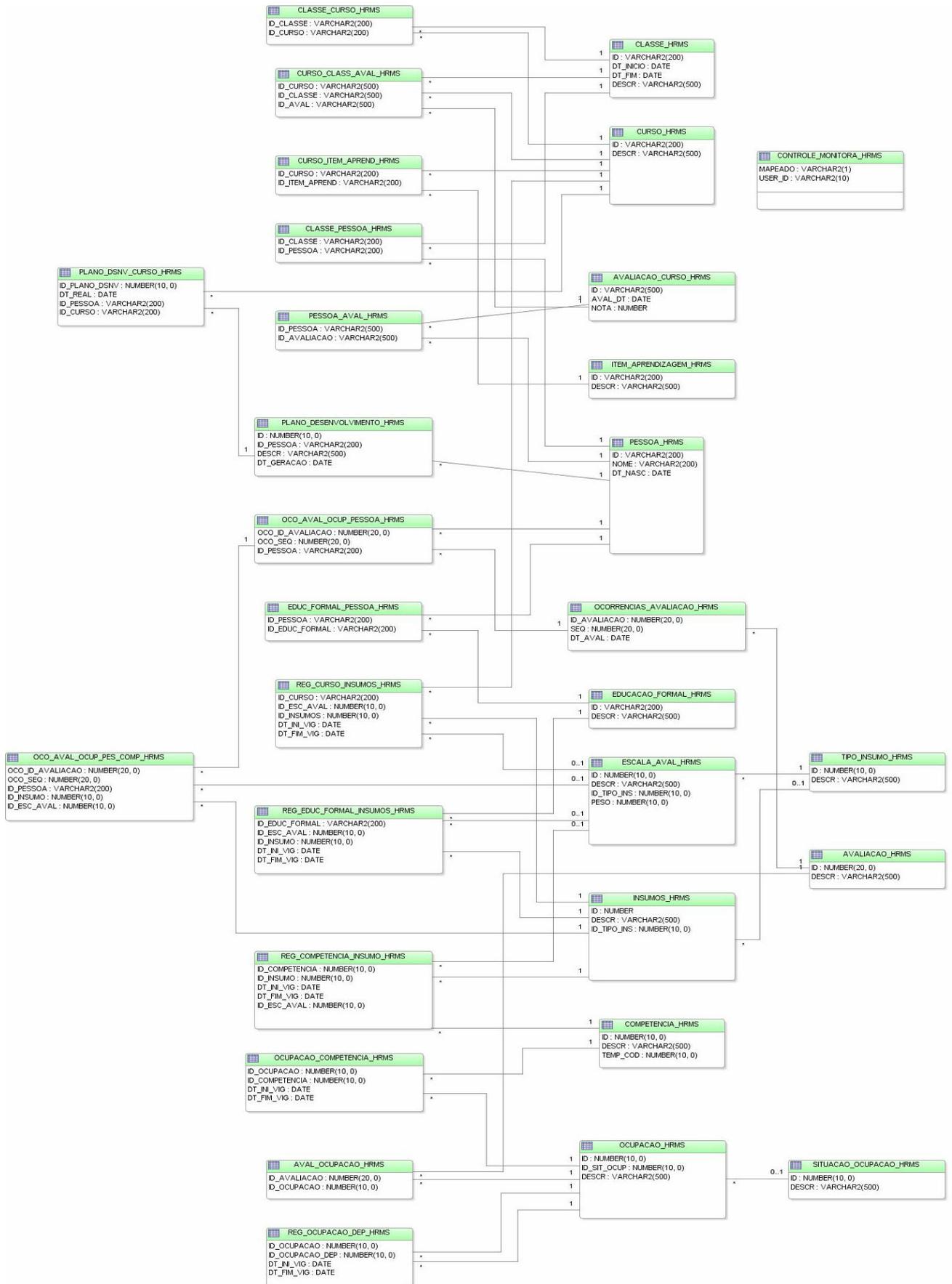


FIGURA 57 – Diagrama ER do sistema de avaliação de competências

### 6.3 Modulo de Avaliação de competências

O módulo de avaliação de competências tem por objetivo atender as funcionalidades de avaliar as competências de indivíduos no sistema construído. Este módulo viabiliza o cadastro do modelo de competências da organização, o ato de avaliar, e a análise do resultado da avaliação.

#### 6.3.1 Tecnologia de Implementação

As ferramentas de desenvolvimento da Oracle *Forms Builder*, *Report Builder* e *Graphics Builder* foram utilizadas para a implementação das transações, menus, relatórios e gráficos do sistema.

A ferramenta *Forms Builder* oferece o desenvolvimento da interface com o usuário e as regras de negócio do sistema. Através dela criaram-se as transações do sistema, contendo todos os campos que representam os dados armazenados no banco. As transações são dotadas de uma barra de ferramentas para inserção, alteração, deleção e seleção de dados. As regras do sistema foram implementadas por meio de *triggers*, funções, procedimentos, pacotes de objetos. Os menus para navegação entre as diferentes transações foram desenvolvidos por esta ferramenta. A ferramenta *Report Builder* foi utilizada para a construção dos relatórios. A ferramenta *Graphics Builder* foi utilizada para a construção dos gráficos no sistema. Todas estas suportam a execução de procedimentos, pacotes e funções no banco de dados.

#### 6.3.2 Transações do módulo

As transações do módulo são as telas onde são tratadas as informações para o funcionamento da avaliação de competências, dentre elas as que compõem o modelo de competências da organização. Para suportar o cadastro destes dados foram desenvolvidas

diversas transações que permitem tratamento dos dados, desde a inclusão, até sua deleção.

Estas transações são agrupadas em:

- Tabelas Genéricas: transações destinadas ao cadastro dos itens de aprendizagem, situação da ocupação, tipos de insumo, e cadastro de escalas;
- Educação Formal: transações para o cadastro de educação formal, e sua associação com insumos de competências;
- Ocupação: transações para o cadastro de ocupações da organização, as competências exigidas pela ocupação, e a relação de dependência entre ocupações;
- Pessoas: transações para o cadastro de pessoas, e o histórico de educação formal de cada pessoa;
- Cursos: transação para o cadastro de cursos e suas classes, associação do curso aos itens de aprendizagem e aos insumos, histórico de realização do curso por pessoa com a avaliação ou nota final do curso;
- Competência: transação para o cadastro de competências, cadastro de insumos de competências, e a relação entre ambos;

Com objetivo de apresentar uma visão geral do menu do módulo de avaliação de competências, a figura 58 apresenta um exemplo de navegação realizada via menu à transação de cadastro de competências.



FIGURA 58 – Menu do Módulo de Avaliação de Competências

Como exemplo de uma transação, a figura 59 apresenta a transação de cadastro de competências do módulo. Esta transação contém um campo para o dado identificador de uma competência, e outro para a descrição da competência.

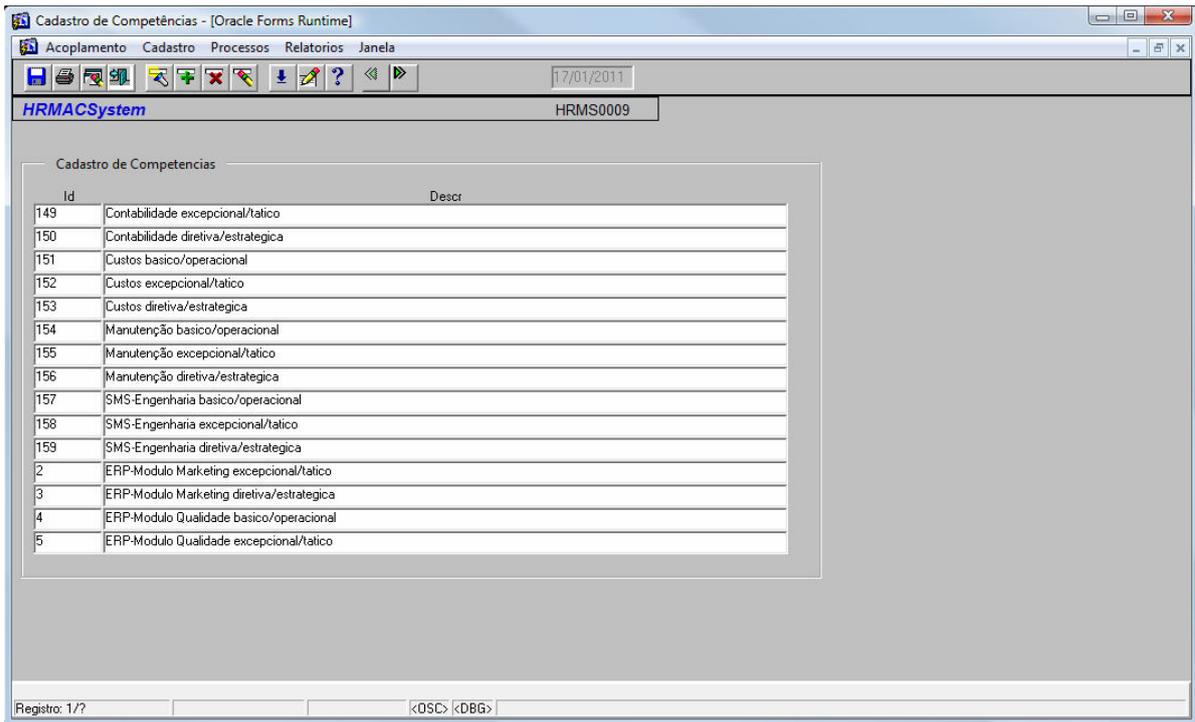


FIGURA 59 – Transação de Cadastro de Competências

Além dos campos para o cadastro de competências, a transação oferece uma barra de ferramentas que permite total manipulação dos dados presentes no cadastro.

### 6.3.3 Avaliação de competências

A avaliação de competência utiliza as informações cadastradas no modelo de competências para sua realização. O processo de avaliação é suportado pelo cadastro da avaliação, montagem e preparação da avaliação, registro dos valores da avaliação, processamento, e verificação de seu resultado.

Para o cadastro da avaliação, utiliza-se das seguintes transações no módulo de avaliação de competências:

- Cadastro da Avaliação: transação destinada ao cadastro da avaliação de competências;
- Registro da Avaliação e Ocupação: transação destinada à associação das ocupações para as quais serão avaliados os indivíduos;
- Registro da Avaliação e Pessoas: transação destinada à indicação das pessoas que serão avaliadas no processo;

- Avaliação de Competências: transação destinada ao processo de avaliação em si, onde se estipula o valor da medida de avaliação para cada insumo de competência.

A figura 60 apresenta a transação de avaliação, na sua tela principal, onde se faz a seleção da avaliação em que se está trabalhando. Já a figura 60, apresenta a tela onde se realiza a avaliação de competência propriamente dita, atribuindo valores de medição aos insumos das competências avaliadas.

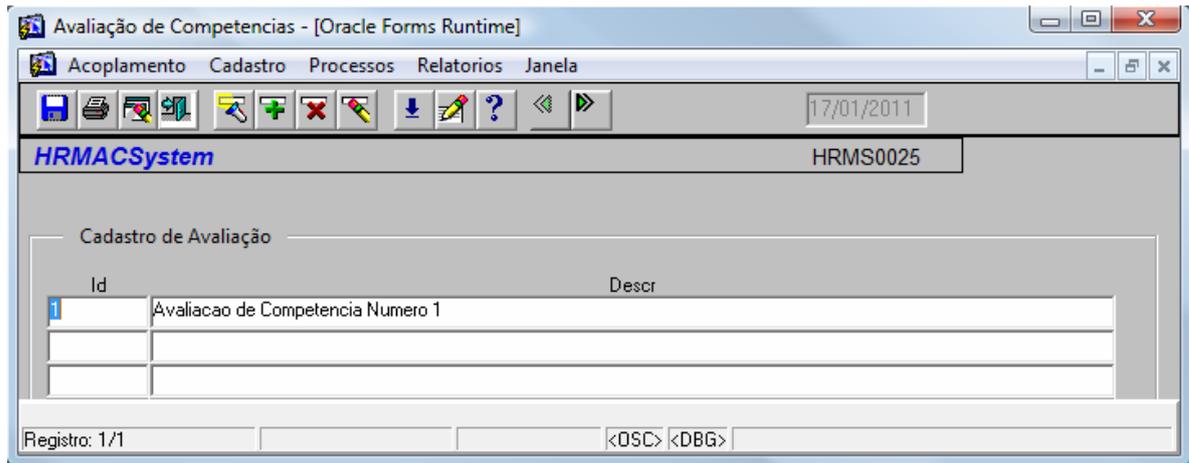


FIGURA 60 – Tela de seleção da avaliação de competência

O processo de avaliar as competências de um indivíduo inicia-se com a criação de uma nova avaliação, identificada por um código, e uma descrição. No modelo proposto, cada avaliação pode ser realizada inúmeras vezes, desde que seja cadastrada nova ocorrência, indicando um sequencial e uma data para a avaliação.

Cada avaliação possui uma ocupação, para a qual o indivíduo será avaliado. Esta ocupação da origem as competências e os insumos considerados no processo. A determinação do indivíduo a ser avaliado, é realizada por ocorrência da avaliação em si, podendo variar a cada ocorrência.

Sequencial e data da avaliação

Seq  Dt Aval

Pessoas avaliadas

Id Pessoa	Nome da Pessoa
9	Usuario_Um Usuario_Um

Avaliação Insumos da Competência

Id Insumo	Descr Insumo	TPInsumo	Descr Tipo Insumo	Escala	Descr	Peso
610	SAP - MODULE FICO (FINANCIAL / ACCOUNTING)	1	Conhecimento	1	Escala 1	1
617	ANALISE DE CAUSA RAIZ	1	Conhecimento	2	Escala 2	2
621	AUDITORIA DO SISTEMA DE GESTAO DA QUALIDADE	1	Conhecimento	1	Escala 1	1
633	MANUAL DA QUALIDADE DE FORNECEDORES	1	Conhecimento	1	Escala 1	1
634	DMAC (METODOLOGIA SEIS SIGMA)	1	Conhecimento	1	Escala 1	1
639	PLANEJAMENTO DA QUALIDADE A NIVEL DE PECA OU CONJUNTO	1	Conhecimento	1	Escala 1	1

Registro: 1/?

FIGURA 61 – Tela de avaliação de competência

O procedimento de banco de dados *Prepara\_Avaliacao* tem por objetivo auxiliar na automatização da seleção dos insumos que constituirão os indicadores do processo de avaliação de competências. Este procedimento é disparado através do módulo de avaliação de competências. Sua função é trazer para a transação da avaliação os insumos das competências presentes nas ocupações que estão sendo avaliadas. Cada insumo representa um conhecimento, habilidade ou comportamento que as competências avaliadas requerem. Baseado no que é requerido por uma competência, o procedimento analisa se o indivíduo participante já foi exposto a processos de aprendizagem que abordam em seu conteúdo assuntos relacionados ao insumo em questão. Este processo de aprendizagem pode ser um curso ou educação formal, realizado pelo indivíduo. Esta análise retornará como sugestão de avaliação, diretamente na transação mostrada pela figura 61, a nota do curso realizado, ou o valor da escala de medida associada à educação formal, proveniente do histórico registrado para a pessoa. A figura 62 apresenta o resultado da execução do procedimento *prepara\_avaliacao*.

Sequencial e data da avaliação

Seq  Dt Aval

Pessoas avaliadas

Id Pessoa	Nome da Pessoa
9	Usuario_Um Usuario_Um

Avaliação Insumos da Competência

Id Insumo	Descr Insumo	TPInsumo	Descr Tipo Insumo	Escala	Descr	Peso
648	NCCA (NON-CONFORMITY CORRECTIVE ACTION)	1	Conhecimento			
650	MISTAKE-PROOFING (POKAYOKE/DISPOSITIVOS A PROVA DE ERRO)	1	Conhecimento	3	Escala 3	3
654	GESTAO DE PROJETOS	1	Conhecimento	5	Escala 5	5

Registro: 1/?      <OSC> <DBG>

FIGURA 62 – Sugestão de valores para indicadores de competência

Neste exemplo, o resultado dos cursos realizados foi trazido para o processo de avaliação, como sugestão de valor ao indicador de competência, ou insumo propriamente dito. A medida de avaliação de peso 3 foi sugerida no indicador de conhecimento *Mistake-Proofing*. Já a medida de peso 5 foi sugerida no indicador Gestão de Projetos. Neste caso, os pesos representam as notas atribuídas ao indivíduo na realização de cursos.

Os pacotes de banco de dados *hrmacsystem\_rel0001\_pac* e *hrmacsystem\_rel0002\_pac*, possuem procedimentos e funções para o processamento do resultado da avaliação de competências. Os procedimentos *hrmacsystem\_rel0001\_req*, *hrmacsystem\_rel0001\_adq*, e as funções *calc\_vol\_comp\_req* e *calc\_vol\_comp\_adq* do pacote *hrmacsystem\_rel0001\_pac* foram implementados para realizar o cálculo da avaliação de competências por indivíduo. Já os procedimentos *hrmacsystem\_rel0002\_req*, *hrmacsystem\_rel0002\_adq*, e as funções *calc\_vol\_comp\_req* e *calc\_vol\_comp\_adq* do pacote *hrmacsystem\_rel0002\_pac* foram implementados para realizar o cálculo da avaliação de competências do grupo.

Os procedimentos *hrmacsystem\_rel0001\_req* e *hrmacsystem\_rel0002\_req* têm por objetivo realizar o levantamento dos insumos de competências que compõem uma determinada avaliação. Uma vez identificados, os procedimentos realizam a soma do peso requerido por cada insumo, de acordo com a competência para a qual pertence. Ao final, esta soma é totalizada por conhecimento, comportamento, e habilidade. No caso do procedimento *hrmacsystem\_rel0001\_req*, a soma acontece para um indivíduo somente, já para o *hrmacsystem\_rel0002\_req*, a soma acontece para todos os indivíduos. Os valores das somas

por tipos de insumos são atribuídos as competências presentes no processo de avaliação. A figura 63 apresenta o trecho de código do procedimento *hrmacsystem\_rel0001\_req*.

```

open get_competencia_req;
loop
  fetch get_competencia_req into r3;
  exit when get_competencia_req%notfound;
  vVlrConh := 0;
  vVlrHab := 0;
  vVlrComp := 0;
  open get_insumos_comp_req;
  loop
    fetch get_insumos_comp_req into r4;
    exit when get_insumos_comp_req%notfound;
    if upper(r4.descr) = 'CONHECIMENTO' then
      vVlrConh := vVlrConh + r4.peso;
    end if;
    if upper(r4.descr) = 'HABILIDADE' then
      vVlrHab := vVlrHab + r4.peso;
    end if;
    if upper(r4.descr) = 'COMPORTAMENTO' then
      vVlrComp := vVlrComp + r4.peso;
    end if;
  end loop;
  close get_insumos_comp_req;
  begin
  insert into rel0001_tmp1_hrms
  (id_pessoa, id_competencia, sumConhecimento, sumComportamento, sumHabilidade, user_id, id_aval)
  values
  (vIdPessoa, r3.id_competencia, vVlrConh, vVlrHab, vVlrComp, upper(user), r1.id);
  commit;
  end;
end loop;
close get_competencia_req;

```

FIGURA 63 – Trecho de código do procedimento *hrmacsystem\_rel0001\_req*

O resultado desta operação traz o valor total requerido por competência, para cada tipo de insumo. A figura 63 destaca nas áreas circuladas a soma dos valores requeridos para cada insumo de acordo com seu tipo. Após atribuí esta soma às competências que compreendem o processo de avaliação.

O procedimento *hrmacsystem\_rel0001\_adq* e *hrmacsystem\_rel0002\_adq* têm por objetivo analisar o resultado atribuído pelo avaliador a cada insumo no processo avaliativo. Este resultado consiste a medida dada pelo avaliador ao indicador em questão. Após, o procedimento soma estas medidas, totalizando-as por tipo de insumo, atribuindo este valor final às respectivas competências que perfazem o processo. No caso do procedimento *hrmacsystem\_rel0001\_req*, a soma acontece para um indivíduo somente, já para o *hrmacsystem\_rel0002\_req*, a soma acontece para todos os indivíduos, portanto o resultado da execução destes procedimentos traz o valor total adquirido pelo indivíduo ou grupo de indivíduos avaliados para uma determinada competência.

As funções *calc\_vol\_comp\_req*, de ambos os pacotes, buscam os valores totais por tipo de insumo, e por competência, resultados os procedimentos *hrmacsystem\_rel0001\_req* e

*hrmacsystem\_rel0002\_req*, para calcular o volume requerido por cada competência no processo de avaliação. Para compor o volume, ocorre multiplicação entre os totais de conhecimento, habilidade e comportamento para cada competência. O resultado desta função no pacote *hrmacsystem\_rel0001\_pac* consiste no volume requerido por competência para o indivíduo. Já no pacote *hrmacsystem\_rel0002\_pac* o resultado consiste no volume requerido por competência para o grupo como um todo.

As funções *calc\_vol\_comp\_adq* de ambos os pacotes, buscam os valores totais por tipo de insumo, e por competência, resultados dos procedimentos *hrmacsystem\_rel0001\_adq* e *hrmacsystemrel0002\_adq*, para calcular o volume adquirido para cada competência no processo de avaliação. Para compor o volume, ocorre a multiplicação entre os totais de conhecimento, habilidade e comportamento para cada competência. O resultado desta função no *hrmacsystem\_rel0001\_pac* consiste no volume adquirido por competência para o indivíduo. Já no pacote *hrmacsystem\_rel0002\_pac*, o resultado consiste no volume adquirido por competência para o grupo como um todo. A figura 64 apresenta o trecho de código da função *calc\_vol\_comp\_req*.

```

vResult := 0;
begin
select
nvl(re.sumconhecimento*re.sumcomportamento*re.sumhabilidade,0) vol_comp
into
vResult
from
rel0001_tmp2_hrms re
where
re.id_pessoa = vIdPessoa and
re.id_competencia = vIdComp and
upper(re.user_id) = upper(user) and
re.id_aval = vIdAval;
Exception
When no_data_found then
vResult := null;
end;
```

FIGURA 64– Calculo do volume de competências adquiridas pelo indivíduo

Neste trecho está destacado o calculo do volume requerido para a competência, através da multiplicação da soma de conhecimento, comportamento e habilidade. Também se destaca a variável que recebe este resultado, e que suporta o resultado retornado pela função.

### 6.3.4 Relatórios de resultado da avaliação

Para atender ao processo de análise e comunicação do resultado das avaliações de competências desenvolveram-se dois relatórios que geram gráficos para acompanhamento das avaliações, sendo um por indivíduo, e outro para o grupo. Estes relatórios expressam o percentual de aderência e sua variação ao longo do período.

O gráfico geral de avaliação por pessoa traz no eixo Y os percentuais de aderência adquiridos ao longo do tempo. No eixo X, o gráfico traz o mês do ano correspondente ao percentual de aderência adquirido. A figura 65 apresenta um exemplo deste gráfico, com dados fictícios.

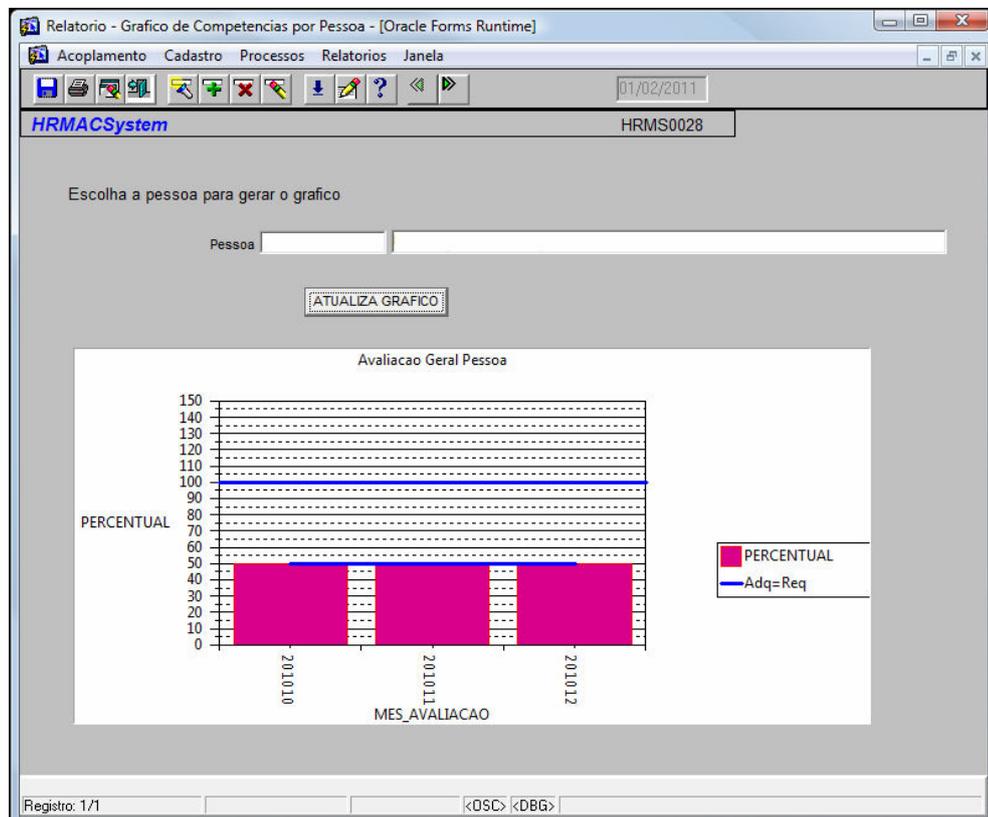


FIGURA 65 – Gráfico geral da pessoa

O gráfico geral da pessoa apresenta uma linha na faixa dos 100%, que representa o ponto onde o percentual de aderência é 1, ou seja, a divisão do volume de competências adquiridas pelo volume de competências requeridas é igual a 1. Neste ponto, o indivíduo alcança plenamente o requerido pelo plano de competências para o qual esta sendo avaliado. Para a geração deste gráfico são utilizados os procedimentos *hrmacsystem\_rel0001\_req* e *hrmacsystem\_rel001\_adq* do pacote *hrmacsystem\_rel0001\_pac*. As funções

*calc\_vol\_comp\_req* e *calc\_vol\_comp\_adq* do mesmo pacote realizam o cálculo do volume de competências, formando assim as bases para o cálculo do percentual de aderência, mostrado no gráfico.

No caso de ocorrer mais de uma avaliação de competência para o indivíduo dentro do mesmo mês, o procedimento adotado pelo gráfico é somar os volumes requeridos e os volumes adquiridos presentes nestas avaliações e compor o percentual de aderência do indivíduo.

O gráfico geral de avaliação do grupo traz no eixo Y os percentuais de aderência adquiridos pelo grupo ao longo do tempo. No eixo X, o gráfico apresenta os meses do ano em que o percentual foi adquirido. A figura 66 apresenta um exemplo deste gráfico, baseado em dados fictícios.

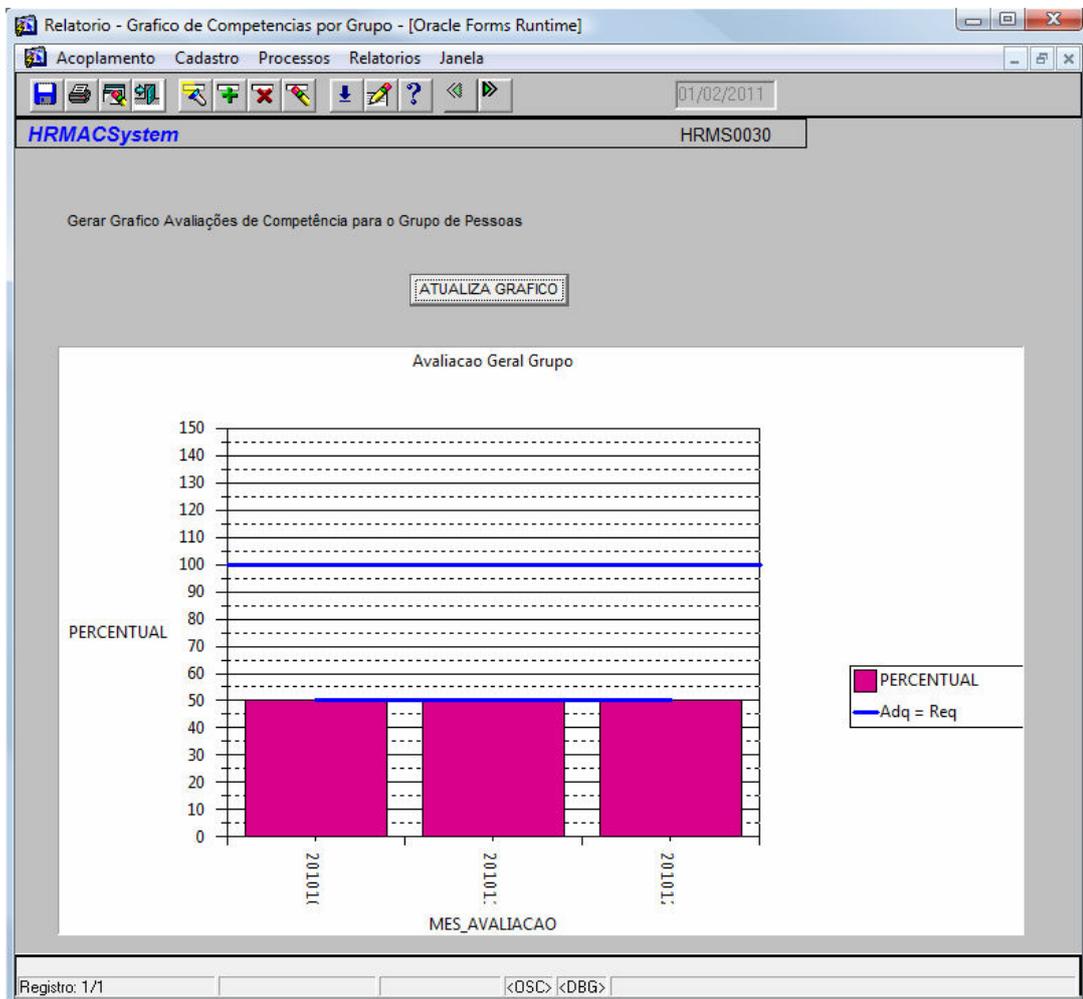


FIGURA 66 – Gráfico geral do grupo

O gráfico geral do grupo apresenta uma linha na faixa dos 100%, que representa o ponto onde o percentual de aderência é 1, ou seja, a divisão do volume de competências adquiridas pelo volume de competências requeridas é igual a 1. Neste ponto, o grupo alcança

plenamente o requerido pelo plano de competências para o qual esta sendo avaliado. Para a geração deste gráfico são utilizados os procedimentos *hrmacsystem\_rel0002\_req* e *hrmacsystem\_rel0002\_adq* do pacote *hrmacsystem\_rel0002\_pac*. As funções *calc\_vol\_comp\_req* e *calc\_vol\_comp\_adq* do mesmo pacote realizam o cálculo do volume de competências, formando assim as bases para o cálculo do percentual de aderência, mostrado no gráfico.

No caso de ocorrer mais de uma avaliação de competência para o indivíduo dentro do mesmo mês, o procedimento adotado pelo gráfico é somar os volumes requeridos e os volumes adquiridos presentes nestas avaliações e compor o percentual de aderência do grupo.

### 6.3.5 Relatório do plano de desenvolvimento

O plano de desenvolvimento é gerado para cada ocorrência de avaliação de competências. O procedimento de banco de dados *prepara\_plano\_desenvolvimento* é acionado através do sistema de avaliação de competências. Para o procedimento são passados parâmetros que indicam o código da avaliação, o número e data da ocorrência. Com base nestas informações, é gerado para todos os indivíduos relacionados com a avaliação em específico, um plano de cursos a serem realizados no sistema de gestão da aprendizagem.

Após a geração do plano por indivíduo, a informação consta armazenada em banco de dados e pode ser acessada por transação exclusiva do sistema de avaliação de competências. A figura 67 apresenta a transação de acesso ao plano de desenvolvimento individual.

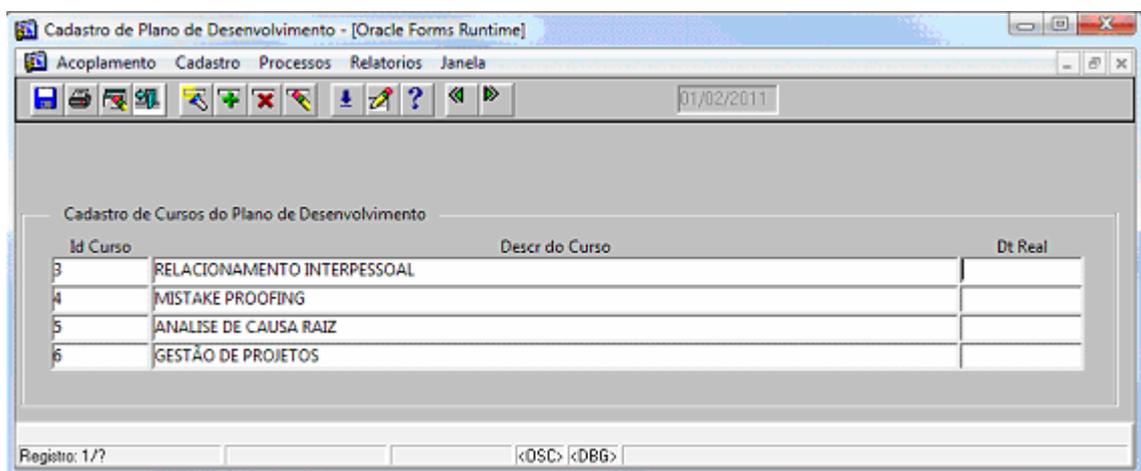


FIGURA 67 – Tela para visualizar o plano de desenvolvimento individual

Através da figura acima se pode verificar os cursos que uma determinada pessoa deve realizar via sistema de gestão da aprendizagem, de acordo com o resultado de sua avaliação de competências.

Além da transação para visualização, foi construído um relatório específico para comunicar o plano de desenvolvimento individual. Este relatório utiliza-se das mesmas tabelas de banco de dados que a transação acima. A figura 68 apresenta um relatório fictício gerado a partir do sistema de avaliação de competências, com o plano de desenvolvimento de um indivíduo avaliado.

HRMACSystem  
Avaliação de Competencias  
HRMSRELO001

Página: 1  
DATA : 01/02/2011  
HORA : 15:18:19

Plano de Desenvolvimento

Curso Id	Curso Descricao
Pessoa:	9 Usuario_
Plano:	0 - Plano Desenvolvimento - Avaliacao 9 de 27/01/2011
	Data: 27/01/2011
2	IMPACT LEADERSHIP
3	RELACIONAMENTO INTERPESSOAL
4	MISTAKE PROOFING
5	ANALISE DE CAUSA RAIZ
6	GESTÃO DE PROJETOS
7	CONTROLES INTERNOS - BÁSICO
8	SISTEMA DE PRODUÇÃO
9	PLANEJAMENTO DA QUALIDADE (DPA/ PPAP)
10	ISO AUDITOR LIDER
11	MANUAL DA QUALIDADE DE FORNECEDORES
12	SIX SIGMA BLACK BELT
13	FUNDAMENTOS DA QUALIDADE ASSEGURADA
14	SISTEMA DA QUALIDADE
15	PROCESSO DE TRATATIVA DE MATERIAL NÃO-CONFORME
16	PVW ( PROCESSO DE VERIFICAÇÃO E VALIDAÇÃO DE PRODUTO)
17	PROCESSO DE SATISFAÇÃO DO CLIENTE
18	NCCA (SISTEMA)
19	QIT (QUALITY IMPROVEMENT TEAM)
20	ANÁLISE DE EMPILHAMENTO DE TOLERANCIAS
21	IFRS (NORMAS DE CONTABILIDADE INTERNACIONAL)
22	SISTEMA CONTABIL ESTRANGEIRO BÁSICO
23	MASTERSAF
24	MODELAGEM FINANCEIRA
25	MATEMÁTICA FINANCEIRA AVANÇADA
27	ANSYS WORKBENCH - INTRODUÇÃO
28	NCCA - NON CONFORMING CORRECTION ACTION
29	FAILURE MODES AND EFFECTS ANALYSIS (FMEA)
30	STANDARDS, ABNT, INTERNATIONAL STANDARDS AND QUALITY MANUAL STANDARDS
32	TOMADA DE DECISÃO
33	DIVERSIDADE CULTURAL
34	FAZER COM QUE OS OUTROS DESEMPENHEM
35	STRATEGIC THINKING
36	TRABALHAR PARA ENCONTRAR SOLUÇÕES BOAS PARA TODOS SEMPRE QUE POSSIVEL
37	RESPONSABILIDADE, COMPROMETIMENTO E PODER

FIGURA 68 – Relatório de plano de desenvolvimento individual

Através deste relatório é possível verificar a pessoa detentora do plano, a data de código da avaliação que o gerou. O relatório traz a listagem de cursos disponíveis no sistema de gestão da aprendizagem, sendo uma sugestão focada na melhoria da capacidade do indivíduo avaliado.

## 6.4 Módulo de Acoplamento

O acoplamento deve ser autogerenciável, interoperando dados entre os sistemas envolvidos, de maneira que garanta seus objetivos. Também, o acoplamento deve ocorrer através de um protocolo de comunicação que permita a interoperabilidade de informações. O método utilizado para garantir o compartilhamento de dados, prevê a utilização de ontologias, para o mapeamento semântico entre os domínios de informação dos sistemas. Para atender a estes requisitos, o módulo de acoplamento foi desenvolvido sob o paradigma multiagentes, utilizando *web services* para a comunicação entre os sistemas, baseado na ontologia para compreender a relação entre os domínios de informação.

### 6.4.1 Agentes de Software

O propósito de dar autonomia ao sistema no gerenciamento do acoplamento se baseia em garantir a padronização do processo. A padronização se obtém através da automatização, pois os agentes de software têm em seu plano, as ações que devem ser desempenhadas, e sua ordem de execução. O plano gerencial, executado pelo agente de software, garante que nenhum dado será interoperado sem que o acoplamento esteja realizado e pronto para utilização. Para a construção e execução do módulo de acoplamento foi utilizado o *framework* JADE.

As características necessárias ao módulo de acoplamento incentivaram sua implementação como um sistema baseado em agentes. Para que atinja os objetivos de ser autônomo no gerenciamento do processo de acoplamento e interoperabilidade de dados é necessário disponibilizar de um componente de software que esteja em execução constantemente após sua inicialização, e implemente comportamentos pré-estabelecidos a partir da análise do ambiente. Este componente deve dispor de uma plataforma que garanta sua execução, e forneça serviços para o seu ciclo de vida. A partir da análise do ambiente, que no caso consiste pelo acoplamento, monitoração, e compartilhamento de dados entre os sistemas, este componentes devem tomar ações que gerem resultados já esperados pelo sistema de avaliação de competências diretamente no ambiente. Estas ações são

implementadas pelos comportamentos do componente, que recebem como entrada as informações do ambiente, e conforme são julgadas, executam o comportamento que for adequado para resultar em um novo estado do ambiente. As ações neste caso podem ser de acoplar, monitorar ou compartilhar dados. O paradigma multiagentes fornece a partir de seu conceito todas as características que devem ser atribuídas ao componente de software responsável pelo módulo de acoplamento. A plataforma JADE como ambiente de execução permite o agente de software realizar todas as suas ações no ambiente para o qual está exposto.

#### 6.4.1.1 Inicialização e comunicação dos agentes de software

No sistema de avaliação de competências, o módulo de acoplamento é inicializado pelo usuário, que deve acessar a transação dedicada a esta inicialização via menu. A figura 69 apresenta a transação criada para inicializar o módulo.

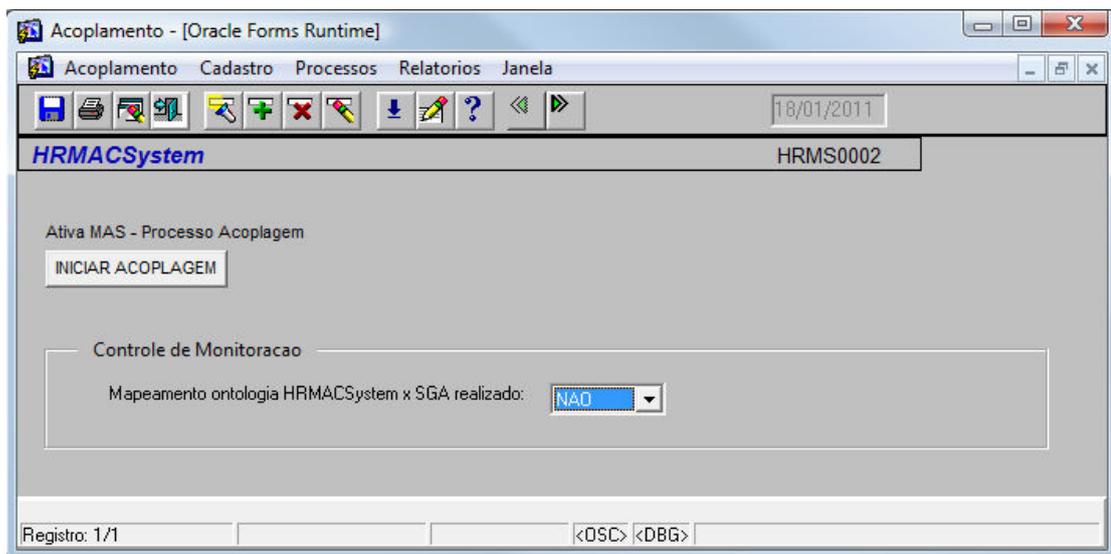


FIGURA 69 – Tela para inicializar a acoplagem

A transação contempla um botão para a inicialização da plataforma JADE. Através deste é criado o container para acomodar os agentes, colocando-os em execução. Em casos onde os agentes identificam problemas na interoperabilidade de dados, e decidem por uma nova acoplagem, o administrador do sistema pode utilizar um campo específico para notificar os agentes de software se o mapeamento entre os domínios de informação dos sistemas esta concluído, ou não. Este campo esta na seção de Controle de Monitoramento, na figura acima.

Quando inicializada a plataforma de execução, os agentes SGAMonitorador e SGAAcoplador passam a desempenhar suas ações no processo de acoplamento e interoperabilidade. O agente SGAMonitorador inicia o processo de monitoração, e neste momento poderá encontrar problemas com a realização do acoplamento. Caso isso ocorra, este agente passa comunicar-se com o SGAAcoplador. A figura 70 traz o plano do agente SGAMonitorador.

Plan Diagram: Monitorar e Interoperar Dados com SGA

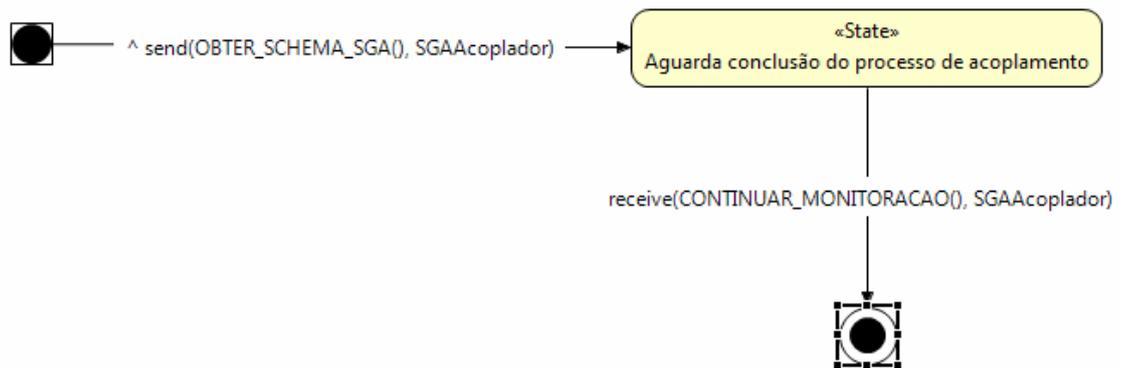


FIGURA 70 – Plano do agente SGAMonitorador

A mensagem enviada ao agente SGAAcoplador, cujo performativo é OBTER\_SCHEMA\_SGA, tem como objetivo solicitar ao SGAAcoplador que execute todo o processo de acoplamento, o que viabilizará ao SGAMonitorador dar continuidade a sua ação. A figura 71 apresenta o protocolo de troca de mensagens.

Protocol Diagram

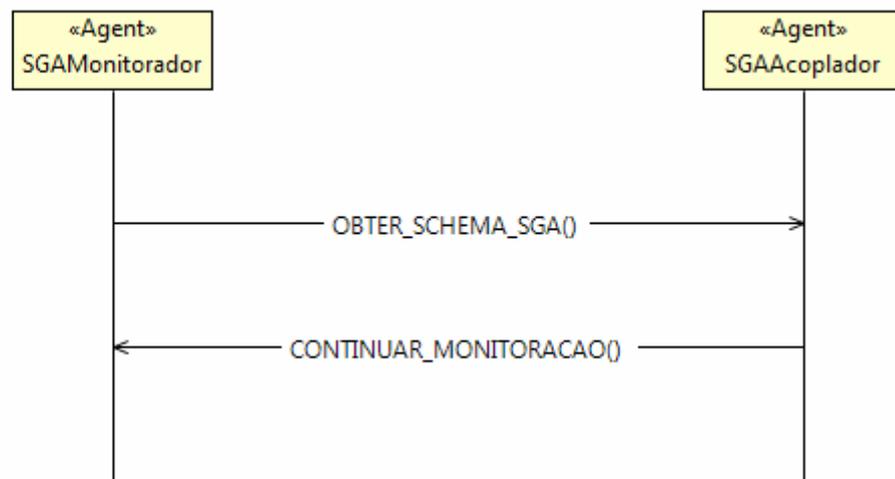


FIGURA 71 – Protocolo de troca de mensagens do agente SGAMonitorador

O agente SGAAcoplador, no caso descrito, estará recebendo uma mensagem do agente SGAMonitorador. A figura 72 apresenta o plano do agente SGAAcoplador.

Plan Diagram: Acoplar SAC ao SGA

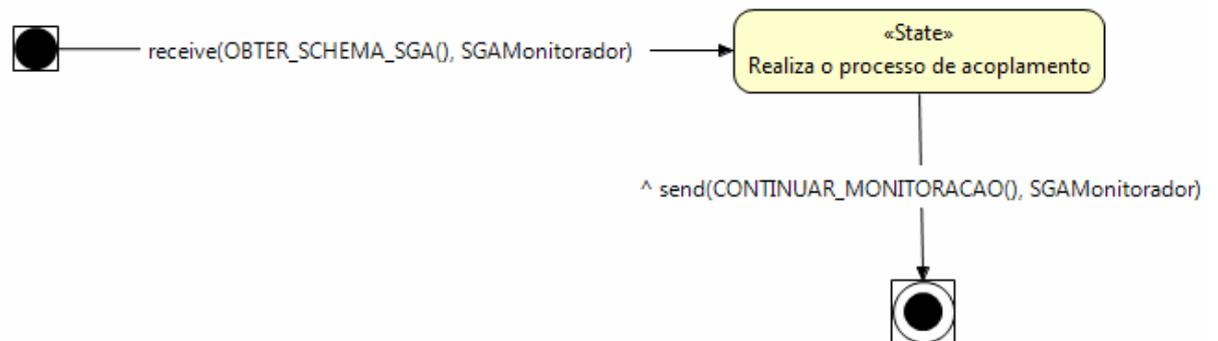


FIGURA 72 – Plano de agente SGAAcoplador

Quando ocorre o recebimento da mensagem `OBTER_SCHEMA_SGA`, o agente SGAAcoplador inicia o processo de acoplamento. Uma vez concluído, envia a mensagem `CONTINUAR_MONITORACAO` ao agente de software SGAMonitorador, autorizando-o a continuar com o processo de monitoração e interoperabilidade de dados. A figura 73 apresenta o protocolo de troca de mensagem do agente SGAAcoplador.

Protocol Diagram

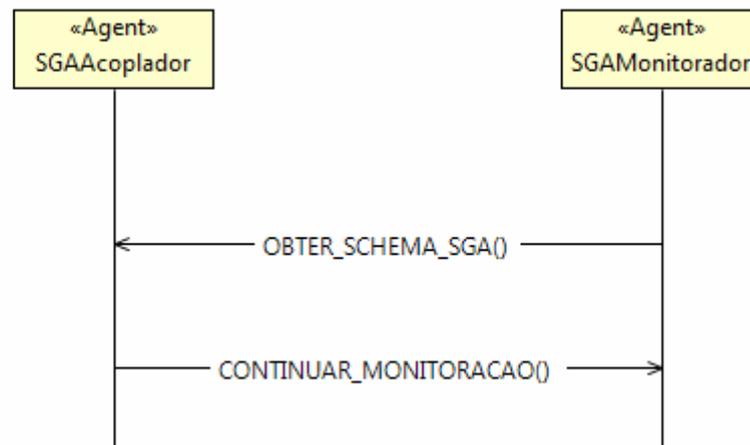


FIGURA 73 – Protocolo de troca de mensagens do agente SGAAcoplador

#### 6.4.1.2 Os papéis do agente SGAAcoplador

O agente de software SGAAcoplador possui em seu plano de ação, a execução de dois papéis, o de Acoplador, e de Facilitador da Ontologia. No papel facilitador da ontologia, este agente atua como cliente do *web service* `WSIntegraDados`, seu objetivo é obter a ontologia que representa o esquema de banco de dados do sistema de gestão da aprendizagem. Como

Acoplador, o agente atua na interpretação do mapeamento realizado entre os domínios de informação dos sistemas, e a partir disso acopla os sistemas.

O agente SGAAcoplador possui a sua disposição objetos e métodos para auxiliar no desempenho da sua função. Para tanto, foram desenvolvidas duas classes principais, a ClientIntegraDados e a MontaView.

A classe ClientIntegraDados tem por objetivo servir ao agente SGAAcoplador métodos para que este solicite os serviços do WSIntegraDados. A figura 74 apresenta o diagrama de classes utilizadas para as solicitações ao *web service*.

As interfaces WSIntegraDados e WSIntegraDadosService, e as classes WSIntegraDadosSoapBindingStub e WSIntegraDadosServiceLocator, são geradas pelo *framework* Apache Axis, e tem por objetivo constituir as classes *stub* do *web service* WSIntegraDados, disponibilizadas no lado do cliente. Elas fornecem os métodos para acessar o *web service*.

A classe ClientIntegraDados, nos seus métodos ClientIntegraDados, schemaAtachado, e clienteAcoplaSistemaOracle disponibiliza meios ao agente de software desempenhar seus papéis. O método schemaAtachado, realiza a solicitação ao *web service* para que retorne a ontologia que representa o esquema de banco de dados do sistema de gestão da aprendizagem. Esta ontologia é gerada pelo WSIntegraDados, e enviada como um arquivo texto via protocolo HTTP/SOAP. Uma vez recebido o arquivo, o método schemaAtachado o disponibiliza em diretório do sistema operacional da máquina onde roda o sistema de avaliação de competências.

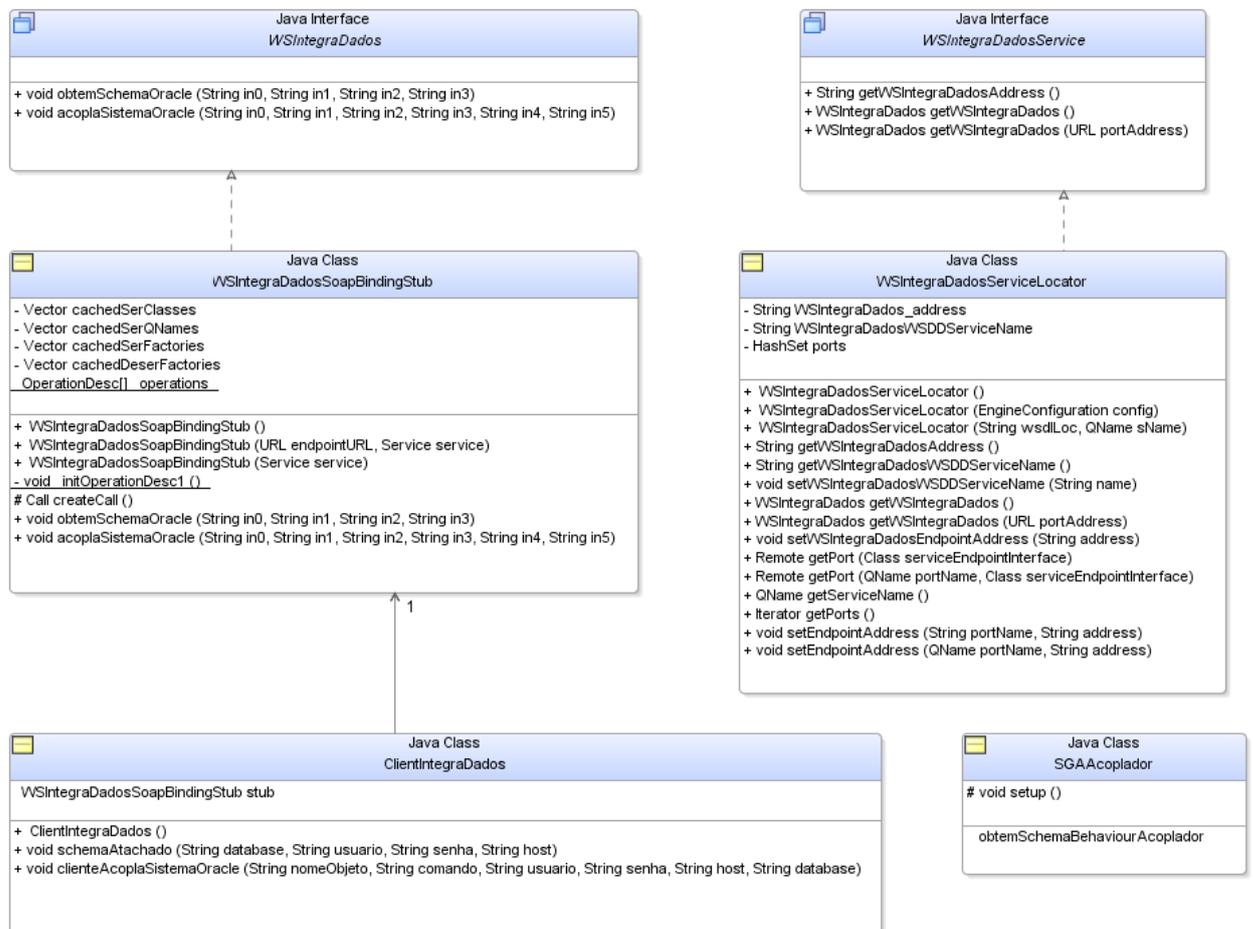


FIGURA 74 – Diagrama de classes para ClientIntegraDados

A figura 75 apresenta o trecho de código que realiza esta operação. Pelo que consta nos dois primeiros destaques desta figura, o método recebe a resposta do *web service* com o arquivo que contém a ontologia atachada na mensagem de resposta. Este arquivo é transferido via HTTP/SOAP, logo está serializado. Portanto, é necessário utilizar um *datahandler* para deserializar o arquivo, conforme mostra o terceiro destaque. Uma vez reconstituído o arquivo, ele é disponibilizado em um diretório para que seja utilizado pelo administrador do sistema no mapeamento entre os domínios de informação, conforme apresenta o quarto destaque na figura.

```

import java.util.*;
import java.io.*;
public class ClientIntegraDados {
    WSIntegraDadosSoapBindingStub stub;
    public ClientIntegraDados() {
        try {
            stub = (WSIntegraDadosSoapBindingStub) new WSIntegraDadosServiceLocator().getWSIntegraDados();
        } catch (Exception e) {
            /**/
        }
    }
    public void schemaAtachado(String database,String usuario,String senha,String host) throws Exception {
        stub.obtemSchemaOracle(database,usuario,senha,host);
        org.apache.axis.MessageContext context = stub._getCall().getMessageContext();
        org.apache.axis.Message mens = context.getResponseMessage();
        org.apache.axis.attachments.Attachments atachados = mens.getAttachmentsImpl();
        List lista = (List) atachados.getAttachments();
        Iterator itt = lista.iterator();
        while(itt.hasNext()) {
            org.apache.axis.attachments.AttachmentPart attfile =
                (org.apache.axis.attachments.AttachmentPart) itt.next();
            javax.activation.DataHandler dh = attfile.getActivationDataHandler();
            FileOutputStream output = new FileOutputStream("C:\\Temp\\schema_sga.rdf");
            dh.writeTo(output);
        }
    }
}

```

FIGURA 75– Trecho código fonte do método `schemaAtachado`

Estando o referido mapeamento realizado, o agente SGAAcoplador é notificado. Neste momento, inicia-se o processo para a criação das *queries* que serão executadas no processo de interoperabilidade de dados, mais precisamente, pelo agente SGAMonitorador. O processo de criação das *queries* é automatizado, ou seja, o agente SGAAcoplador com base no mapeamento semântico existente entre os diferentes domínios de informação, passa a construir as *queries* de forma automática. Depois de construídas, as *queries* assumem o formato de *views* na base de dados do sistema de gestão da aprendizagem.

Para que as *views*, que representam as *queries*, sejam criadas na base de dados do sistema de gestão da aprendizagem, o SGAAcoplador precisa utilizar a classe `MontaView`, e o método `clienteAcoplaSistemaOracle` da classe `ClientIntegraDados`.

A classe `MontaView` possui os métodos para a construção automática das *queries*. As *views* são criadas na base de dados do sistema de gestão da aprendizagem através do método `clienteAcoplaSistemaOracle`, chamado pelo agente SGAAcoplador. Este método recebe em seus parâmetros a *string* de comando para a criação da *view*, de forma completa, contendo o nome da *view*, a *query*, e um apelido para cada coluna que compõem a *query*. Ao receber estas informações, o método as repassa ao *web service* `WSIntegraDados`, que efetiva a criação da *view* na base de dados do sistema de gestão da aprendizagem.

#### 6.4.1.3 Componentes de suporte para construção automática das *queries*

O processo de construção automática das *queries* utiliza o mapeamento realizado entre os domínios de informação dos sistemas de avaliação de competências e gestão da aprendizagem. Na implementação do módulo de acoplamento, levou-se em consideração que o domínio de informações do sistema de avaliação de competências é de conhecimento do agente de software SGAAcoplador. Ele o utiliza para identificar quais dados as *queries* a serem construídas devem trazer do sistema de gestão da aprendizagem. Estes dados devem ter uma equivalência semântica. A ontologia que trata deste mapeamento é interpretada pelas classes que envolvem o processo de construção das *queries*. A classe *MontaView* possui métodos que resultam na sintaxe de construção das *queries*, passadas posteriormente ao *web service* *WSIntegraDados*. Estes métodos utilizam-se de várias outras classes, construídas especificamente para interpretar a ontologia, e fornecer as informações necessárias para a construção da sintaxe referida. Abaixo, elencamos cada uma destas classes, e esclarecemos sua existência no sistema. A figura 76 apresenta as classes envolvidas no processo de montar as *views*.

- *OntAdptCurso*: classe destinada a consultar o conceito *Curso* na ontologia, domínio de informação do sistema de avaliação de competências. Onde se identificam através do mapeamento semântico com o domínio de informação do sistema de gestão da aprendizagem, pelas propriedades de objetos *MatchBOAtrTOColumn* e *RefTabQuery*, em que tabelas e colunas estão os dados que tem relação semântica ao conceito *Curso*.
- *OntAdptItemAprendizagem*: classe destinada a consultar o conceito *ItemAprendizagem* na ontologia, domínio de informação do sistema de avaliação de competências. Onde se identificam através do mapeamento semântico com o domínio de informação do sistema de gestão da aprendizagem, pelas propriedades de objetos *MatchBOAtrTOColumn* e *RefTabQuery*, em que tabelas e colunas estão os dados que tem relação semântica ao conceito *ItemAprendizagem*.



- **OntAdptRelCursoItemAprendizagem:** classe destinada a consultar a propriedade de objetos `RelBOConcCursoItemAprendizagem` na ontologia, domínio de informação do sistema de avaliação de competências. Onde se identifica através do mapeamento semântico com o domínio de informação do sistema de gestão da aprendizagem, pela propriedade `RefTabQueryRelacionaLista`, quais tabelas devem ser consideradas no relacionamento dos conceitos `Curso` e `ItemAprendizagem`.
- **OntAdptClasse:** classe destinada a consultar o conceito `Classe` na ontologia, domínio de informação do sistema de avaliação de competências. Onde se identificam através do mapeamento semântico com o domínio de informação do sistema de gestão da aprendizagem, pelas propriedades de objetos `MatchBOAtrTOColumn` e `RefTabQuery`, em que tabelas e colunas estão os dados que tem relação semântica ao conceito `Classe`.
- **OntAdptRelCursoClasse:** classe destinada a consultar a propriedade de objetos `RelBOConcCursoClasse` na ontologia, domínio de informação do sistema de avaliação de competências. Onde se identifica através do mapeamento semântico com o domínio de informação do sistema de gestão da aprendizagem, pela propriedade `RefTabQueryRelacionaLista`, quais tabelas devem ser consideradas no relacionamento dos conceitos `Curso` e `Classe`.
- **OntAdptPessoa:** classe destinada a consultar o conceito `Pessoa` na ontologia, domínio de informação do sistema de avaliação de competências. Onde se identificam através do mapeamento semântico com o domínio de informação do sistema de gestão da aprendizagem, pelas propriedades de objetos `MatchBOAtrTOColumn` e `RefTabQuery`, em que tabelas e colunas estão os dados que tem relação semântica ao conceito `Pessoa`.
- **OntAdptRelClassePessoa:** classe destinada a consultar a propriedade de objetos `RelBOConcClassePessoa` na ontologia, domínio de informação do sistema de avaliação de competências. Onde se identifica através do mapeamento semântico com o domínio de informação do sistema de gestão da aprendizagem, pela propriedade `RefTabQueryRelacionaLista`, quais tabelas devem ser consideradas no relacionamento dos conceitos `Classe` e `Pessoa`.
- **OntAdptEducacaoFormal:** classe destinada a consultar o conceito `EducacaoFormal` na ontologia, domínio de informação do sistema de avaliação de competências. Onde se identificam através do mapeamento semântico com o domínio

de informação do sistema de gestão da aprendizagem, pelas propriedades de objetos MatchBOAtrTOColumn e RefTabQuery, em que tabelas e colunas estão os dados que tem relação semântica ao conceito EducacaoFormal.

- **OntAdptRelPessoaEducacaoFormal:** classe destinada a consultar a propriedade de objetos RelBOConcPessoaEducFormal na ontologia, domínio de informação do sistema de avaliação de competências. Onde se identifica através do mapeamento semântico com o domínio de informação do sistema de gestão da aprendizagem, pela propriedade RefTabQueryRelacionaLista, quais tabelas devem ser consideradas no relacionamento dos conceitos Pessoa e EducacaoFormal.
- **OntAdptAvaliacao:** classe destinada a consultar o conceito Avaliacao na ontologia, domínio de informação do sistema de avaliação de competências. Onde se identificam através do mapeamento semântico com o domínio de informação do sistema de gestão da aprendizagem, pelas propriedades de objetos MatchBOAtrTOColumn e RefTabQuery, em que tabelas e colunas estão os dados que tem relação semântica ao conceito Avaliacao.
- **OntAdptRelDomAvaliacao:** classe destinada a consultar a propriedade de objetos RelBOConcDomAvaliacao na ontologia, domínio de informação do sistema de avaliação de competências. Onde se identifica através do mapeamento semântico com o domínio de informação do sistema de gestão da aprendizagem, pela propriedade RefTabQueryRelacionaLista, quais tabelas devem ser consideradas no relacionamento dos conceitos Curso, Classe, e Avaliacao.
- **OntAdptRelPessoaAvaliacao:** classe destinada a consultar a propriedade de objetos RelBOConcPessoaAvaliacao na ontologia, domínio de informação do sistema de avaliação de competências. Onde se identifica através do mapeamento semântico com o domínio de informação do sistema de gestão da aprendizagem, pela propriedade RefTabQueryRelacionaLista, quais tabelas devem ser consideradas no relacionamento dos conceitos Pessoa e Avaliacao.

A classe MontaView, possui métodos que referenciam os objetos das classes discutidas acima. Estes métodos são apresentados a seguir, com uma explicação sucinta de cada.

- **montaViewCursos:** construção automática da *query* a partir da classe OntAdptCurso. Este método constrói a *query* que trata o conceito Curso;

- `montaViewPessoa`: construção automática da *query* a partir da classe `OntAdptPessoa`. Esta *query* trata do conceito Pessoa;
- `montaViewClasse`: construção automática da *query* a partir da classe `OntAdptClasse`. Esta *query* trata do conceito Classe;
- `montaViewEF`: construção automática da *query* a partir da classe `OntAdptEducacaoFormal`. Esta *query* trata do conceito educação formal;
- `montaViewItensAprendizagem`: construção automática da *query* a partir da classe `OntAdptItemAprendizagem`. Esta *query* trata do conceito Item de Aprendizagem;
- `montaViewAvaliacao`: construção automática da *query* a partir da classe `OntAdptAvaliacao`. Esta *query* busca as avaliações na realização dos cursos, as notas propriamente ditas;
- `montaViewRelPessoaEducacaoFormal`: construção automática da *query* a partir da classe `OntAdptRelPessoaEducacaoFormal`. Esta *query* busca o histórico de educação formal da pessoa;
- `montaViewRelPessoaClasse`: construção automática da *query* a partir da classe `OntAdptRelClassePessoa`. Esta *query* traz as classes que a pessoa já participou;
- `montaViewRelCursoItemAprendizagem`: construção automática da *query* a partir da classe `OntAdptRelCursoItemAprendizagem`. Esta classe traz os itens de aprendizagem associados a um determinado curso;
- `montaViewRelCursoClasse`: construção automática da *query* a partir da classe `OntAdptRelCursoClasse`. Esta *query* traz as classes criadas para um determinado curso;
- `montaViewRelPessoaAvaliacao`: construção automática da *query* a partir da classe `OntAdptRelPessoaAvaliacao`. Esta *query* busca as avaliações da pessoa na realização do curso.
- `montaViewRelDomAvaliacao`: construção automática da *query* a partir da classe `OntAdptRelDomAvaliacao`. Esta *query* trata dos cursos e classes a que pertencem uma avaliação obtida em um determinado curso.

O agente de software SGAAcoplador utiliza as API's fornecidas pelo *framework* JENA para ler a ontologia e interpretar o mapeamento entre os domínios de informação. Também, utiliza-se da API fornecida pelo projeto Relational.OWL, que permite identificar no

domínio de informações do sistema de gestão da aprendizagem, os conceitos Table, Column, PrimaryKey, e References, sendo este último o representante de chaves estrangeiras.

#### 6.4.1.4 Os papéis do agente SGAMonitorador

O agente SGAMonitorador atende a três papéis definidos para o módulo de acoplamento, que resultam na interoperabilidade de informações entre os sistemas. Os papéis são de Monitorador SGA, Verificador Acoplagem, e Interoperar Dados.

O papel Monitorador SGA, ou seja, de monitorar o sistema gestão de da aprendizagem, tem por objetivo verificar se aquele sistema sofreu alguma alteração em seu estado, mais precisamente, se recebeu novos dados, como por exemplo, a realização de cursos por algum indivíduo, ou qualquer outra informação prevista no domínio de informações a ser compartilhada. O papel Verificador Acoplagem, tem por objetivo garantir que o acoplamento, necessário ao processo de monitoração, já foi concluído pelo agente SGAAcoplador. O papel Interoperar Dados completa o processo de monitoração, pois quando se percebe que alterações na base de dados do sistema de gestão da aprendizagem se deve iniciar a interoperabilidade.

O agente SGAMonitorador consegue monitorar e interoperar dados a partir do SGA, pois utiliza os serviços oferecidos pelo *web service* WSApoioDados. Este serviço é solicitado pelo agente continuamente, durante o processo. Para que o agente possa fazer as solicitações ao *web service*, acaba utilizando-se de diversas classes viabilizadoras desta comunicação. A figura 77 apresenta o diagrama de classes que permitem ao agente de software realizar as chamados aos serviços do WSApoioDados.

As classes WSApoioDadosSoapBindingStub, WSApoioDadosServiceLocator, e as interfaces WSApoioDadosService e WSApoioDados, foram geradas pelo Apache Axis no *deploy* do *web service*, e servem para constituir o *stub* do lado do cliente, para o *web service* WSApoioDados. A classe ClientMonitoraDados possui os métodos que permitem realizar a verificação da acoplagem, a monitoração, e a interoperabilidade de informações. Os métodos utilizados pelo agente SGAMonitorador, na classe ClientMonitoraDados, realiza solicitações ao *web service* WSApoioDados. Estes métodos são:

- `clienteVerificaBaseSGA`: método destinado a verificar se a base de dados do sistema de gestão da aprendizagem já contém todas as *views* necessárias ao processo de interoperabilidade de dados, criadas pelo agente `SGAAcoplador`.
- `sharePessoa`: método utilizado para consultar a *view* criada pelo mapeamento entre os domínios de informação, e que traz informações do conceito Pessoa, do domínio de informação do sistema de avaliação de competências;
- `shareClasse`: método utilizado para consultar a *view* criada pelo mapeamento entre os domínios de informação, e que traz informações do conceito Pessoa presente no domínio de informação do sistema de avaliação de competências; `shareCurso`: método utilizado para consultar a *view* criada pelo mapeamento entre os domínios de informação, e que traz informações do conceito Curso presente no domínio de informação do sistema de avaliação de competências;
- `shareEducacaoFormal`: método utilizado para consultar a *view* criada pelo mapeamento entre os domínios de informação, e que traz informações do conceito `EducacaoFormal` presente no domínio de informação do sistema de avaliação de competências;
- `shareItemAprendizagem`: método utilizado para consultar a *view* criada pelo mapeamento entre os domínios de informação, e que traz informações do conceito `ItemAprendizagem` presente no domínio de informação do sistema de avaliação de competências;
- `shareAvaliacao`: método utilizado para consultar a *view* criada pelo mapeamento entre os domínios de informação, e que traz informações do conceito Avaliação, presente no domínio de informação do sistema de avaliação de competências;
- `shareRelClassePessoa`: método utilizado para consultar a *view* criada pelo mapeamento entre os domínios de informação, e que traz informações da propriedade de objeto `RelBOConcClassePessoa` presente no domínio de informação do sistema de avaliação de competências;



FIGURA 77 – Diagrama de classes para o processo de monitoração

- `shareRelPessoaAvaliacao`: método utilizado para consultar a *view* criada pelo mapeamento entre os domínios de informação, e que traz informações da propriedade de objeto `RelBOConcPessoaAvaliacao` presente no domínio de informação do sistema de avaliação de competências;
- `shareRelDomAvaliacao`: método utilizado para consultar a *view* criada pelo mapeamento entre os domínios de informação, e que traz informações da propriedade

de objeto `RelBOConcDomAvaliacao` presente no domínio de informação do sistema de avaliação de competências;

- `shareRelCursoItemAprendizagem`: método utilizado para consultar a *view* criada pelo mapeamento entre os domínios de informação, e que traz informações da propriedade de objeto `RelBOConcCursoItemAprendizagem` presente no domínio de informação do sistema de avaliação de competências;
- `shareRelPessoaEducacaoFormal`: método utilizado para consultar a *view* criada pelo mapeamento entre os domínios de informação, e que traz informações da propriedade de objeto `RelBOConcPessoaEducFormal` presente no domínio de informação do sistema de avaliação de competências;
- `shareRelCursoClasse`: método utilizado para consultar a *view* criada pelo mapeamento entre os domínios de informação, e que traz informações da propriedade de objeto `RelBOConcCursoClasse` presente no domínio de informação do sistema de avaliação de competências;

A implementação dos métodos que realizam o monitoramento e interoperabilidade de dados entre os sistemas já contempla as *views* que devem ser consultadas. Portanto, quando as *views* são criadas, sempre terão o mesmo nome e o mesmo apelido para as colunas que a compõem, alterando-se apenas a estrutura da *query* que a implementa, se tal alteração é necessária.

#### 6.4.2 *Web Services*

A utilização de *web services* na arquitetura do sistema de avaliação de competências permitiu a interoperabilidade de dados serializados em formato texto ou objeto. O protocolo de comunicação HTTP/SOAP permite que o acoplamento em sistemas de gestão da aprendizagem ocorra via rede interna da organização, não exigindo que ambos os sistemas estejam localizados na mesma máquina. Os *web services* `WSIntegraDados` e `WSApoioDados` tem os agentes de software `SGAAcoplador` e `SGAMonitorador` como seus clientes, respectivamente.

O serviço `WSIntegraDados` oferece métodos que podem ser chamados do seu cliente, destinados a viabilizar o acoplamento do sistema de avaliação de competências ao sistema de

gestão da aprendizagem. Este serviço é instalado do lado do sistema de aprendizagem, de modo que consiga conectar a base de dados deste sistema. A figura 78 apresenta o WSIntegraDados e seus métodos.

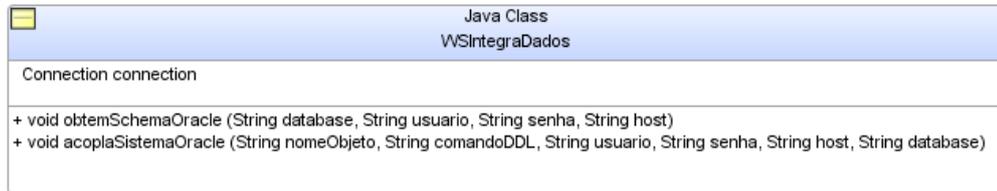


FIGURA 78 – Web Service WSIntegraDados

O método `obtemSchemaOracle` é solicitado quando o agente de software necessita dispor da ontologia que representa o esquema de banco de dados do sistema de gestão da aprendizagem. Para que esta ontologia seja criada, o `WSIntegraDados` conecta o banco de dados do sistema em questão, e através deste método obtém o domínio de informação do SGA, que posteriormente, será mapeado ao domínio de informação do sistema SAC. A ontologia gerada neste processo é enviada via arquivo texto serializado sob o protocolo HTTP/SOAP ao cliente que a solicitou.

A geração da ontologia, foi implementada utilizando-se a API fornecida pelo *framework* JENA e a API fornecida pelo projeto Relational.OWL. A figura 79 apresenta o trecho de código do `WSIntegraDados`, no seu método `obtemSchemaOracle`, para geração da ontologia.

```

try {
DbManager dbManager;
dbManager = DatabaseManagerFactory.getDbManagerInstance(connection,"com.mysql.jdbc.Driver");
ExportSchemaTask taskES = new ExportSchemaTask(dbManager.getConnection(),"com.mysql.jdbc.Driver", "lms");
taskES.go();
while (!taskES.isDone()){
Thread.sleep(100);
}
OntModel schema=ModelFactory.createOntologyModel(OntModelSpec.OWL_MEM,null);
schema = taskES.getSchemaOntology();
schema.setNsPrefix("dbs","http://www.dbs.cs.uni-duesseldorf.de/RDF/relational.owl#");
RDFWriter utf8Writer = schema.getWriter("RDF/XML-ABBREV");
utf8Writer.setProperty("allowBadURIs","true");
utf8Writer.setProperty("relativeURIs","same-document,relative");

FileOutputStream Arquivo;

Arquivo = new FileOutputStream("c:\\temp\\schema_sga.rdf");
utf8Writer.write(schema, Arquivo, "");

File file = new File ("c:\\temp\\schema_sga.rdf");

    org.apache.axis.MessageContext context= org.apache.axis.MessageContext.getCurrentContext();
    org.apache.axis.Message response= context.getResponseMessage();
    response.getAttachmentsImpl().setSendType(org.apache.axis.attachments.Attachments.SEND_TYPE_DIME);
    javax.activation.DataHandler dh = new javax.activation.DataHandler(new javax.activation.FileDataSource(file));
    org.apache.axis.attachments.AttachmentPart part = new org.apache.axis.attachments.AttachmentPart(dh);
    response.addAttachmentPart(part);
    connection.close();

} catch (Exception e) {
// TODO
}

```

FIGURA 79 – Método obtemSchemaOracle do WSIntegraDados

Conforme pode ser visto no trecho de código da figura acima, o agente de software precisa conectar a base de dados do SGA. Após, realiza a exportação dos objetos contidos no esquema chamado “lms”, que no caso, é o esquema de banco de dados onde estão os objetos do SGA, apresentado nos dois primeiros destaques. Posteriormente se carrega estes objetos em um objeto OntModel, respeitando a ontologia<sup>1</sup>. Esta ontologia, conhecida como Relational.OWL, determina e conceitualiza Tables, Columns, PrimaryKeys e References, para denotar tabelas, colunas, chaves-primárias e chaves-estrangeiras respectivamente. Portanto, os objetos que constituem o esquema do sistema de gestão da aprendizagem assumem a condição de instancia dos conceitos impostos pela ontologia, conforme apresenta o terceiro destaque na figura. Estando pronto o arquivo texto com a ontologia, ele é enviado via HTTP/SOAP como resposta a chamada do serviço, apresentado pelos quatro últimos destaques na figura.

O método acoplaSistemaOracle oferece a criação da *view* na base de dados do sistema de gestão da aprendizagem. Este método recebe as informações básicas para a criação da *view*, repassadas pelo cliente que o chama.

<sup>1</sup> <http://www.dbs.cs.uniduesseldorf.de/RDF/relational.owl>

O serviço WSApoioDados é utilizado pelo agente de software para realizar o processo de monitoramento, verificação e interoperabilidade de dados no SGA. Este *web service* detém de métodos específicos para realizar cada processo a que se destina. Especificamente, no processo de interoperar dados, ocorre a consulta às *views* criadas no sistema de gestão da aprendizagem, e os dados retornados pela consulta são transformados em objetos. Estes objetos são agrupados em *arrays*. Os *arrays* por sua vez são enviados como resposta a solicitação do serviço, serializados e via protocolo HTTP/SOAP. O Apache Axis permite a serialização e deserialização de *arrays*. A figura 80 apresenta o diagrama de classes que compõem o *web service* WSApoioDados.

As classes ApWSAvaliacao, ApWSClasse, ApWSCurso, ApWSEducacaoFormal, ApWSItemAprendizagem, ApWSPessoa, ApWSRelClassePessoa, ApWSRelCursoClasse, ApWSRelCursoItemAprendizagem, ApWSRelDomAvaliacao, ApWSRelPessoaAvaliacao, e ApWSRelPessoaEducacaoFormal são destinadas a criação dos objetos, que correspondem aos dados retornados pela consulta nas *views*.

Os métodos de verificação do acoplamento, bem como monitoração e interoperabilidade dos dados oferecidos pelo WSApoioDados são descritos a seguir. Os métodos que tem no nome a determinação *verifBase* são destinados a verificar se a *view* que corresponde ao conceito a que se referem, do domínio de informação do sistema de avaliação de competências, foi criada na base de dados do sistema de gestão da aprendizagem. Os métodos que tem no nome a determinação *query*, são aqueles que realizarão a consulta na *view*, e retornam os registros encontrados como objetos em um *array*, que será serializado pelo WSApoioDados resposta ao agente de software que o chamou.

- *verifBaseVAvaliacao* e *queryAvaliacao*: métodos que se referem ao conceito Avaliação;
- *verifBaseVCurso* e *queryCurso*: métodos que se referem ao conceito Curso;
- *verifBaseVPessoa* e *queryPessoa*: métodos que se referem ao conceito Pessoa;
- *verifBaseVItemAprend* e *queryItemAprendizagem*: métodos que se referem ao conceito ItemAprendizagem;



- `verifBaseVRDomAval` e `queryRelDomAvaliacao`: métodos que se referem a propriedade de objeto `RelBOConcDomAvaliacao`;

### 6.4.3 Ontologia

As ontologias desempenham um papel fundamental no sistema de avaliação de competências. O trabalho desenvolvido por Laborda e Conrad (2005) chamado `Relational.OWL`, deu origem a uma ontologia com este mesmo nome. Esta ontologia existe para modelar o esquema de bancos de dados relacionais. A ontologia criada para ser utilizada pelo módulo de acoplamento, chamada de `HRMACAdpt`, implementa o domínio de informações do sistema de avaliação de competências, e importa a ontologia `relational.owl`, já instanciada pelo esquema de banco de dados do sistema de gestão da aprendizagem, contendo suas tabelas, colunas, chaves-primárias, e chaves estrangeiras.

Os processos de acoplamento, monitoramento, e compartilhamento de dados exige que o agente de software tenha disponibilizado a si um mapeamento entre os diferentes domínios de informação. Este mapeamento deve estar carregado de significado ao agente, os conceitos e relacionamentos que o constituem devem dispor de uma estrutura semântica que permita ao agente identificar o que é cada conceito que ele trata para realizar seus comportamentos. É com base nesta interpretação que o agente consegue tomar as medidas corretas. A semântica atribuída através da implementação do modelo por ontologias permite ao agente conhecer os elementos que passam pelo seu processo, e assim torna possível que execute suas ações no ambiente com base neste entendimento. Somente através da utilização de ontologias é possível atingir o nível de semântica necessário ao modelo de mapeamento entre os domínios de informação. Mais especificamente, quando é possível ao agente conhecer em qual domínio de informação estão os conceitos do sistema de avaliação de competências, e do sistema de gestão da aprendizagem, este passa a identificar os elementos que constituem o mapeamento entre os diferentes domínios. Dada a particularidade da solução proposta, onde um domínio implementa conceitos do modelo de competências, e outro domínio trata de conceitos da implementação lógica de um banco de dados relacional, é que um agente de software deve dispor para si uma estrutura descritiva destes conceitos, que os atribua semântica, permitindo ao agente interpretar o mapeamento e realizar o acoplamento dos sistemas.

#### 6.4.3.1 Ontologia Relational.OWL

Considerando o cenário de aplicação exposto, a ontologia relational.owl é instanciada para representar o esquema de banco de dados do sistema de gestão da aprendizagem Moodle, em sua versão 2.0. Pela solicitação do agente de software SGAAcoplador ao *web service* WSIntegraDados, este utiliza a API fornecida pelo projeto Relational.OWL, para instanciar a ontologia e representar o esquema. Esta representação contém indivíduos pertencentes as classes Table, Column, e PrimaryKey, referenciando-se entre si pela propriedade de objeto Reference. O apêndice A traz o trecho de código da ontologia que representa a base de dados do sistema Moodle. Através desta ontologia pode-se verificar que a *tablespace* lms consiste em um indivíduo da classe Database. Também apresenta parte dos membros da classe Table, no exemplo mdl\_user é indivíduo desta classe, e representa um objeto do sistema Moodle. Este indivíduo no exemplo contém um relacionamento do tipo isIdentifiedBy com o indivíduo PK237, identificando assim a chave primária da tabela, pois o indivíduo PK237 da classe PrimaryKey faz referencia a coluna id, da tabela mdl\_users. Pode-se ver também parte dos indivíduos da classe Column, onde o processo de instanciar a ontologia criou os indivíduos sob uma regra de nomeação, baseada no nome da tabela + nome da coluna. Neste exemplo, mdl\_user.id consiste em uma coluna da tabela mdl\_user. Apresenta também a propriedade de objetos References, que tem por objetivo indicar a existência de uma chave-estrangeira entre tabelas. No exemplo, a coluna mdl\_grade\_grades.userid referencia por uma chave-estrangeira a coluna mdl\_user.id, na implementação do banco de dados do sistema Moodle.

#### 6.4.3.2 Ontologia HRMACAdapt

A ontologia HRMACAdapt foi implementada como parte da solução proposta neste estudo. Esta ontologia compreende o domínio de informação do sistema de avaliação de competência, e o domínio de informação do sistema de gestão da aprendizagem. Nesta seção, se faz a representação dos elementos da ontologia através de demonstrações via ferramenta

Protégé 4.0. A figura 81 apresenta pela área circundada por um retângulo as classes criadas para o domínio do sistema de avaliação de competências, e as classes importadas da ontologia relational.owl.

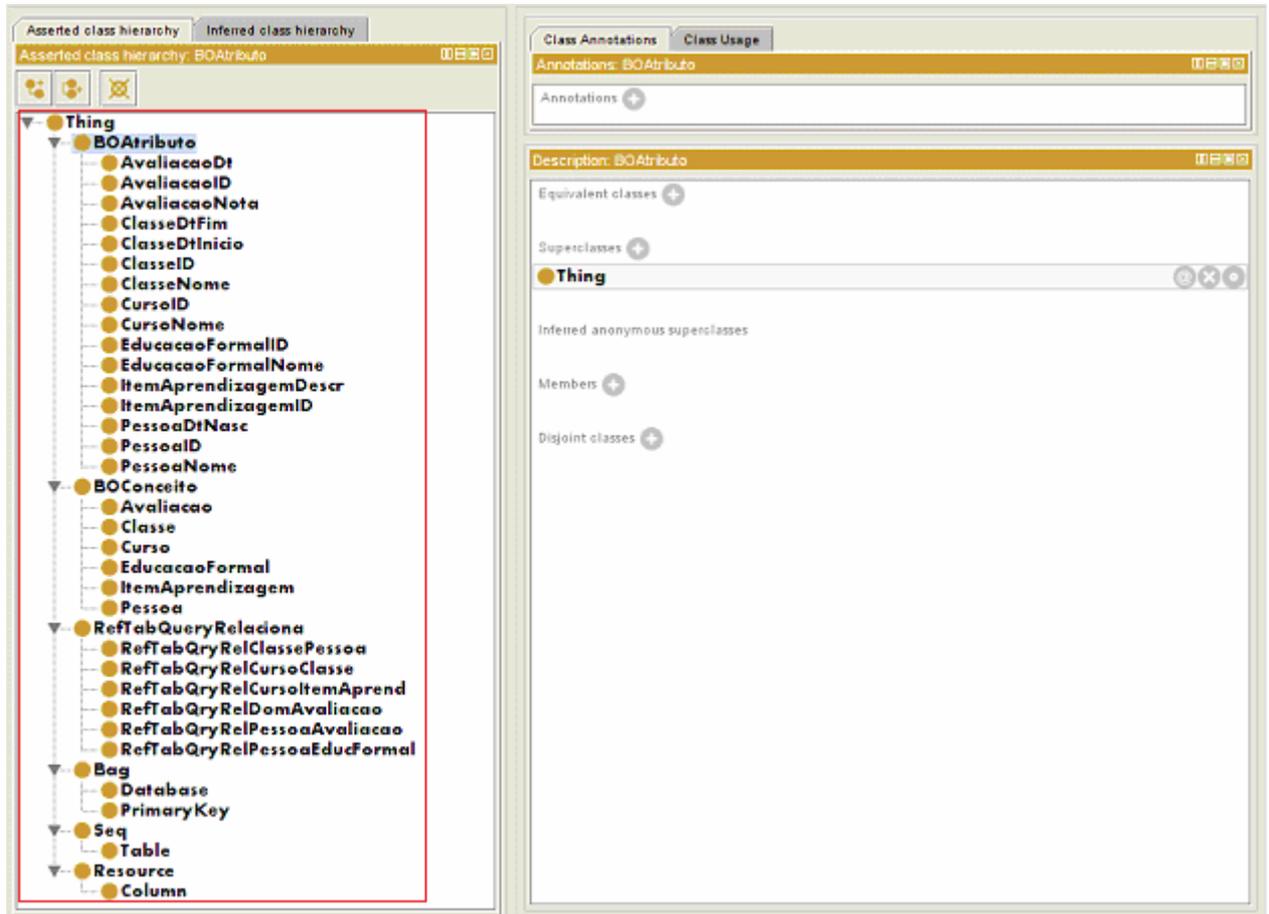


FIGURA 81 – Classes da ontologia HRMACAdpt

Os indivíduos das classes que perfazem o domínio de informação do sistema de avaliação de competências, mais precisamente as subclasses de BOConceito, BOAtributo, e RefTabQueryRelaciona, devem se relacionar através das propriedades MatchBOAtrTOColumn, RefTabQuery, e RefTabQueryRelacionaLista com os indivíduos do domínio de informação do sistema de gestão da aprendizagem. Este relacionamento consiste no mapeamento semântico existente entre ambos os domínios, e que viabiliza o acoplamento e interoperabilidade de dados entre os sistemas.

A figura 82 apresenta um exemplo de relacionamento via propriedade de objeto MatchBOAtrTOColumn.

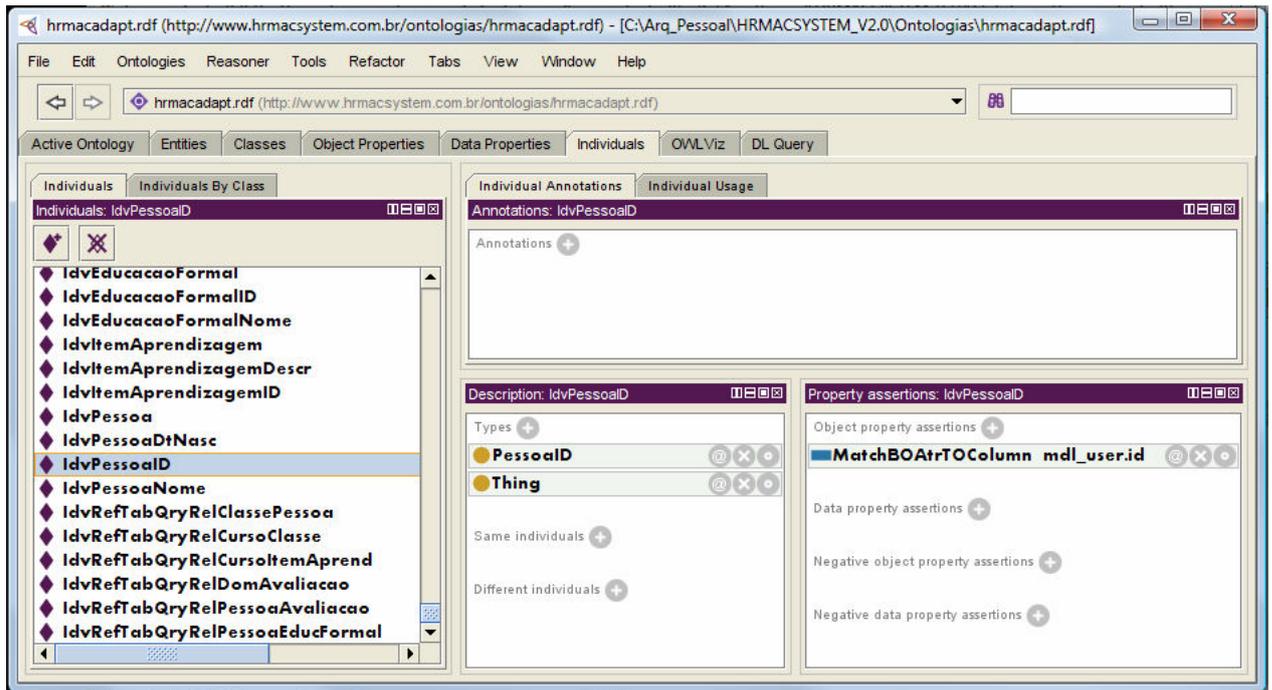


FIGURA 82 – Relacionamento via MatchBOAtrTOColumn

No exemplo da figura 82, ocorre um mapeamento entre os domínios da informação. Neste caso, o indivíduo do domínio da informação do sistema de avaliação de competências `IdvPessoaID`, esta sendo mapeado na coluna `mdl_user.id` do domínio de informações do sistema de gestão da aprendizagem.

A figura 83 apresenta o relacionamento `RefTabQuery`. Este exemplo contempla o relacionamento ocorre entre um indivíduo da classe `Curso`, chamado `IdvCurso`, com um indivíduo da classe `Table`, chamado de `mdl_course`. Onde o primeiro representa uma classe do domínio de informações do sistema de avaliação de competências, e o segundo, do sistema de gestão da aprendizagem.

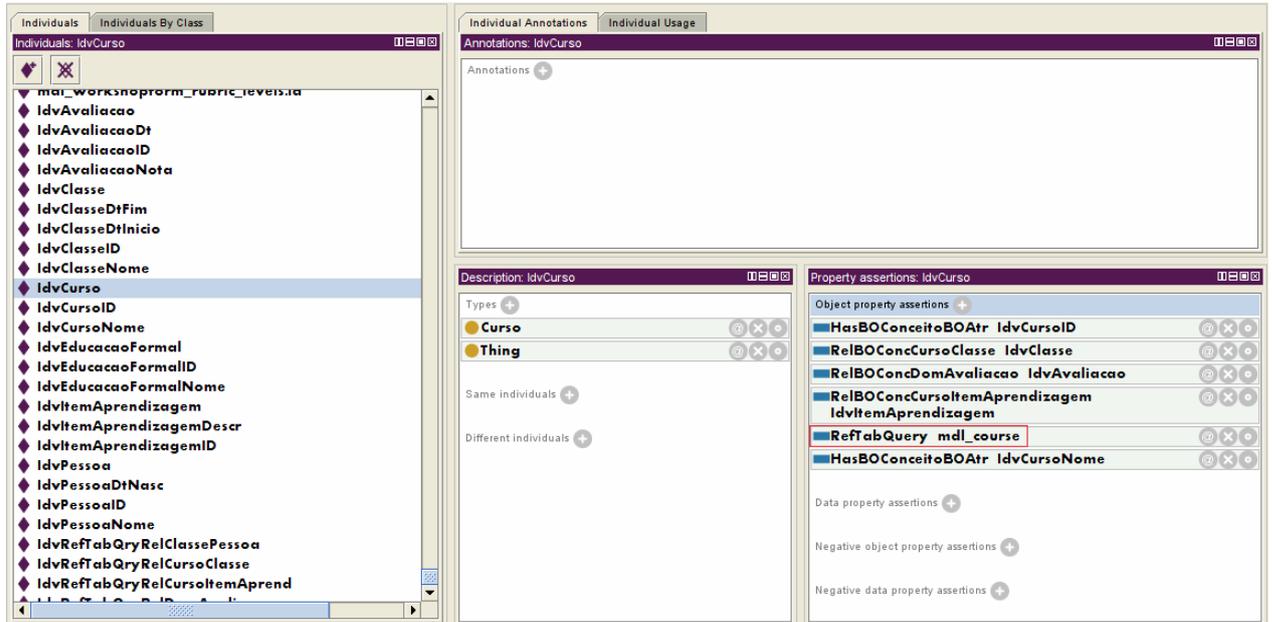


FIGURA 83 – Relacionamento via RefTabQuery

A figura 84 apresenta a utilização da propriedade de objetos RefTabQueryRelacionaLista. Esta propriedade é aplicada diretamente nos relacionamentos existentes entre duas classes do domínio de informação do sistema de avaliação de competências.

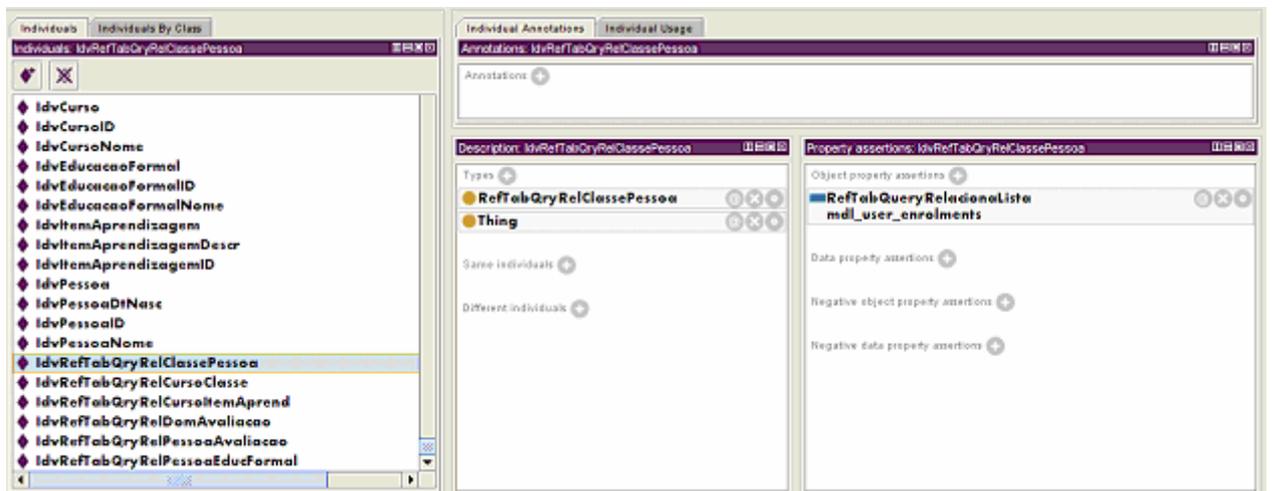


FIGURA 84 – Relacionamento via RefTabQueryRelacionaLista

O exemplo apresentado, traz o indivíduo IdvRefTabQryRelClassePessoa, pertencente a classe RefTabQryRelClassePessoa, e referenciado em uma propriedade seeAlso no relacionamento entre os conceitos Classe e Pessoa, chamado de RelBOConcClassePessoa. Este indivíduo está se relacionando com a tabela mdl\_user\_enrolments via propriedade RefTabQueryRelacionaLista. A figura 85 apresenta o relacionamento seeAlso comentado acima, para completar o exemplo.

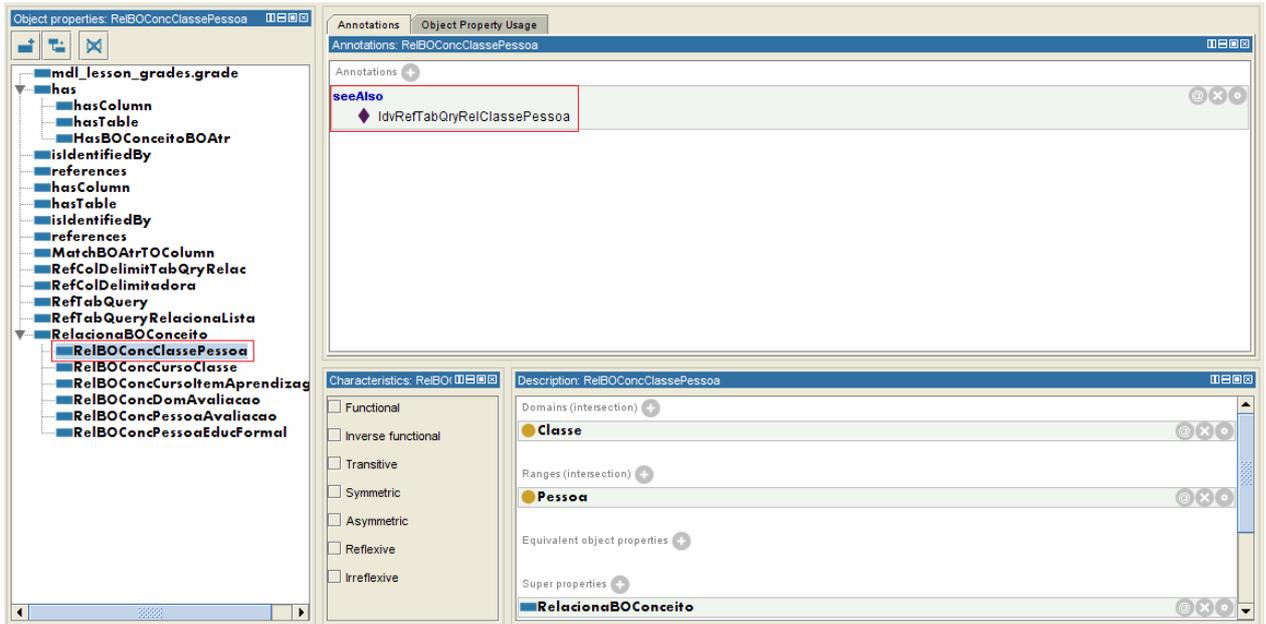


FIGURA 85 – Relacionamento via propriedade seeAlso

Através da apresentação da ontologia sob a visão de ambos os domínios de informação, procurou-se evidenciar os principais pontos a serem considerados na sua utilização e implementação.

Para validação da ontologia utilizou-se o *reasoner* FACT++ que acompanha a ferramenta Protégé. Este processo permite classificar a ontologia desenvolvida e analisar as classes, propriedades de objetos, atributos, e indivíduos resultantes da inferência. A análise destes elementos mostrou a ontologia classificada e correta.

#### 6.4.4 A construção automática das *queries*

Nesta seção é discutido o processo para construção automática das *queries*, executado pelo agente de software. Diversas classes de objeto foram implementadas para suportar este processo, que consiste em um dos principais viabilizadores da solução proposta neste trabalho. Para relatar como funciona, utilizaremos como exemplo, a construção da *query* para trazer os dados que constituem o elemento pessoa, no domínio de informação do sistema de avaliação de competências.

Através de uma consulta realizada diretamente na ontologia, utilizando-se a linguagem SPARQL, é possível se obter o sujeito, a propriedade e o objeto das triplas que representam a

relação HasBOConceitoBOAtr. A partir disso, o processo tem conhecimento dos indivíduos que representam a classe Pessoa, PessoaID e PessoaNome, neste caso. Neste caso, a tripla é formada conforme já mostrado na figura 30. Tanto sujeito como objeto, participantes da tripla, constituem um objeto Java da classe Resource. O predicado consiste de um objeto Java da classe Property. Ambas as classes são fornecidas pelo *framework* JENA. A figura 86 apresenta o trecho de código da classe OntAdptPessoa, que obtém as triplas acima.

```
String getBOConceito =
    "SELECT " + "?subject " + "WHERE" + "(?subject <hr:HasBOConceitoBOAtr> ?object) " +
    "using " +
    "hr for <http://www.hrmacsystem.com.br/ontologias/hrmacadapt.rdf#>";
QueryResults resultadoQuery = preparaQuery(getBOConceito);
```

FIGURA 86 – Trecho de código da classe OntAdptPessoa

Em seguida, o processo passa a analisar as triplas formadas pelo relacionamento MatchBOAtrTOColumn. Este predicado tem como sujeito os indivíduos das classes PessoaID e PessoaNome. E como objeto, um indivíduo da classe Column. No exemplo que estamos descrevendo, os objetos da tripla formada pelo predicado acima são mdl\_user.id e mdl\_user.fullname, respectivamente, em relação as classes PessoaID e PessoaNome. Com essa descoberta, o agente de software tem o conhecimento do mapeamento entre os domínios de informação para o conceito Pessoa, proveniente do modelo de competências. Outro ponto de relacionamento entre estes domínios verificados pelo agente são as triplas formadas pelo predicado RefTabQuery. Neste caso, o sujeito da tripla seria o indivíduo da classe Pessoa, e o objeto um indivíduo da classe Table. Identificados os relacionamentos entre os domínios de informação, estes ficam armazenados pelo objeto Java criado pela instancia da classe OntAdptPessoa. Estas informações serão utilizadas pela classe MontableView, no processo de construir a *query* automaticamente.

A classe MontableView, disponibiliza o método montaViewPessoa, destinado exclusivamente a construir a *query* automática para o elemento Pessoa. Para tal, este método consulta o resultado da análise feita pelo objeto da classe OntAdptPessoa, atribuindo as informações nas seções que constituem uma *query* comum. Neste caso, os indivíduos da classe Column, que no exemplo são mdl\_user.id e mdl\_user.fullname são atribuídos a seção SELECT da *query*. Para compor a seção FROM da *query*, o método montaViewPessoa precisa determinar duas informações, a primeira, é qual tabela esta associada às colunas mdl\_user.id e mdl\_user.fullname, e a segunda, quais as tabelas referenciadas pela propriedade RefTabQuery. Com relação à segunda informação, não existem dificuldades, pois o objeto da classe OntAdptPessoa já possui. Porém para se determinar a primeira informação, é

necessário considerar que os indivíduos `mdl_user.id` e `mdl_user.fullname` são relacionados através de um predicado diretamente no indivíduo da classe `Table`, formando assim o relacionamento `HasColumn`, apresentado na figura 16. Através deste predicado, se determina que os indivíduos `mdl_user.id` e `mdl_user.fullname` são objetos, e o indivíduo `mdl_user` membro da classe `Table` é o sujeito. Com isso, o método determina as tabelas envolvidas no processo de construção da *query*.

O terceiro e último passo do processo, é montar a cláusula `WHERE`. Neste caso, é necessário analisar as triplas formadas pela propriedade `References` a partir de cada tabela presente na cláusula `FROM`. Somente são consideradas as chaves-estrangeiras que relacionam as tabelas envolvidas nesta cláusula. O resultado desta análise é a listagem das triplas cujo sujeito é a coluna de tabela que detém a chave-estrangeira, o predicado é `References`, e o objeto consiste uma coluna formadora da chave-primária na tabela apontada pela chave-estrangeira.

A ontologia fornece a habilidade ao agente de software de tomar conhecimento se os indivíduos tratados pelo processo pertencem a tabelas, colunas, chaves-primárias, ou chaves-estrangeiras no momento da construção da *query*. A semântica conferida pela ontologia a um elemento viabiliza a ação do agente de software.

## **7. EXPERIMENTOS**

Os experimentos foram realizados na organização que constitui o cenário de aplicação escolhido. Os experimentos têm por objetivo validar e verificar o sistema de avaliação de competências através de simulações de sua utilização em um ambiente real. Para relatar os experimentos, criaram-se duas seções, sendo que uma traz o experimento de forma detalhada.

Neste capítulo apresenta-se o roteiro de testes, a implantação do modelo de competências, o acoplamento ao sistema de gestão da aprendizagem, a avaliação de competências dos indivíduos, a interoperabilidade de dados entre os sistemas de avaliação de competências e gestão da aprendizagem, e para finalizar, uma discussão sobre os resultados encontrados.

### **7.1 Roteiro de Testes**

O roteiro de testes criado para a execução dos experimentos foi dividido em fases. Este roteiro foi aplicado na organização, cenário de aplicação do sistema de avaliação de competências. As fases se dividem em instalação do sistema de avaliação de competências, implantação do modelo de competências, acoplamento ao sistema de gestão da aprendizagem, e as atividades que envolvem o ciclo de aprendizagem, que compreendem a avaliação de competências e o processo de aprendizagem.

Este roteiro tem por objetivo organizar a execução destas diversas fases, na ordem cronológica correta, obedecendo à lógica de precedência prevista para a utilização do sistema de avaliação de competências. A figura 87 apresenta o roteiro de testes de forma completa, no formato de um fluxograma, dando ênfase na sequência de execução das fases.

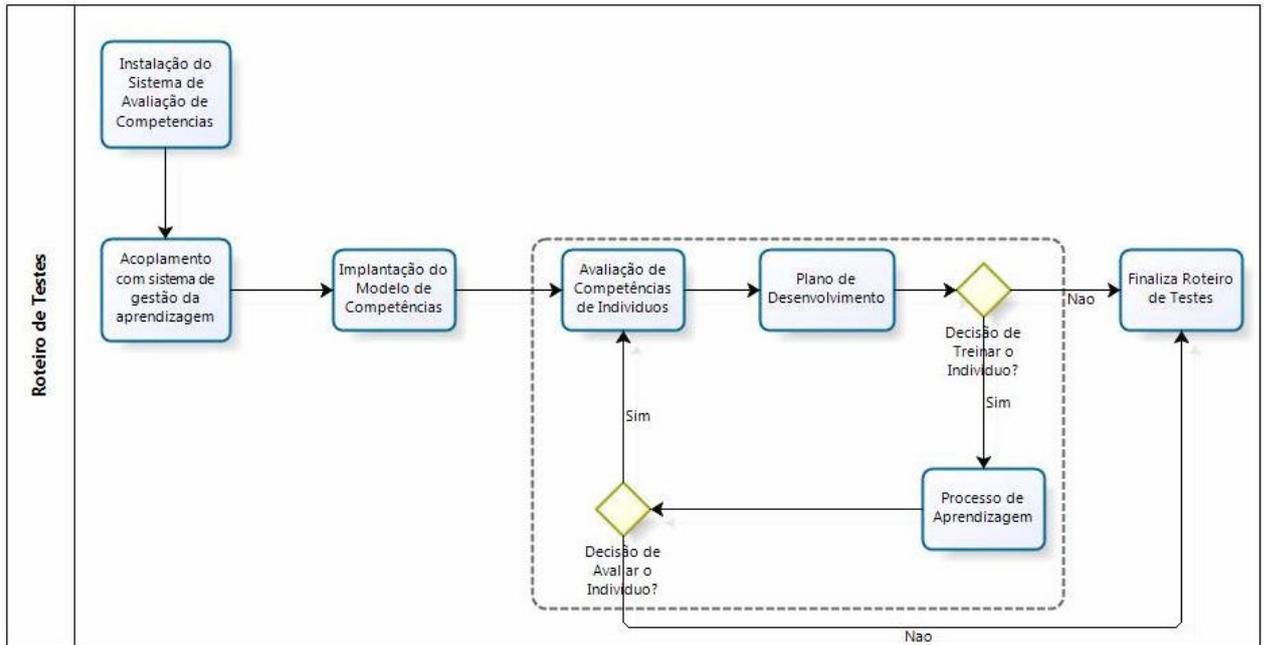


FIGURA 87 – Roteiro de Testes

A fase de instalação do sistema de avaliação de competências compreende a disponibilização das plataformas para rodar o sistema. Nesta fase assumimos que o sistema de gestão da aprendizagem já estava instalado na organização. Além desta, assumimos que o banco de dados Oracle 11g também já estava disponível na organização. Portanto, a instalação se deteve ao ambiente de execução deste sistema. A realização do experimento tem início efetivo na fase de acoplamento. Portanto, assume-se que a fase de instalação do sistema foi realizada com total sucesso, o que permite a continuação dos testes. As demais fases do roteiro de testes serão apresentadas a seguir, com um nível de detalhamento maior. A figura 87 chama atenção para a região destacada no fluxo, com linhas pontilhadas. Esta região está delimitando a fase do roteiro de testes onde se identifica o ciclo de aprendizagem, que constitui a realização contínua da avaliação de competências e o processo de aprendizagem. Ao concluir com a etapa do ciclo de aprendizagem, finaliza-se o roteiro de testes.

## 7.2 Acoplamento ao Sistema de Gestão da Aprendizagem

Conforme apresentado na discussão sobre o cenário de aplicação, o sistema de gestão da aprendizagem onde será acoplado o sistema de avaliação de competências é o Moodle, na sua versão 2.0. Esta fase tem por objetivo validar a característica modular e adaptativa do

sistema de avaliação de competências. A característica adaptativa pretende-se validar com o acoplamento do sistema de avaliação de competência ao Moodle. Sua adaptatividade será medida com o sucesso do módulo de acoplamento, que depende do mapeamento entre os domínios de informação para realizar sua função. A característica modular pretende-se validar através do processo de interoperabilidade de dados entre os sistemas. O compartilhamento de dados validaria a integração lógica que deve haver entre os dois sistemas.

O processo de acoplamento iniciou com o *deploy* dos *web services* WSIntegraDados e WSApoioDados em um servidor Apache próprio da organização. Estes *web services* receberam as informações necessárias para que pudessem conectar a base de dados do sistema Moodle. Através do *framework* Apache Axis, liberou-se as API's do *framework* JENA, e do projeto Relational.OWL para utilização dos serviços.

Na sequência o sistema de avaliação de competências é inicializado, bem como o processo de acoplamento. A figura 88 apresenta o processo de inicialização dos sistemas.

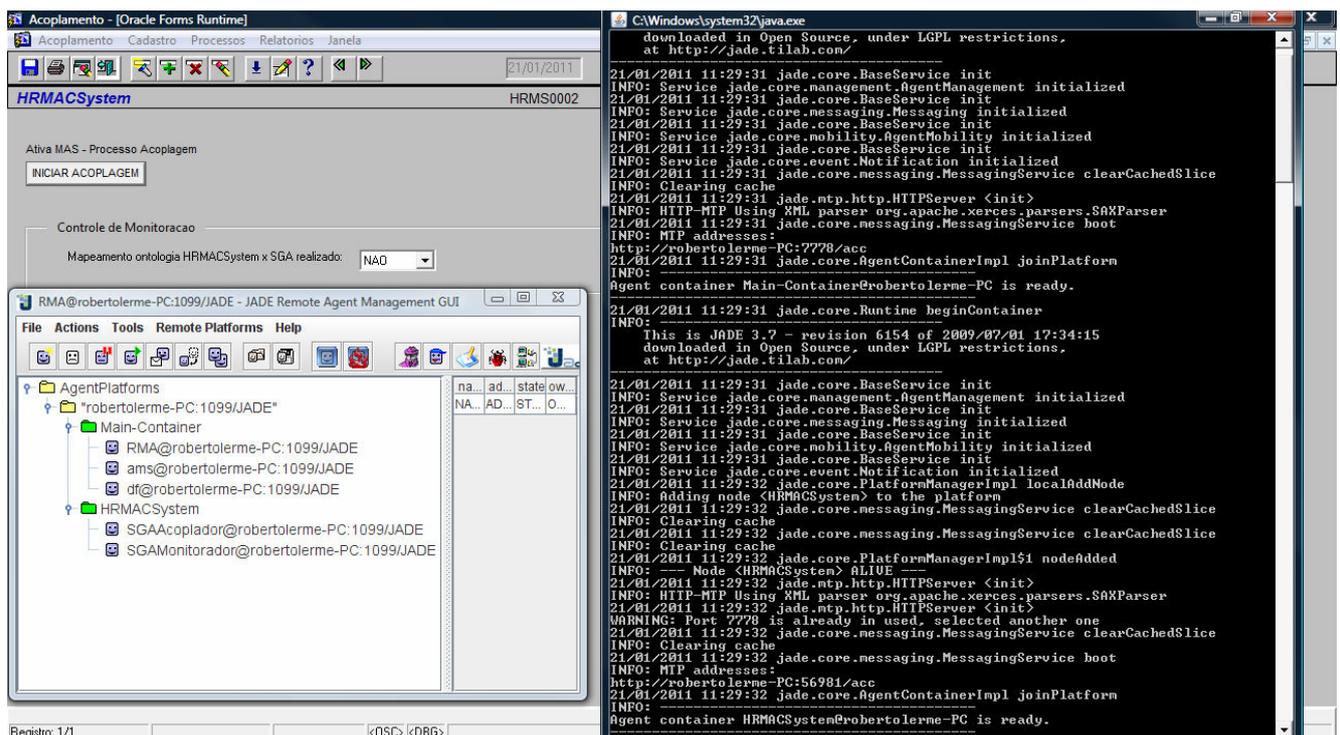


FIGURA 88 – Inicialização do sistema e o módulo de acoplamento

Na figura acima se pode observar ao fundo a transação do sistema de avaliação de competências utilizada para inicializar o módulo de acoplamento. A pressionar o botão de inicialização do módulo, a plataforma JADE é imediatamente instanciada, juntamente com a criação do container HRMACSystem, e os respectivos agentes SGAAcoplador e SGAMonitorador.

Considerando que este é o primeiro acoplamento realizado no sistema Moodle para a organização cenário da aplicação, o status da notificação de mapeamento entre os domínios de informação dos sistemas está como “Não”. Os agentes de software iniciam suas ações através de seus comportamentos, a primeira constatação é feita pelo agente SGAMonitorador, que identifica a inexistência do acoplamento com o sistema Moodle. Portanto, passa a comunicar o agente SGAAcoplador que a acoplagem deve ser realizada. Sendo notificado, o agente SGAAcoplador dispara a solicitação ao WSIntegraDados, para ter a ontologia que representa a base de dados do sistema de gestão da aprendizagem. Esta ontologia é disponibilizada pelo WSIntegraDados como resposta à solicitação, via arquivo texto. A figura 89 apresenta trecho desta ontologia.

```

<rdf:RDF
  xmlns:dbs="http://www.dbs.cs.uni-duesseldorf.de/RDF/relational.owl#"
  xmlns:rdf="http://www.w3.org/1999/02/22-rdf-syntax-ns#"
  xmlns:xsd="http://www.w3.org/2001/XMLSchema#"
  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/">
  <dbs:Database rdf:ID="lms">
    ...
    <dbs:hasTable rdf:resource="#mdl_course_completions"/>
    ...
  </dbs:Database>
  ...
  <dbs:Column rdf:about="mdl_course_completions.timeenrolled">
    <rdfs:range rdf:resource="http://www.w3.org/2001/XMLSchema#int"/>
    <rdfs:domain rdf:resource="#mdl_course_completions"/>
    <dbs:length>10</dbs:length>
    <dbs:scale>0</dbs:scale>
  </dbs:Column>
  <dbs:Column rdf:about="mdl_course_completions.id">
    <rdfs:range rdf:resource="http://www.w3.org/2001/XMLSchema#int"/>
    <dbs:scale>0</dbs:scale>
    <rdfs:domain rdf:resource="#mdl_course_completions"/>
    <dbs:length>10</dbs:length>
  </dbs:Column>
  ...
  <dbs:Table rdf:about="mdl_course_completions">
    <dbs:hasColumn rdf:resource="#mdl_course_completions.reaggregate"/>
    <dbs:hasColumn rdf:resource="#mdl_course_completions.userid"/>
    <dbs:isIdentifiedBy rdf:resource="#PK46"/>
    <dbs:hasColumn rdf:resource="#mdl_course_completions.timeenrolled"/>
    <dbs:hasColumn rdf:resource="#mdl_course_completions.timecompleted"/>
    <dbs:hasColumn rdf:resource="#mdl_course_completions.course"/>
    <dbs:hasColumn rdf:resource="#mdl_course_completions.timeenrolled"/>
    <dbs:hasColumn rdf:resource="#mdl_course_completions.timestarted"/>
    <dbs:hasColumn rdf:resource="#mdl_course_completions.id"/>
    <dbs:hasColumn rdf:resource="#mdl_course_completions.deleted"/>
  </dbs:Table>
  ...
</rdf:RDF>

```

FIGURA 89 – Parte da ontologia para representar banco de dados do Moodle

No trecho acima, destaca-se a tabela mdl\_course\_completions, que pertence à database lms, também traz a representação das colunas mdl\_course\_completions.timeenrolled e mdl\_course\_completions.id.

O arquivo texto no qual consta a ontologia completa de representação da base de dados do sistema de gestão da aprendizagem está disponível para ser utilizado no mapeamento entre os domínios de informação dos sistemas. Este arquivo texto recebe o nome de schema\_sga.rdf, na implementação do sistema.

O processo para mapeamento, envolve abrir a ontologia HRMACAdpt e importar a schema\_sga.rdf. O próximo passo foi o mapeamento entre os domínios de informação. Todo o mapeamento foi realizado através da ferramenta Protégé 4.0. De acordo com o cenário de aplicação, decidiram-se quais classes do domínio de informações do sistema de avaliação de competências seriam mapeadas ao domínio do sistema Moodle. A seguir apresentaremos os indivíduos criados para cada classe e suas relações no mapeamento.

Para as classes Pessoa, PessoaId e PessoaNome, criaram-se os indivíduos IdvPessoa, IdvPessoaId e IdvPessoaNome, respectivamente. Para a classe RefTabQryRelPessoaAvaliacao, referenciada no relacionamento entre Pessoa a Avaliação, criou-se o indivíduo IdvRefTabQryRelPessoaAvaliacao. A tabela 2 apresenta os indivíduos e seus relacionamentos na construção do mapeamento.

TABELA 2 – Relacionamentos da classe Pessoa no mapeamento

Conceito: Pessoa				
Classe	Indivíduo	Propriedade de Objeto	Classe/Propriedade de Objeto	Indivíduo
Pessoa	IdvPessoa	HasBOConceitoBOAtr	PessoaId	IdvPessoaId
Pessoa	IdvPessoa	HasBOConceitoBOAtr	PessoaNome	IdvPessoaNome
Pessoa	IdvPessoa	RelBOConcPessoaAvaliacao	Avaliacao	IdvAvaliacao
PessoaId	IdvPessoaId	MatchBOAtrOColumn	Column	mdl_user.id
PessoaNome	IdvPessoaNome	MatchBOAtrOColumn	Column	mdl_user.lastname
PessoaNome	IdvPessoaNome	MatchBOAtrOColumn	Column	mdl_user.firstname
RefTabQryRelPessoaAvaliacao	IdvRefTabQryRelPessoaAvaliacao	seeAlso	RelBOConcPessoaAvaliacao	

Através da tabela 2 podem-se analisar os relacionamentos que perfazem o conceito na ontologia de mapeamento entre os domínios de informação. Destacam-se os relacionamentos entre os indivíduos IdvPessoaId e mdl\_user.id, IdvPessoaNome e mdl\_user.lastname, e IdvPessoaNome e mdl\_user.firstname. São estes os relacionamentos que indicam quais colunas no banco de dados do sistema de gestão da aprendizagem, no caso o moodle, detêm os dados e informações com a semântica empregada em IdvPessoaId e IdvPessoaNome.

Para as classes Curso, CursoId e CursoNome criaram-se os indivíduos IdvCurso, IdvCursoId e IdvCursoNome, respectivamente. Para a classe RefTabQryCursoClasse, referenciada no relacionamento entre Curso e Classe, criou-se o indivíduo IdvRefTabQryRelCursoClasse. Para a classe RefTabQryDomAvaliacao, referenciada no

relacionamento entre Curso e Avaliação, criou-se o indivíduo IdvRefTabQryRelDomAvaliacao. A tabela 3 apresenta os indivíduos e seus relacionamentos na construção do mapeamento para o conceito Curso.

TABELA 3 – Relacionamentos da classe Curso no mapeamento

Conceito: Curso				
Classe	Indivíduo	Propriedade de Objeto	Classe/Propriedade de Objeto	Indivíduo
Curso	IdvCurso	HasB OConceitoBOAtr	CourseId	IdvCourseId
Curso	IdvCurso	HasB OConceitoBOAtr	CursoNome	IdvCursoNome
Curso	IdvCurso	RelBO Conc Curso Classe	Classe	IdvClasse
Curso	IdvCurso	RelBO Conc Dom Avaliacao	Avaliacao	IdvAvaliacao
CourseId	IdvCourseId	MatchBO AtrTO Column	Column	mdl_course.id
CursoNome	IdvCursoNome	MatchBO AtrTO Column	Column	mdl_course.fullname
RefTabQryRelCursoClasse	IdvRefTabQryRelCursoClasse	seeAlso	RelBO Conc Curso Classe	
RefTabQryRelDomAvaliacao	IdvRefTabQryRelDomAvaliacao	RefTab QueryRelaciona Lista	Table	mdl_grade_items

Através da tabela 3 podem-se analisar os relacionamentos que perfazem o conceito na ontologia de mapeamento entre os domínios de informação. Destacam-se os relacionamentos entre os indivíduos IdvCursoId para com mdl\_course.id, e IdvCursoNome para com mdl\_course.fullname. Estes relacionamentos indicam quais colunas no banco de dados do moodle detêm os dados e informações com a semântica empregada em IdvCursoId e IdvCursoNome.

Para os conceitos Classe, ClasseId e ClasseNome, criaram-se os indivíduos IdvClasse, IdvClasseId e IdvClasseNome, respectivamente. Para a classe RefTabQryClassePessoa, referenciada no relacionamento entre Classe e Pessoa, criou-se o indivíduo IdvRefTabQryRelClassePessoa. O conceito classe também tem relacionamento com o conceito Avaliação. A tabela 4 apresenta os indivíduos e seus relacionamentos na construção do mapeamento para o conceito Classe.

TABELA 4 – Relacionamentos do conceito Classe no mapeamento

Conceito: Classe				
Classe	Indivíduo	Propriedade de Objeto	Classe/Propriedade de Objeto	Indivíduo
Classe	IdvClasse	HasBOConceitoBOAtr	ClasseId	IdvClasseId
Classe	IdvClasse	HasBOConceitoBOAtr	ClasseNome	IdvClasseNome
Classe	IdvClasse	RelBO Conc Classe Pessoa	Pessoa	IdvPessoa
Classe	IdvClasse	RelBO Conc Dom Avaliacao	Avaliacao	IdvAvaliacao
Classe	IdvClasseId	MatchBOAtrTO Column	Column	mdl_enrol.id
CursoNome	IdvCursoNome	MatchBOAtrTO Column	Column	mdl_enrol.enrol
RefTabQryRelClassePessoa	IdvRefTabQryRelClassePessoa	seeAlso	RelBO Conc Classe Pessoa	
RefTabQryRelClassePessoa	IdvRefTabQryRelClassePessoa	RefTab QueryRelaciona Lista	Table	mdl_user_enrolments

Pela tabela 4 podem-se analisar os relacionamentos que perfazem o conceito na ontologia de mapeamento entre os domínios de informação. Destacam-se os relacionamentos entre os indivíduos IdvClasseId para com mdl\_enrol.id, e IdvClasseNome para com mdl\_course.enrol. Estes relacionamentos indicam quais colunas no banco de dados do moodle detêm os dados e informações com a semântica empregada em IdvClasseId e IdvClasseNome.

Para os conceitos Avaliacao, AvaliacaoId e AvaliacaoNota, criaram-se os indivíduos IdvAvaliacao, IdvAvaliacaoId e IdvAvaliacaoNota, respectivamente. A tabela 5 apresenta os indivíduos e seus relacionamentos na construção do mapeamento para o conceito Avaliacao.

TABELA 5 – Relacionamentos da classe Avaliacao no mapeamento

Conceito: Avaliacao				
Classe	Indivíduo	Propriedade de Objeto	Classe/Propriedade de Objeto	Indivíduo
Avaliacao	IdvAvaliacao	HasBIOConceitoBIOAttr	AvaliacaoId	IdvAvaliacaoId
Avaliacao	IdvAvaliacao	HasBIOConceitoBIOAttr	AvaliacaoNota	IdvAvaliacaoNota
Avaliacao	IdvAvaliacaoId	MatchBIOAttrOColumn	Column	mdl_grade_grades.id
Avaliacao	IdvAvaliacaoNome	MatchBIOAttrOColumn	Column	mdl_grade_grades.finalgrade

Pela tabela 5 podem-se analisar os relacionamentos que perfazem o conceito na ontologia de mapeamento entre os domínios de informação. Destacam-se os relacionamentos entre os indivíduos IdvAvaliacaoId para com mdl\_grade\_grades.id, e IdvAvaliacaoNota para com mdl\_grade\_grades.finalgrade. Estes relacionamentos indicam quais colunas no banco de dados do moodle detêm os dados e informações com a semântica empregada em IdvAvaliacaoId e IdvAvaliacaoNota.

Após a realização dos mapeamentos entre os domínios de informação, acontece a notificação feita pelo administrador do sistema, para sinalizar que o mapeamento foi concluído. Para realizar esta notificação, o administrador apenas altera o status do mapeamento na transação de inicialização do acoplamento no sistema de avaliação de competências.

Uma vez identificado pelo agente de software SGAAcoplador que o mapeamento esta completo, o agente inicia o processo de criação automática das *queries*, e posteriormente das *views* no banco de dados do Moodle.

Com o objetivo de ilustrar as *queries* criadas de maneira automática pelo agente de software SGAAcoplador, a figura 90 apresenta a sintaxe criada pelo agente, de forma automatizada, com base na interpretação da ontologia de acoplamento HRMACAdapt.

Esta figura apresenta a sintaxe criada pelo agente de software, e que será passada ao *web service* WSIntegraDados, para que este finalize a criação das *views* no banco de dados do Moodle. O agente de software realiza a criação das *views* conforme mapeamento entre os domínios. Portanto, caso algum conceito, ou classe, não for mapeado para o domínio de informação do sistema de gestão da aprendizagem, o agente de software não criará a *view*.

A figura 91 apresenta uma descrição completa de todas as *views* criadas no banco de dados do sistema Moodle. Estas *views* foram criadas a partir das *queries* construídas pelo agente de software. Esta descrição foi obtida a partir do comando desc executado contra cada uma das *views*.

```

INFO: -----
Agent container HRMACSystem@robertolmer-PC is ready.
-----
Entrou na secao de criar as views no SGA - Acoplador
hrmacsystem_view_pessoa: Select
mdl_user.id as IdvPessoaID
,' ' as IdvPessoaDtNasc
,concat(mdl_user.lastname,' ',mdl_user.firstname) as IdvPessoaNome
From
mdl_user mdl_user

HRMACSYSTEM_VIEW_EDUCORMAL:
hrmacsystem_view_classe: Select
mdl_enrol.id as IdvClasseID
,' ' as IdvClasseDtFin
,' ' as IdvClasseDtInicio
,mdl_enrol.enrol as IdvClasseNome
From
mdl_enrol

hrmacsystem_view_curso: Select
mdl_course.id as IdvCursoID
,mdl_course.fullname as IdvCursoNome
From
mdl_course

hrmacsystem_view_item_aprend:
hrmacsystem_view_rel_pes_ef:
hrmacsystem_view_r_clse_pessoa: Select
mdl_user.id as IdvPessoaID,
mdl_enrol.id as IdvClasseID
From
mdl_user_enrolments
,mdl_enrol
,mdl_user
Where
mdl_user_enrolments.enrolid = mdl_enrol.id
and mdl_user_enrolments.userid = mdl_user.id

hrmacsystem_view_r_crs_itaprnd:
hrmacsystem_view_r_crs_classe: Select
mdl_course.id as IdvCursoID,
mdl_enrol.id as IdvClasseID
From
mdl_course
,mdl_enrol
Where
mdl_enrol.courseid = mdl_course.id

hrmacsystem_view_avaliacao: Select
mdl_grade_grades.id as IdvAvaliacaoID
,' ' as IdvAvaliacaoDt
,mdl_grade_grades.finalgrade as IdvAvaliacaoNota
From
mdl_grade_grades

hrmacsystem_view_r_pes_aval: Select
mdl_user.id as IdvPessoaID,
mdl_grade_grades.id as IdvAvaliacaoID
From
mdl_grade_grades
,mdl_user
Where
mdl_grade_grades.userid = mdl_user.id

hrmacsystem_view_r_dom_aval: Select
mdl_course.id as IdvCursoID,
mdl_enrol.id as IdvClasseID,
mdl_grade_grades.id as IdvAvaliacaoID
From
mdl_grade_grades
,mdl_course
,mdl_enrol
,mdl_grade_items
Where
mdl_grade_grades.itemid = mdl_grade_items.id
and mdl_enrol.courseid = mdl_course.id
and mdl_grade_items.courseid = mdl_course.id

```

FIGURA 90 – *Queries* construídas pelo agente SGAacoplador

```

mysql> desc hrmacsystem_view_pessoa;
+-----+-----+-----+-----+-----+-----+
| Field          | Type                | Null | Key | Default | Extra |
+-----+-----+-----+-----+-----+-----+
| IdvPessoaID   | bigint(10) unsigned | NO   |     | 0        |       |
| IdvPessoaDtNasc | char(0)             | NO   |     |         |       |
| IdvPessoaNome  | varchar(201)        | YES  |     | NULL     |       |
+-----+-----+-----+-----+-----+-----+
3 rows in set (0.01 sec)

mysql> desc hrmacsystem_view_curso;
+-----+-----+-----+-----+-----+-----+
| Field          | Type                | Null | Key | Default | Extra |
+-----+-----+-----+-----+-----+-----+
| IdvCursoID    | bigint(10) unsigned | NO   |     | 0        |       |
| IdvCursoNome  | varchar(254)        | NO   |     |         |       |
+-----+-----+-----+-----+-----+-----+
2 rows in set (0.01 sec)

mysql> desc hrmacsystem_view_classe;
+-----+-----+-----+-----+-----+-----+
| Field          | Type                | Null | Key | Default | Extra |
+-----+-----+-----+-----+-----+-----+
| IdvClasseID   | bigint(10) unsigned | NO   |     | 0        |       |
| IdvClasseDtFim | char(0)             | NO   |     |         |       |
| IdvClasseDtInicio | char(0)           | NO   |     |         |       |
| IdvClasseNome | varchar(20)         | NO   |     |         |       |
+-----+-----+-----+-----+-----+-----+
4 rows in set (0.01 sec)

mysql> desc hrmacsystem_view_avaliacao;
+-----+-----+-----+-----+-----+-----+
| Field          | Type                | Null | Key | Default | Extra |
+-----+-----+-----+-----+-----+-----+
| IdvAvaliacaoID | bigint(10) unsigned | NO   |     | 0        |       |
| IdvAvaliacaoDt | char(0)             | NO   |     |         |       |
| IdvAvaliacaoNota | decimal(10,5)      | YES  |     | NULL     |       |
+-----+-----+-----+-----+-----+-----+
3 rows in set (0.01 sec)

mysql> desc hrmacsystem_view_r_clse_pessoa;
+-----+-----+-----+-----+-----+-----+
| Field          | Type                | Null | Key | Default | Extra |
+-----+-----+-----+-----+-----+-----+
| IdvPessoaID   | bigint(10) unsigned | NO   |     | 0        |       |
| IdvClasseID   | bigint(10) unsigned | NO   |     | 0        |       |
+-----+-----+-----+-----+-----+-----+
2 rows in set (0.01 sec)

mysql> desc hrmacsystem_view_r_crs_classe;
+-----+-----+-----+-----+-----+-----+
| Field          | Type                | Null | Key | Default | Extra |
+-----+-----+-----+-----+-----+-----+
| IdvCursoID    | bigint(10) unsigned | NO   |     | 0        |       |
| IdvClasseID   | bigint(10) unsigned | NO   |     | 0        |       |
+-----+-----+-----+-----+-----+-----+
2 rows in set (0.01 sec)

mysql> desc hrmacsystem_view_r_dom_aval;
+-----+-----+-----+-----+-----+-----+
| Field          | Type                | Null | Key | Default | Extra |
+-----+-----+-----+-----+-----+-----+
| IdvCursoID    | bigint(10) unsigned | NO   |     | 0        |       |
| IdvClasseID   | bigint(10) unsigned | NO   |     | 0        |       |
| IdvAvaliacaoID | bigint(10) unsigned | NO   |     | 0        |       |
+-----+-----+-----+-----+-----+-----+
3 rows in set (0.01 sec)

mysql> desc hrmacsystem_view_r_pes_aval;
+-----+-----+-----+-----+-----+-----+
| Field          | Type                | Null | Key | Default | Extra |
+-----+-----+-----+-----+-----+-----+
| IdvPessoaID   | bigint(10) unsigned | NO   |     | 0        |       |
| IdvAvaliacaoID | bigint(10) unsigned | NO   |     | 0        |       |
+-----+-----+-----+-----+-----+-----+
2 rows in set (0.01 sec)

mysql>

```

FIGURA 91 – Descrição das *views* criadas na base de dados do Moodle

Ao finalizar a criação das *views*, o agente SGAAcoplador notifica o agente SGAMonitorador para que o processo de monitoramento e interoperabilidade de dados entre os sistemas tenha início.

O experimento de acoplamento também visou verificar quais alterações seriam necessárias executar no ambiente do sistema de gestão da aprendizagem, no caso o Moodle. Um dos requisitos para a construção do sistema de avaliação de competências era de que seu acoplamento não demandasse alterações estruturais no sistema onde estivesse sendo acoplado. Sendo assim, uma das alterações no ambiente foi o *deploy* dos *web services* WSIntegraDados e WSApoioDados em um servidor web, compatível com *web services*, e que permite acesso ao banco de dados do sistema de gestão da aprendizagem. A outra alteração foi a criação de novos objetos na base de dados deste sistema, ou seja, a criação das *views*. É importante destacar, que estes objetos somente servem de apoio na interoperabilidade, e não resultam mudanças na estrutura do sistema de gestão da aprendizagem.

### **7.3 Implantação do Modelo de Competências**

A implantação do modelo de competências objetiva viabilizar o processo de avaliação de competências dos indivíduos. O sistema de avaliação possui o modelo de competências que deve receber as informações da organização, cenário da aplicação. O levantamento das competências realizado identificou nos registros da empresa, alguns cargos a serem utilizados no modelo de competências, para a fase de experimentos. A atividade de implantar o modelo de competências envolve obter as informações necessárias a este, e inseri-las no sistema de competências através das transações específicas para estes cadastros.

#### **7.3.1 Identificação das informações a serem cadastradas**

Conforme apresentado anteriormente, o modelo de competências proposto para este estudo envolve uma série de informações e dados, que objetivam compor a base para o processo de avaliação de competências. O sistema de avaliação de competências entrega através de suas transações para cadastro, o meio para que o modelo de competências seja implantado na organização. Portanto, depois de levantadas as informações necessárias, o próximo passo é realizar o cadastramento via sistema.

Durante o processo de implantação, constituiu-se um time para implantar o modelo de competências, e foram analisadas as informações que este demanda versus a disponibilidade por parte da empresa para entregar os dados.

Com relação às informações básicas do modelo de competências, foram cadastrados dados nas transações para identificar a situação da ocupação, os tipos de insumos e as escalas de medição utilizadas nos experimentos. Para a situação de ocupação foi cadastrado a situação: Cargo – Função. Já para os tipos de insumos foram cadastrados: Conhecimento, Habilidade e Comportamento. E para as escalas de medição foram cadastradas escalas com pesos de 10 a 100, para cada tipo de insumo identificado.

O cadastro das escalas em particular, deve levar em consideração as informações interoperadas com o sistema de gestão da aprendizagem. Os valores das notas obtidas pelos indivíduos na realização dos cursos neste sistema devem ter sua medida alinhada aos pesos das escalas de medição. Isso ocorre pelo fato de que estas notas serão utilizadas como sugestão de medida atribuída aos insumos, ou indicadores, no momento da avaliação de competências, para identificar as competências adquiridas pelo indivíduo.

Com relação ao cadastro de educação formal, não foi levantado no histórico escolar dos indivíduos. Com relação ao cadastro de ocupações, os cargos selecionados para o processo de experimento foram registrados no modelo como ocupações e associados à situação de ocupação. Estas ocupações foram relacionadas às competências exigidas para sua realização.

As competências foram cadastradas no modelo. Da mesma forma, os insumos que as compõem. O relacionamento estabelecido entre competências e os respectivos insumos, demanda o estabelecimento do nível de medição requerido pelo insumo para a determinada competência. Esta informação é de vital importância para o modelo de competências, bem como para avaliação, pois representa na íntegra os valores requeridos pela competência, sendo base para qualquer cálculo de avaliação de competências que se faça. Como exemplo da associação da competência aos respectivos insumos, e estabelecimento do peso dado como requerido ao insumo, citamos a competência identificada pelo código 10, cuja descrição é Qualidade básico/Operacional, e requer para seu insumo de número 640, cuja descrição é Sistema da Qualidade, o peso 60. Este peso está relacionado à escala de medição de código 160, sendo esta escala utilizada para insumos do tipo conhecimento. Este peso será considerado no cálculo do volume requerido pela competência no processo de avaliação.

O cadastro de Pessoas consiste em uma informação que consta no modelo de

competências, e no domínio de informação interoperável entre os sistemas de avaliação de competências e gestão da aprendizagem, logo, é populada quando ocorre o acoplamento e a interoperabilidade de dados entre os sistemas.

O cadastro dos cursos, também consiste em uma informação que consta no modelo de competências, e também no domínio de informações interoperáveis entre os sistemas após o acoplamento. Todos os cursos foram compartilhados com o sistema de avaliação de competências via interoperabilidade, sendo assim passaram a estar disponíveis no modelo de competência. No entanto, é necessário relacionar os cursos aos insumos para os quais seus conteúdos são direcionados. Este relacionamento faz com que a nota obtida em um curso, seja utilizada como medida de avaliação do indivíduo para um determinado insumo. Na implantação do modelo de competências, realizou-se o levantamento dos cursos que abordam através de seu conteúdo, os insumos encontrados nas competências dos cargos selecionados para os experimentos.

A viabilização do sistema de gestão da aprendizagem ocorreu após o levantamento dos cursos a serem realizados pelos indivíduos. O sistema Moodle, recebeu o cadastro de 36 (trinta e seis) cursos diferentes, onde todos abordam conhecimento, habilidades e comportamentos encontrados nos insumos do plano de competências. A figura 92 apresenta a relação de cursos cadastrados no sistema Moodle, e que estão disponíveis para os usuários realizá-los.

Os cursos cadastrados no Moodle receberam um conteúdo padrão, através de um documento texto, e receberam um método de avaliação cada. Deste modo, o usuário poderá executar o método de avaliação ao final do curso, e receber uma nota.

Courses	Edit	Select
ANALISE DE CAUSA RAIZ		<input type="checkbox"/>
ANÁLISE DE EMPILHAMENTO DE TOLERANCIAS		<input type="checkbox"/>
ANSYS WORKBENCH - INTRODUÇÃO		<input type="checkbox"/>
CONTROLES INTERNOS - BÁSICO		<input type="checkbox"/>
DIVERSIDADE CULTURAL		<input type="checkbox"/>
FAILURE MODES AND EFFECTS ANALYSIS (FMEA)		<input type="checkbox"/>
FAZER COM QUE OS OUTROS DESEMPENHEM		<input type="checkbox"/>
FUNDAMENTOS DA QUALIDADE ASSEGURADA		<input type="checkbox"/>
GESTÃO DE PROJETOS -		<input type="checkbox"/>
IFRS (NORMAS DE CONTABILIDADE INTERNACIONAL)		<input type="checkbox"/>
IMPACT LEADERSHIP		<input type="checkbox"/>
ISO AUDITOR LIDER		<input type="checkbox"/>
MANUAL DA QUALIDADE DE FORNECEDORES		<input type="checkbox"/>
MASTERSAF		<input type="checkbox"/>
MATEMÁTICA FINANCEIRA AVANÇADA		<input type="checkbox"/>
MISTAKE PROOFING		<input type="checkbox"/>
MODELAGEM FINANCEIRA		<input type="checkbox"/>
NCCA (SISTEMA)		<input type="checkbox"/>
NCCA - NON CONFORMING CORRECTION ACTION		<input type="checkbox"/>
PLANEJAMENTO DA QUALIDADE (DPA/ PPAP)		<input type="checkbox"/>
PROCESSO DE SATISFAÇÃO DO CLIENTE		<input type="checkbox"/>
PROCESSO DE TRATATIVA DE MATERIAL NÃO-CONFORME		<input type="checkbox"/>
PVV ( PROCESSO DE VERIFICAÇÃO E VALIDAÇÃO DE PRODUTO)		<input type="checkbox"/>
QIT (QUALITY IMPROVEMENT TEAM)		<input type="checkbox"/>
RELACIONAMENTO INTERPESSOAL		<input type="checkbox"/>
RESPONSABILIDADE, COMPROMETIMENTO E PODER		<input type="checkbox"/>
SENSIBILIZAÇÃO PARA MUDANÇA		<input type="checkbox"/>
SISTEMA CONTABIL ESTRANGEIRO BÁSICO		<input type="checkbox"/>
SISTEMA DA QUALIDADE		<input type="checkbox"/>
SISTEMA DE PRODUÇÃO		<input type="checkbox"/>
SIX SIGMA BLACK BELT		<input type="checkbox"/>
STANDARDS, ABNT, INTERNATIONAL STANDARDS AND QUALITY MANUAL STANDARDS		<input type="checkbox"/>
STRATEGIC THINKING		<input type="checkbox"/>
TOMADA DE DECISÃO		<input type="checkbox"/>
TRABALHAR PARA ENCONTRAR SOLUÇÕES BOAS PARA TODOS SEMPRE QUE POSSÍVEL		<input type="checkbox"/>
TRANSFER PRICING		<input type="checkbox"/>

Move selected courses to... ▼

FIGURA 92 – Os cursos criados no sistema Moodle

### 7.3.2 Seleção dos Cargos

A escolha dos cargos levou em consideração sua natureza, e a estrutura de faixas salariais da empresa. Os cargos selecionados contemplam o nível de analistas. Os cargos são da área contábil e financeira, por escolha da companhia, a estrutura liberada para realização dos experimentos. A partir da reunião das informações necessárias, iniciou-se a implantação do modelo de competências na organização.

A estrutura de cargos, competências, e insumos de competência, compreendem as principais informações cadastradas no sistema para a execução dos experimentos. Na implantação do modelo de competência, foi assumido que todas as competências para os cargos apresentados teriam as mesmas habilidades e comportamentos, visto que estas informações compreendem o esperado das pessoas que desempenham qualquer um dos cargos relacionados. A diferença entre os cargos, para com habilidades e comportamentos, é o nível requerido.

No levantamento das competências necessárias para os cargos, a organização observou que uma ocupação poderia ter diferentes níveis requeridos para uma determinada competência, mesmo que esta já seja utilizada por outras ocupações. Então, decidiu-se criar as competências com uma classificação, atribuída a seus nomes, para facilitar a interpretação nas consultas ao sistema. As competências receberam uma determinação do tipo básico/operacional, e excepcional/tático nas suas descrições, o que facilita a interpretação da competência mediante alguma consulta.

Para a realização dos experimentos, convidamos a participação de uma pessoa que ocupa cada cargo selecionado, para que seja o indivíduo avaliado no roteiro de testes. Da mesma forma, convidamos um de seus superiores para realizar a avaliação de competências deste indivíduo utilizando o sistema de avaliação de competências. Portanto, tivemos um número de sete pessoas divididas entre avaliadores e avaliados. A figura 93 apresenta a estrutura de competências e insumos do cargo Analista Contábil, um dos selecionados para os testes.

Ocupacao ID Ocupacao Descricao  
60618049 ANALISTA CONTABIL

Competencia ID	Competencia Descricao	Insumo ID	Insumo Descricao	Tipo Insumo
10	Qualidade basico/operacional	1957	RELACIONAMENTO INTERPESSOAL	Comportamento
		1958	EMPATIA	Comportamento
		1959	PRO-ATIVIDADE	Comportamento
		1961	RESPONSAVEL	Comportamento
		1962	COMPROMETIMENTO	Comportamento
		634	DMAIC (METODOLOGIA SEIS SIGMA)	Conhecimento
		639	PLANEJAMENTO DA QUALIDADE A NIVEL DE PECA OU CONJUNTO	Conhecimento
		640	SISTEMA DA QUALIDADE	Conhecimento
		642	PVV (PROCESSO DE VERIFICACAO E VALIDACAO DE PRODUTO)	Conhecimento
		643	PPAP (PRODUCTION PART APPROVAL PROCESS)	Conhecimento
		647	SCORECARD DE METRICAS DA QUALIDADE	Conhecimento
		650	MISTAKE-PROOFING (POKAYOKE/DISPOSITIVOS A PROVA DE ERRO)	Conhecimento
		659	QIT (QUALITY IMPROVEMENT TEAM)	Conhecimento
		660	ANALISE DE EMPILHAMENTO DE TOLERANCIAS	Conhecimento
		703	SISTEMAS EMPRESARIAIS - PVV	Conhecimento
		707	GERENCIAMENTO DE MODOS DE FALHA	Conhecimento
		711	PLANEJAMENTO DE PVV	Conhecimento
		714	STANDARDS AND SAFETY PVV	Conhecimento
		762	FACIL ADAPTAÇÃO	Habilidade
		766	AGINDO CORAJOSAMENTE	Habilidade
778	INSPIRAR CONFIANÇA	Habilidade		
779	SABER OUVIR	Habilidade		
784	AUTO DESENVOLVIMENTO	Habilidade		
787	ESCREVER COM EFICÁCIA	Habilidade		
13	Orçamentação basico/operacional	666	ORCAMENTO	Conhecimento
22	ERP-Modulo Financeiro basico/operacional	610	SAP - MODULE FICO (FINANCIAL / ACCOUNTING)	Conhecimento
		867	SAP - ACROSS FICO (FINANCIAL / ACCOUNTING)	Conhecimento
25	Solucao de Problemas basico/operacional	617	ANALISE DE CAUSA RAIZ	Conhecimento
40	Controles Internos basico/operacional	667	CONTROLES INTERNOS	Conhecimento
55	Auditoria da Qualidade basico/operacional	621	AUDITORIA DO SISTEMA DE GESTAO DA QUALIDADE	Conhecimento
		633	MANUAL DA QUALIDADE DE FORNECEDORES	Conhecimento
		641	PROCESSO DE TRATATIVA DE MATERIAL NAO-CONFORME	Conhecimento
		648	NCCA (NON-CONFORMITY CORRECTIVE ACTION)	Conhecimento
		656	AUDITORIA DE FORNECEDORES	Conhecimento
		708	ANALISE DE MODOS DE FALHA	Conhecimento
		720	PROCESSOS NCCAS / TSL	Conhecimento
109	Projetos basico/operacional	654	GESTAO DE PROJETOS	Conhecimento
		655	AVALIACAO DO NIVEL DE RISCO DO PROJETO	Conhecimento
		687	VIRTUAL TEAM	Conhecimento
139	SMS-Administração basico/operacional	816	SMS - ADMINISTRATIVES	Conhecimento
148	Contabilidade basico/operacional	663	CONTABILIDADE BRASILEIRA	Conhecimento
		664	CONTABILIDADE ESTRANGEIRA	Conhecimento
		665	SISTEMAS EMPRESARIAIS - CONTROLADORIA	Conhecimento

FIGURA 93 – Estrutura do cargo Analista Contábil

Esta figura traz as informações levantadas pela organização, e documentadas em seu processo operacional, das competências e insumos que perfazem as atividades do cargo de Analista Contábil. Este cargo se traduz em uma ocupação no modelo de competências. Os campos Ocupação ID e Ocupação Descrição trazem o código identificador, e a descrição da ocupação na implantação do modelo, ou seja, informações atribuídas à ocupação durante seu cadastramento no sistema de avaliação de competências. Os campos Competência ID e competência Descrição trazem o código identificador da competência e sua descrição respectivamente. Cada competência possui insumos que se referem a conhecimento, habilidade e comportamento. Portanto, percebe-se através da figura que cada competência possui seus insumos, identificados pelos campos Insumo ID, Insumo Descrição e Tipo Insumo, que determinam o código identificador do insumo no modelo de competências, sua descrição, e seu tipo respectivamente. Os insumos do tipo habilidade e comportamento foram determinados para serem aplicados a todas as competências, observando-se os diferentes níveis requeridos. Portanto, a figura somente traz estes insumos associados a uma das competências, sendo esta a competência identificada como 11, cuja descrição é qualidade

excepcional/tática. Porém, deve ser considerada a sua existência para todas as demais competências associadas à ocupação em questão.

Dando continuidade, a figura 94 apresenta a estrutura de competências e insumos do cargo Analista de Planejamento.

Ocupacao ID Ocupacao Descricao  
62228086 ANALISTA DE PLANEJAMENTO

Competencia ID	Competencia Descricao	Insumo ID	Insumo Descricao	Tipo Insumo
11	Qualidade excepcional/tatico	1957	RELACIONAMENTO INTERPESSOAL	Comportamento
		1958	EMPATIA	Comportamento
		1959	PRO-ATIVIDADE	Comportamento
		1961	RESPONSAVEL	Comportamento
		1962	COMPROMETIMENTO	Comportamento
		634	DMAIC (METODOLOGIA SEIS SIGMA)	Conhecimento
		639	PLANEJAMENTO DA QUALIDADE A NIVEL DE PECA OU CONJUNTO	Conhecimento
		640	SISTEMA DA QUALIDADE	Conhecimento
		642	PVV (PROCESSO DE VERIFICACAO E VALIDACAO DE PRODUTO)	Conhecimento
		643	PPAP (PRODUCTION PART APPROVAL PROCESS)	Conhecimento
		647	SCORECARD DE METRICAS DA QUALIDADE	Conhecimento
		650	MISTAKE-PROOFING (POKAYOKE/DISPOSITIVOS A PROVA DE ERRO)	Conhecimento
		659	QIT (QUALITY IMPROVEMENT TEAM)	Conhecimento
		660	ANALISE DE EMPILHAMENTO DE TOLERANCIAS	Conhecimento
		703	SISTEMAS EMPRESARIAIS - PVV	Conhecimento
		707	GERENCIAMENTO DE MODOS DE FALHA	Conhecimento
		711	PLANEJAMENTO DE PVV	Conhecimento
		714	STANDARDS AND SAFETY PVV	Conhecimento
		763	ANÁLISE RIGOROSA	Habilidade
		764	CONSTRUÇÃO DE RELACIONAMENTOS	Habilidade
		767	SENSIBILIDADE CULTURAL	Habilidade
		768	TOMADA DE DECISÃO	Habilidade
		771	PERSPICÁCIA COM FINANÇAS	Habilidade
		772	FOCO NO CLIENTE	Habilidade
		773	ESTIMULAR A COMUNICAÇÃO ABERTA	Habilidade
		777	INOVAÇÃO	Habilidade
783	PLANEJA CUIDADOSAMENTE	Habilidade		
14	Orçamentação excepcional/tatico	666	ORÇAMENTO	Conhecimento
26	Solucao de Problemas excepcional/tatico	617	ANALISE DE CAUSA RAIZ	Conhecimento
41	Controles Internos excepcional/tatico	667	CONTROLES INTERNOS	Conhecimento
56	Auditoria da Qualidade excepcional/tatico	621	AUDITORIA DO SISTEMA DE GESTAO DA QUALIDADE	Conhecimento
		633	MANUAL DA QUALIDADE DE FORNECEDORES	Conhecimento
		641	PROCESSO DE TRATATIVA DE MATERIAL NAO-CONFORME	Conhecimento
		648	NCCA (NON-CONFORMITY CORRECTIVE ACTION)	Conhecimento
		656	AUDITORIA DE FORNECEDORES	Conhecimento
		708	ANALISE DE MODOS DE FALHA	Conhecimento
		720	PROCESSOS NCCAS / TSL	Conhecimento
149	Contabilidade excepcional/tatico	663	CONTABILIDADE BRASILEIRA	Conhecimento
		664	CONTABILIDADE ESTRANGEIRA	Conhecimento
		665	SISTEMAS EMPRESARIAIS - CONTROLADORIA	Conhecimento
		668	CUSTOS	Conhecimento

FIGURA 94 – Estrutura do cargo Analista de Planejamento

Assim, sucessivamente, e preservando a mesma estrutura de informações, escolheram-se os demais cargos para serem parte dos experimentos realizados na organização. Através desta figura é possível observar os campos que identificam a ocupação criada para o cargo, bem como as competências que compõem a ocupação, e os insumos de cada competência. Da mesma forma, preserva-se, como forma de ilustrar, as habilidades e comportamentos das competências atreladas a somente uma competência do cargo em questão, neste caso, a competência 10, qualidade básico/operacional, mas deve-se interpretar como se estivessem associadas a todas as demais competências.

A figura 95 apresenta a estrutura de competências e insumos do cargo Analista de Custos.

Ocupação ID Ocupação Descrição  
60648086 ANALISTA DE CUSTOS

Competencia ID	Competencia Descricao	Insumo ID	Insumo Descricao	Tipo Insumo
10	Qualidade basico/operacional	1957	RELACIONAMENTO INTERPESSOAL	Comportamento
		1958	EMPATIA	Comportamento
		1959	PRO-ATIVIDADE	Comportamento
		1961	RESPONSAVEL	Comportamento
		1962	COMPROMETIMENTO	Comportamento
		634	DMAIC (METODOLOGIA SEIS SIGMA)	Conhecimento
		639	PLANEJAMENTO DA QUALIDADE A NIVEL DE PECA OU CONJUNTO	Conhecimento
		640	SISTEMA DA QUALIDADE	Conhecimento
		642	PVV (PROCESSO DE VERIFICACAO E VALIDACAO DE PRODUTO)	Conhecimento
		643	PPAP (PRODUCTION PART APPROVAL PROCESS)	Conhecimento
		647	SCORECARD DE METRICAS DA QUALIDADE	Conhecimento
		650	MISTAKE-PROOFING (POKAYOKE/DISPOSITIVOS A PROVA DE ERRO)	Conhecimento
		659	QIT (QUALITY IMPROVEMENT TEAM)	Conhecimento
		660	ANALISE DE EMPILHAMENTO DE TOLERANCIAS	Conhecimento
		703	SISTEMAS EMPRESARIAIS - PVV	Conhecimento
		707	GERENCIAMENTO DE MODOS DE FALHA	Conhecimento
		711	PLANEJAMENTO DE PVV	Conhecimento
		714	STANDARDS AND SAFETY PVV	Conhecimento
		762	FÁCIL ADAPTAÇÃO	Habilidade
		766	AGINDO CORAJOSAMENTE	Habilidade
778	INSPIRAR CONFIANÇA	Habilidade		
779	SABER OUVIR	Habilidade		
784	AUTO DESENVOLVIMENTO	Habilidade		
787	ESCREVER COM EFICÁCIA	Habilidade		
13	Orçamentação basico/operacional	666	ORCAMENTO	Conhecimento
22	ERP-Modulo Financeiro basico/operacional	610	SAP - MODULE FICO (FINANCIAL / ACCOUNTING)	Conhecimento
		867	SAP - ACROSS FICO (FINANCIAL / ACCOUNTING)	Conhecimento
25	Solucao de Problemas basico/operacional	617	ANALISE DE CAUSA RAZ	Conhecimento
40	Controles Internos basico/operacional	667	CONTROLES INTERNOS	Conhecimento
55	Auditoria da Qualidade basico/operacional	621	AUDITORIA DO SISTEMA DE GESTAO DA QUALIDADE	Conhecimento
		633	MANUAL DA QUALIDADE DE FORNECEDORES	Conhecimento
		641	PROCESSO DE TRATATIVA DE MATERIAL NAO-CONFORME	Conhecimento
		648	NCCA (NON-CONFORMITY CORRECTIVE ACTION)	Conhecimento
		656	AUDITORIA DE FORNECEDORES	Conhecimento
		708	ANALISE DE MODOS DE FALHA	Conhecimento
		720	PROCESSOS NCCAS / TSL	Conhecimento
109	Projetos basico/operacional	654	GESTAO DE PROJETOS	Conhecimento
		655	AVALIACAO DO NIVEL DE RISCO DO PROJETO	Conhecimento
		687	VIRTUAL TEAM	Conhecimento
139	SMS-Administração basico/operacional	816	SMS - ADMINISTRATIVES	Conhecimento
148	Contabilidade basico/operacional	663	CONTABILIDADE BRASILEIRA	Conhecimento
		664	CONTABILIDADE ESTRANGEIRA	Conhecimento
		665	SISTEMAS EMPRESARIAIS - CONTROLADORIA	Conhecimento
		668	CUSTOS	Conhecimento
151	Custos basico/operacional	668	CUSTOS	Conhecimento

FIGURA 95 – Estrutura do cargo Analista de Custos

Nesta figura observam-se os campos ocupação ID e ocupação Descrição identificando o cargo, implantado como ocupação no modelo de competências. Esta ocupação possui as competências necessárias para sua realização. Cada competência tem atrelado a si os insumos que a compõem.

Sendo assim, os cargos relacionados foram implantados no modelo de competências e serão utilizados nos processos de avaliação de competências. A implantação de um cargo, como sendo uma ocupação no modelo, demanda que seja atrelado a si todas as suas competências e os respectivos insumos que a compõem.

## 7.4 Experimentos

As fases do roteiro de testes que compõem o experimento do sistema compreendem a avaliação de competências do indivíduo, e o processo de aprendizagem. Os experimentos

realizados objetivam exemplificar o ciclo de aprendizagem, identificado no roteiro de testes como um processo circular, e que pode se repetir continuamente, até que se decida pela sua finalização.

Para descrever o ciclo de aprendizagem como um todo, abordaremos de forma detalhada a execução deste ciclo para um indivíduo, selecionado para realizar os experimentos. Após, abordaremos a segunda realização de experimentos, com a avaliação geral do grupo de indivíduos.

#### 7.4.1 1º Experimento

O primeiro experimento será detalhado, e tem por objetivo fornecer uma visão geral do ciclo de aprendizagem. Apresentam-se aqui diferentes avaliações de competências, feitas para um mesmo indivíduo, em épocas distintas, e que influenciaram e foram influenciadas pelos cursos realizados através do processo de aprendizagem. Dos 3 cargos selecionados para a realização do experimento, foi escolhido um cargo de forma aleatória, para a apresentação detalhada do experimento, neste caso, o cargo de Analista de Planejamento, código 62228086. O indivíduo escolhido para participar do ciclo de aprendizagem foi o “indivíduo dois”, identificado assim para se proteger a identidade do verdadeiro participante.

No experimento, definem-se os níveis requeridos pelas competências necessárias no desempenho das tarefas previstas pela ocupação. No caso em questão, as competências possuem insumos, e os insumos são atribuídos com os valores requeridos. A figura 96 apresenta os valores requeridos pelos insumos do cargo Analista de Planejamento, para as competências 11, 14 e 26. A figura 97 apresenta as competências 41, 56, 149, 152 para o mesmo cargo.

Competencia ID	Competencia Descricao	Insumo ID	Insumo Descricao	Peso		
11	Qualidade excepcional/tatico	634	DMAIC (METODOLOGIA SEIS SIGMA)	80		
		639	PLANEJAMENTO DA QUALIDADE A NIVEL DE PECA OU CONJUNTO	80		
		640	SISTEMA DA QUALIDADE	80		
		642	PVV (PROCESSO DE VERIFICACAO E VALIDACAO DE PRODUTO)	80		
		643	PPAP (PRODUCTION PART APPROVAL PROCESS)	80		
		647	SCORECARD DE METRICAS DA QUALIDADE	80		
		650	MISTAKE-PROOFING (POKAYOKE/DISPOSITIVOS A PROVA DE ERRO)	80		
		659	QIT (QUALITY IMPROVEMENT TEAM)	80		
		660	ANALISE DE EMPILHAMENTO DE TOLERANCIAS	80		
		703	SISTEMAS EMPRESARIAIS - PVV	80		
		707	GERENCIAMENTO DE MODOS DE FALHA	80		
		711	PLANEJAMENTO DE PVV	80		
		714	STANDARDS AND SAFETY PVV	80		
		763	ANÁLISE RIGOROSA	80		
		764	CONSTRUÇÃO DE RELACIONAMENTOS	80		
		767	SENSIBILIDADE CULTURAL	80		
		768	TOMADA DE DECISÃO	80		
		771	PERSPICÁCIA COM FINANÇAS	80		
		772	FOCO NO CLIENTE	80		
		773	ESTIMULAR A COMUNICAÇÃO ABERTA	80		
		777	INOVAÇÃO	80		
		783	PLANEJA CUIDADOSAMENTE	80		
		1957	RELACIONAMENTO INTERPESSOAL	80		
		1958	EMPATIA	80		
		1959	PRO-A TIVIDADE	80		
		1961	RESPONSAVEL	80		
		1962	COMPROMETIMENTO	80		
		14	Orçamentação excepcional/tatico	666	ORCAMENTO	80
				763	ANÁLISE RIGOROSA	80
				764	CONSTRUÇÃO DE RELACIONAMENTOS	80
				767	SENSIBILIDADE CULTURAL	80
				768	TOMADA DE DECISÃO	80
				771	PERSPICÁCIA COM FINANÇAS	80
772	FOCO NO CLIENTE			80		
773	ESTIMULAR A COMUNICAÇÃO ABERTA			80		
777	INOVAÇÃO			80		
783	PLANEJA CUIDADOSAMENTE			80		
1957	RELACIONAMENTO INTERPESSOAL			80		
1958	EMPATIA			80		
1959	PRO-A TIVIDADE			80		
1961	RESPONSAVEL			80		
1962	COMPROMETIMENTO			80		
26	Solucao de Problemas excepcional/tatico	617	ANALISE DE CAUSA RAIZ	80		
		763	ANÁLISE RIGOROSA	80		
		764	CONSTRUÇÃO DE RELACIONAMENTOS	80		
		767	SENSIBILIDADE CULTURAL	80		
		768	TOMADA DE DECISÃO	80		
		771	PERSPICÁCIA COM FINANÇAS	80		
		772	FOCO NO CLIENTE	80		
		773	ESTIMULAR A COMUNICAÇÃO ABERTA	80		
		777	INOVAÇÃO	80		
		783	PLANEJA CUIDADOSAMENTE	80		
		1957	RELACIONAMENTO INTERPESSOAL	80		
		1958	EMPATIA	80		
1959	PRO-A TIVIDADE	80				
1961	RESPONSAVEL	80				
1962	COMPROMETIMENTO	80				

FIGURA 96 – Valores requeridos para competências 11, 14 e 26

Competencia ID	Competencia Descricao	Insumo ID	Insumo Descricao	Peso		
41	Controles Internos excepcional/tatico	667	CONTROLES INTERNOS	60		
		763	ANÁLISE RIGOROSA	80		
		764	CONSTRUÇÃO DE RELACIONAMENTOS	80		
		767	SENSIBILIDADE CULTURAL	80		
		768	TOMADA DE DECISÃO	80		
		771	PERSPICÁCIA COM FINANÇAS	80		
		772	FOCO NO CLIENTE	80		
		773	ESTIMULAR A COMUNICAÇÃO ABERTA	80		
		777	INOVAÇÃO	80		
		783	PLANEJA CUIDADOSAMENTE	80		
		1957	RELACIONAMENTO INTERPESSOAL	70		
		1958	EMPATIA	70		
		1959	PRO-ATIVIDADE	70		
		1961	RESPONSAVEL	70		
		1962	COMPROMETIMENTO	70		
		56	Auditoria da Qualidade excepcional/tatico	621	AUDITORIA DO SISTEMA DE GESTAO DA QUALIDADE	60
				633	MANUAL DA QUALIDADE DE FORNECEDORES	60
641	PROCESSO DE TRATATIVA DE MATERIAL NAO-CONFORME			60		
648	NCCA (NON-CONFORMITY CORRECTIVE ACTION)			60		
656	AUDITORIA DE FORNECEDORES			60		
708	ANALISE DE MODOS DE FALHA			60		
720	PROCESSOS NCCAS / TSL			60		
763	ANÁLISE RIGOROSA			80		
764	CONSTRUÇÃO DE RELACIONAMENTOS			80		
767	SENSIBILIDADE CULTURAL			80		
768	TOMADA DE DECISÃO			80		
771	PERSPICÁCIA COM FINANÇAS			80		
772	FOCO NO CLIENTE			80		
773	ESTIMULAR A COMUNICAÇÃO ABERTA			80		
777	INOVAÇÃO			80		
783	PLANEJA CUIDADOSAMENTE			80		
1957	RELACIONAMENTO INTERPESSOAL			70		
1958	EMPATIA	70				
1959	PRO-ATIVIDADE	70				
1961	RESPONSAVEL	70				
1962	COMPROMETIMENTO	70				
149	Contabilidade excepcional/tatico	663	CONTABILIDADE BRASILEIRA	60		
		664	CONTABILIDADE ESTRANGEIRA	60		
		665	SISTEMAS EMPRESARIAIS - CONTROLADORIA	60		
		763	ANÁLISE RIGOROSA	80		
		764	CONSTRUÇÃO DE RELACIONAMENTOS	80		
		767	SENSIBILIDADE CULTURAL	80		
		768	TOMADA DE DECISÃO	80		
		771	PERSPICÁCIA COM FINANÇAS	80		
		772	FOCO NO CLIENTE	80		
		773	ESTIMULAR A COMUNICAÇÃO ABERTA	80		
		777	INOVAÇÃO	80		
		783	PLANEJA CUIDADOSAMENTE	80		
		1957	RELACIONAMENTO INTERPESSOAL	70		
		1958	EMPATIA	70		
		1959	PRO-ATIVIDADE	70		
		1961	RESPONSAVEL	70		
		1962	COMPROMETIMENTO	70		
152	Custos excepcional/tatico	668	CUSTOS	60		
		763	ANÁLISE RIGOROSA	80		
		764	CONSTRUÇÃO DE RELACIONAMENTOS	80		
		767	SENSIBILIDADE CULTURAL	80		
		768	TOMADA DE DECISÃO	80		
		771	PERSPICÁCIA COM FINANÇAS	80		
		772	FOCO NO CLIENTE	80		
		773	ESTIMULAR A COMUNICAÇÃO ABERTA	80		
		777	INOVAÇÃO	80		
		783	PLANEJA CUIDADOSAMENTE	80		
		1957	RELACIONAMENTO INTERPESSOAL	70		
		1958	EMPATIA	70		
		1959	PRO-ATIVIDADE	70		
1961	RESPONSAVEL	70				
1962	COMPROMETIMENTO	70				

FIGURA 97 – Valores requeridos pelas competências 41, 56, 149 e 152

As figuras 96 e 97 apresentam os pesos exigidos pelas competências e seus respectivos insumos. Durante a implantação, definiu-se que as competências do tipo excepcional/tático

teriam como requerido os valores 60 para conhecimento, 80 para habilidades, e 70 para comportamento.

O acoplamento com o sistema de gestão da aprendizagem tem por objetivo compartilhar informações com o modelo de competências, que sejam relevantes para este. Portanto, as notas na realização dos cursos no Moodle, podem ser utilizadas como valor sugerido ao insumo da competência durante a avaliação. Para que isso seja possível, é necessário estabelecer um relacionamento entre o curso e os insumos que este atende através de seu conteúdo. A tabela 6 apresenta o relacionamento entre insumos e cursos, cadastrado no modelo de competências, para o cargo Analista de Planejamento

TABELA 6 – Relação entre cursos e insumos de competências

INSUMOS ID	INSUMOS DESCRIÇÃO	CURSO ID	CURSO DESCRIÇÃO
621	AUDITORIA DO SISTEMA DE GESTAO DA QUALIDADE	13	FUNDAMENTOS DA QUALIDADE ASSEGURADA
633	MANUAL DA QUALIDADE DE FORNECEDORES	11	MANUAL DA QUALIDADE DE FORNECEDORES
634	DMaic (METODOLOGIA SEIS SIGMA)	12	SIX SIGMA BLACK BELT
639	PLANEJAMENTO DA QUALIDADE A NIVEL DE PECA OU CONJUNTO	13	FUNDAMENTOS DA QUALIDADE ASSEGURADA
639	PLANEJAMENTO DA QUALIDADE A NIVEL DE PECA OU CONJUNTO	9	PLANEJAMENTO DA QUALIDADE (DPAR/ PPAP)
640	SISTEMA DA QUALIDADE	10	ISO AUDITOR LIDER
640	SISTEMA DA QUALIDADE	14	SISTEMA DA QUALIDADE
640	SISTEMA DA QUALIDADE	8	SISTEMA DE PRODUÇÃO
641	PROCESSO DE TRATATIVA DE MATERIAL NAO-CONFORME	15	PROCESSO DE TRATATIVA DE MATERIAL NÃO-CONFORME
642	PVV (PROCESSO DE VERIFICACAO E VALIDACAO DE PRODUTO)	16	PVV (PROCESSO DE VERIFICAÇÃO E VALIDAÇÃO DE PRODUTO)
643	PPAP (PRODUCTION PART APPROVAL PROCESS)	9	PLANEJAMENTO DA QUALIDADE (DPAR/ PPAP)
647	SCORECARD DE METRICAS DA QUALIDADE	14	SISTEMA DA QUALIDADE
648	NCCA (NON-CONFORMITY CORRECTIVE ACTION)	18	NCCA (SISTEMA)
650	MISTAKE-PROOFING (POKAYOKE/DISPOSITIVOS A PROVA DE ERRO)	4	MISTAKE PROOFING
656	AUDITORIA DE FORNECEDORES	10	ISO AUDITOR LIDER
659	QIT (QUALITY IMPROVEMENT TEAM)	19	QIT (QUALITY IMPROVEMENT TEAM)
660	ANALISE DE EMPILHAMENTO DE TOLERANCIAS	20	ANÁLISE DE EMPILHAMENTO DE TOLERANCIAS
663	CONTABILIDADE BRASILEIRA	21	IFRS (NORMAS DE CONTABILIDADE INTERNACIONAL)
664	CONTABILIDADE ESTRANGEIRA	22	SISTEMA CONTABIL ESTRANGEIRO BÁSICO
665	SISTEMAS EMPRESARIAIS - CONTROLADORIA	23	MASTERSAF
665	SISTEMAS EMPRESARIAIS - CONTROLADORIA	24	MODELAGEM FINANCEIRA
666	ORCAMENTO	25	MATEMÁTICA FINANCEIRA AVANÇADA
667	CONTROLES INTERNOS	7	CONTROLES INTERNOS - BÁSICO
668	CUSTOS	26	TRANSFER PRICING
703	SISTEMAS EMPRESARIAIS - PVV	27	ANSYS WORKBENCH - INTRODUÇÃO
703	SISTEMAS EMPRESARIAIS - PVV	28	NCCA - NON CONFORMING CORRECTION ACTION
707	GERENCIAMENTO DE MODOS DE FALHA	29	FAILURE MODES AND EFFECTS ANALYSIS (FMEA)
708	ANALISE DE MODOS DE FALHA	5	ANALISE DE CAUSA RAIZ
711	PLANEJAMENTO DE PVV	6	GESTÃO DE PROJETOS
714	STANDARDS AND SAFETY PVV	30	STANDARDS, ABNT, INTERNATIONAL STANDARDS AND QUALITY MANUAL STANDARDS
720	PROCESSOS NCCAS / TSL	28	NCCA - NON CONFORMING CORRECTION ACTION
764	CONSTRUÇÃO DE RELACIONAMENTOS	3	RELACIONAMENTO INTERPESSOAL
767	SENSIBILIDADE CULTURAL	33	DIVERSIDADE CULTURAL
768	TOMADA DE DECISÃO	32	TOMADA DE DECISÃO
771	PERSPICÁCIA COM FINANÇAS	24	MODELAGEM FINANCEIRA
772	FOCO NO CLIENTE	17	PROCESSO DE SATISFAÇÃO DO CLIENTE
773	ESTIMULAR A COMUNICAÇÃO ABERTA	34	FAZER COM QUE OS OUTROS DESEMPENHEM
777	INOVAÇÃO	31	SENSIBILIZAÇÃO PARA MUDANÇA
783	PLANEJA CUIDADOSAMENTE	32	TOMADA DE DECISÃO
783	PLANEJA CUIDADOSAMENTE	34	FAZER COM QUE OS OUTROS DESEMPENHEM
783	PLANEJA CUIDADOSAMENTE	6	GESTÃO DE PROJETOS
1958	EMPATIA	36	TRABALHAR PARA ENCONTRAR SOLUÇÕES BOAS PARA TODOS SEMPRE QUE POSSÍVEL
1959	PRO-ATIVIDADE	35	STRATEGIC THINKING
1961	RESPONSÁVEL	37	RESPONSABILIDADE, COMPROMETIMENTO E PODER
1962	COMPROMETIMENTO	37	RESPONSABILIDADE, COMPROMETIMENTO E PODER

Quando o indivíduo realiza algum destes cursos, o sistema de avaliação de competências recebe pelo processo de interoperabilidade de dados a nota obtida pelo aluno na realização do curso. Esta informação fica armazenada no modelo de competências, e estará disponível para ser utilizada pelo processo de avaliação.

O processo de avaliação de competências inicia com o cadastro de uma nova avaliação. Neste caso, cadastramos a avaliação de código 2, cujo nome é Avaliação Experimento – Detalhado. Para esta avaliação associamos a ocupação Analista de Planejamento. Após, criamos a sua primeira ocorrência para o dia 01/10/2010. Nesta ocorrência de avaliação, associamos o indivíduo que será avaliado. Com isso, estabelecemos as informações necessárias para um processo de avaliação.

Após a inicialização da avaliação, é necessário executar um procedimento desenvolvido especificamente para consultar a ocupação e as respectivas competências que perfazem a avaliação e o histórico de cursos realizados no sistema de gestão da aprendizagem. O resultado deste procedimento traz os insumos que compõem as competências como indicadores do processo de avaliação e as notas conseguidas pelo indivíduo na realização dos cursos como sugestão de medida atribuída aos indicadores. Através da figura 98 apresentam-se os cursos realizados pelo indivíduo antes da primeira avaliação.

Nome do curso	Nota
RESPONSABILIDADE, COMPROMETIMENTO E PODER	60,00
TRABALHAR PARA ENCONTRAR SOLUÇÕES BOAS PARA TODOS SEMPRE QUE POSSÍVEL	100,00
STRATEGIC THINKING	80,00

FIGURA 98 – Relação dos cursos realizados antes da avaliação de 01/10/2010

Sendo assim, o procedimento de montagem da avaliação de competências, consulta a nota que o indivíduo obteve na realização dos cursos acima, e atribuiu como sugestão de medida para o insumo correspondente. A figura 99 apresenta a transação destinada a realizar a avaliação de competências de uma pessoa. Nesta consta a avaliação criada, e os insumos que receberam a nota dos cursos acima.

Sequencial e data da avaliação

Seq 1 Dt Aval 01/10/2010

Pessoas avaliadas

Id Pessoa	Nome da Pessoa
10	Usuario_Dois Usuario_Dois

Avaliação Insumos da Competência

Id Insumo	Descr Insumo	TPInsumo	Descr Tipo Insumo	Escala	Descr	Peso
707	GERENCIAMENTO DE MODOS DE FALHA	1	Conhecimento			
708	ANALISE DE MODOS DE FALHA	1	Conhecimento			
711	PLANEJAMENTO DE PVV	1	Conhecimento			
714	STANDARDS AND SAFETY PVV	1	Conhecimento			
720	PROCESSOS NCCAS / TSL	1	Conhecimento			
763	ANÁLISE RIGOROSA	2	Habilidade			
764	CONSTRUÇÃO DE RELACIONAMENTOS	2	Habilidade			
767	SENSIBILIDADE CULTURAL	2	Habilidade			
768	TOMADA DE DECISÃO	2	Habilidade			
771	PERSPICÁCIA COM FINANÇAS	2	Habilidade			
772	FOCO NO CLIENTE	2	Habilidade			
773	ESTIMULAR A COMUNICAÇÃO ABERTA	2	Habilidade			
777	INOVAÇÃO	2	Habilidade			
783	PLANEJA CUIDADOSAMENTE	2	Habilidade			
1957	RELACIONAMENTO INTERPESSOAL	3	Comportamento			
1958	EMPATIA	3	Comportamento	400	Escala 10 COMPORTAM	100
1959	PRO-ATIVIDADE	3	Comportamento	380	Escala 8 COMPORTAM	80
1961	RESPONSÁVEL	3	Comportamento	360	Escala 6 COMPORTAM	60
1962	COMPROMETIMENTO	3	Comportamento	360	Escala 6 COMPORTAM	60

Registro: 1/1 <0SD> <DBG>

FIGURA 99 – Relação dos insumos como indicadores da avaliação de competências

Conforme pode ser visto, os insumos de código 1958, 1959, 1961 e 1962 receberam respectivamente as notas 100, 80, 60 e 60, obtidas pelo aluno na realização dos cursos relacionados a estes insumos.

O passo seguinte consiste no administrador do sistema avaliar o indivíduo para com todos os insumos de conhecimento, habilidade e comportamento trazidos na transação acima. Cada insumo receberá uma medida. Estas medidas têm origem no cadastro das escalas, e representam as medidas adquiridas pelo indivíduo dado seu grau de proficiência no insumo.

Uma vez realizada a avaliação de cada insumo, o próximo passo, é verificar o resultado da avaliação de competências. O meio fornecido pelo sistema para analisar o resultado da avaliação, é através dos gráficos que tratam o percentual de aderência. O resultado geral da avaliação realizada consta na tabela 7.

TABELA 7 – Resultado da avaliação de competências por insumo

Insumo ID	Insumo Descrição	Tipo Insumo	Peso
617	ANALISE DE CAUSA RAIZ	Conhecimento	10
621	AUDITORIA DO SISTEMA DE GESTAO DA QUALIDADE	Conhecimento	10
633	MANUAL DA QUALIDADE DE FORNECEDORES	Conhecimento	10
634	DMAIC (METODOLOGIA SEIS SIGMA)	Conhecimento	20
639	PLANEJAMENTO DA QUALIDADE A NIVEL DE PEÇA OU CONJUNTO	Conhecimento	20
640	SISTEMA DA QUALIDADE	Conhecimento	10
641	PROCESSO DE TRATATIVA DE MATERIAL NAO-CONFORME	Conhecimento	20
642	PVV (PROCESSO DE VERIFICACAO E VALIDACAO DE PRODUTO)	Conhecimento	10
643	PPAP (PRODUCTION PART APPROVAL PROCESS)	Conhecimento	20
647	SCORECARD DE METRICAS DA QUALIDADE	Conhecimento	10
648	NCCA (NON-CONFORMITY CORRECTIVE ACTION)	Conhecimento	10
650	MISTAKE-PROOFING (POKAYOKE/DISPOSITIVOS A PROVA DE ERRO)	Conhecimento	10
656	AUDITORIA DE FORNECEDORES	Conhecimento	20
659	QIT (QUALITY IMPROVEMENT TEAM)	Conhecimento	20
660	ANALISE DE EMPILHAMENTO DE TOLERANCIAS	Conhecimento	20
663	CONTABILIDADE BRASILEIRA	Conhecimento	20
664	CONTABILIDADE ESTRANGEIRA	Conhecimento	30
665	SISTEMAS EMPRESARIAIS - CONTROLADORIA	Conhecimento	10
666	ORCAMENTO	Conhecimento	10
667	CONTROLES INTERNOS	Conhecimento	20
668	CUSTOS	Conhecimento	20
703	SISTEMAS EMPRESARIAIS - PVV	Conhecimento	20
707	GERENCIAMENTO DE MODOS DE FALHA	Conhecimento	20
708	ANALISE DE MODOS DE FALHA	Conhecimento	30
711	PLANEJAMENTO DE PVV	Conhecimento	20
714	STANDARDS AND SAFETY PVV	Conhecimento	30
720	PROCESSOS NCCAS / TSL	Conhecimento	10
763	ANÁLISE RIGOROSA	Habilidade	10
764	CONSTRUÇÃO DE RELACIONAMENTOS	Habilidade	10
767	SENSIBILIDADE CULTURAL	Habilidade	10
768	TOMADA DE DECISÃO	Habilidade	10
771	PERSPICÁCIA COM FINANÇAS	Habilidade	10
772	FOCO NO CLIENTE	Habilidade	10
773	ESTIMULAR A COMUNICAÇÃO ABERTA	Habilidade	10
777	INOVAÇÃO	Habilidade	20
783	PLANEJA CUIDADOSAMENTE	Habilidade	20
1957	RELACIONAMENTO INTERPESSOAL	Comportamento	20
1958	EMPATIA	Comportamento	100
1959	PRO-ATIVIDADE	Comportamento	80
1961	RESPONSÁVEL	Comportamento	60
1962	COMPROMETIMENTO	Comportamento	60

O cálculo do volume de competências ocorre em etapas. Na primeira parte, ocorre a apuração do somatório de pesos requeridos, por tipo de insumo, para cada competência que perfaz o processo de avaliação. O valor final requerido por competência consta na tabela 8.

TABELA 8 – Soma de valores requeridos por Competência

Competencia ID	Competencia Descrição	Soma de Conhecimentos	Soma de Habilidades	Soma de Comportamentos
11	Qualidade excepcional/tatico	780	350	720
14	Orçamentação excepcional/tatico	60	350	720
26	Solucao de Problemas excepcional/tatico	60	350	720
41	Controles Internos excepcional/tatico	60	350	720
56	Auditoria da Qualidade excepcional/tatico	420	350	720
149	Contabilidade excepcional/tatico	180	350	720
152	Custos excepcional/tatico	60	350	720

Na segunda etapa, ocorre a apuração do somatório de pesos adquiridos pelo indivíduo no processo de avaliação. Esta soma ocorre por tipo de insumo, para cada competência que perfaz o processo de avaliação. O valor final adquirido pelo indivíduo, por competência consta na tabela 9.

TABELA 9 – Soma de valores adquiridos por Competência

Competencia ID	Competencia Descrição	Soma de Conhecimentos	Soma de Habilidades	Soma de Comportamentos
11	Qualidade excepcional/tatico	520	400	580
14	Orçamentação excepcional/tatico	40	400	580
26	Solucao de Problemas excepcional/tatico	50	400	580
41	Controles Internos excepcional/tatico	40	400	580
56	Auditoria da Qualidade excepcional/tatico	360	400	580
149	Contabilidade excepcional/tatico	170	400	580
152	Custos excepcional/tatico	70	400	580

Para calcular o volume da competência, é realizada uma multiplicação das somas de conhecimento, habilidades, e comportamentos para cada competência conforme a fórmula:

$$\sum \text{Conhecimento} * \sum \text{Habilidade} * \sum \text{Comportamento} = \text{Volume da Competência}$$

Portanto para a competência 11, por exemplo, tem-se que:

- Volume requerido pela competência:  $780 \times 350 \times 720 = 196560000$
- Volume adquirido pelo indivíduo para a competência:  $520 \times 400 \times 580 = 120640000$

Esta apuração é realizada para todas as competências, no âmbito dos valores requeridos e adquiridos. O resultado final da apuração precisa totalizar o valor requerido pelas competências que compõem uma avaliação, bem como totalizar o valor adquirido para estas competências. Para isso, o volume de cada competência, resultante da multiplicação de conhecimentos, habilidades e comportamentos, é somado aos demais, para todo o conjunto de competências presentes em uma avaliação. A tabela 10 apresenta este resultado.

TABELA 10 – Resultado do percentual de aderência para avaliação de competências

CompetenciaID	Competencia Descrição	Volume Adquirido	Volume Requerido
11	Qualidade excepcional/tatico	120640000	196560000
14	Orçamentação excepcional/tatico	9280000	15120000
26	Solução de Problemas excepcional/tatico	11600000	15120000
41	Controles Internos excepcional/tatico	9280000	15120000
56	Auditoria da Qualidade excepcional/tatico	83520000	105840000
149	Contabilidade excepcional/tatico	39440000	45360000
152	Custos excepcional/tatico	16240000	15120000
<b>Total</b>		<b>290000000</b>	<b>408240000</b>
Percentual Adquirido em relação a Requerido: $(290000000/408240000)*100 = 71\%$			

Neste exemplo, o total de volume adquirido, que representa a soma dos volumes de cada competência gerou 290000000 como pontuação final. O total de volume requerido, que representa a soma dos volumes requeridos de cada competência, resultou em 408240000 como pontuação final. Portanto, o percentual de aderência é de 71%, calculado pela fórmula:

$$\frac{\text{Volume Adquirido para Competência}}{\text{Volume Requerido pela Competência}} * 100 = \text{Percentual de Aderência}$$

Para controle do resultado da avaliação de competências do indivíduo, utilizamos o gráfico de competências por pessoa. Neste caso, realizou-se apenas uma avaliação, portanto o gráfico traz somente o resultado desta avaliação em particular. A figura 100 apresenta o gráfico de competências do indivíduo avaliado. Este gráfico é emitido diretamente pelo sistema de avaliação de competências.

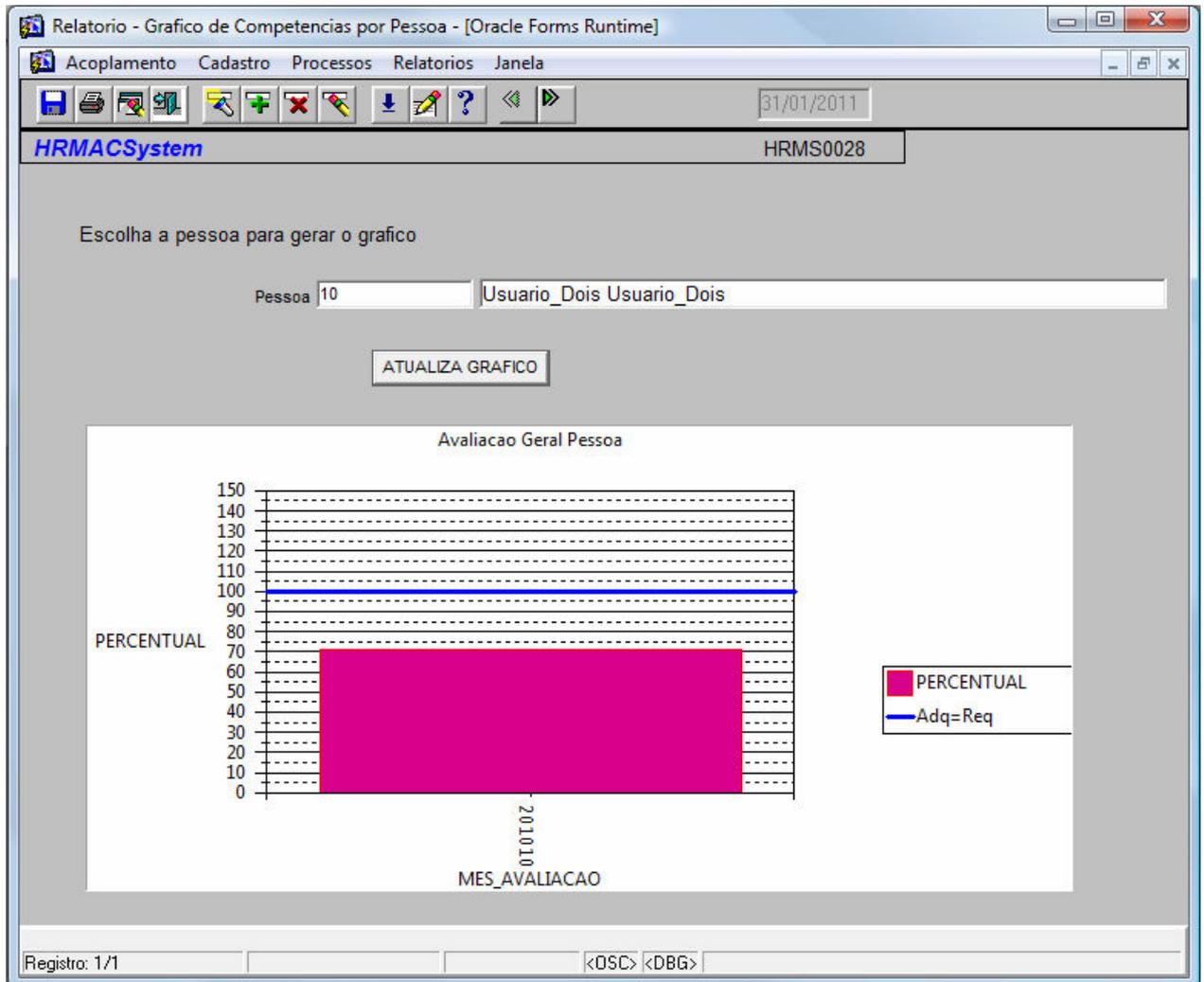


FIGURA 100 – Gráfico de competências por pessoa após primeira avaliação

A figura 100 apresenta o gráfico geral de competências por pessoa, onde no eixo Y contém os percentuais de aderência, e no eixo X o período da avaliação. Neste caso, o gráfico marca 71% de aderência como resultado da avaliação realizada em Outubro de 2010, que no gráfico esta representada por 201010. Este formato contempla o ano nos primeiros quatro algarismos, e o mês nos últimos dois algarismos.

Conforme preza o ciclo de aprendizagem proposto, a avaliação de competências deve resultar em uma sugestão de cursos a serem realizados pelo indivíduo avaliado. O objetivo desta sugestão seria de instigar o indivíduo a buscar conhecimento sobre os assuntos representados pelos insumos das competências avaliadas, mais precisamente, aqueles insumos onde o indivíduo obteve uma pontuação abaixo da requerida. Esta informação foi considerada pelo administrador do sistema de gestão da aprendizagem, quando montou o plano de cursos a serem realizados pelo indivíduo após sua avaliação. Para atender a este requisito, emite-se um relatório que realiza esta análise, e sugere os cursos existentes no sistema Moodle à pessoa

avaliada. A figura 101 apresenta este relatório, resultado da primeira avaliação realizada no experimento detalhado.

HRMACSystem  
Avaliação de Competencias  
HRMSRELO001

Plano de Desenvolvimento

PÁGINA: 1  
DATA : 25/01/2011  
HORA : 23:47:49

Curso Id	Curso Descricao
-----	
Pessoa:	10 Usuario_Dois Usuario_Dois
Plano:	1 - Plano Desenvolvimento - Avaliacao 2 de 01/10/10 Data: 25/01/2011
3	RELACIONAMENTO INTERPESSOAL
4	MISTAKE PROOFING
5	ANALISE DE CAUSA RAIZ
6	GESTÃO DE PROJETOS
7	CONTROLES INTERNOS - BÁSICO
8	SISTEMA DE PRODUÇÃO
9	PLANEJAMENTO DA QUALIDADE (DPA/ PPAP)
10	ISO AUDITOR LIDER
11	MANUAL DA QUALIDADE DE FORNECEDORES
12	SIX SIGMA BLACK BELT
13	FUNDAMENTOS DA QUALIDADE ASSEGURADA
14	SISTEMA DA QUALIDADE
15	PROCESSO DE TRATATIVA DE MATERIAL NÃO-CONFORME
16	PVV ( PROCESSO DE VERIFICAÇÃO E VALIDAÇÃO DE PRODUTO)
17	PROCESSO DE SATISFAÇÃO DO CLIENTE
18	NCCA (SISTEMA)
19	QIT (QUALITY IMPROVEMENT TEAM)
20	ANÁLISE DE EMPILHAMENTO DE TOLERANCIAS
21	IFRS (NORMAS DE CONTABILIDADE INTERNACIONAL)
22	SISTEMA CONTABIL. ESTRANGEIRO BÁSICO
23	MASTERSAF
24	MODELAGEM FINANCEIRA
25	MATEMÁTICA FINANCEIRA AVANÇADA
26	TRANSFER PRICING
27	ANSYS WORKBENCH - INTRODUÇÃO
28	NCCA - NON CONFORMING CORRECTION ACTION
29	FAILURE MODES AND EFFECTS ANALYSIS (FMEA)
30	STANDARDS. AENT. INTERNATIONAL STANDARDS AND QUALITY MANUAL STANDARDS
31	SENSIBILIZAÇÃO PARA MUDANÇA
32	TOMADA DE DECISÃO
33	DIVERSIDADE CULTURAL
34	FAZER COM QUE OS OUTROS DESEMPENHEM
37	RESPONSABILIDADE, COMPROMETIMENTO E PODER

FIGURA 101 – Plano de Desenvolvimento do Indivíduo após primeira avaliação

O relatório apresentado na figura 101 consiste em um plano de desenvolvimento para a pessoa. Nele constam cursos que o funcionário pode realizar dentro do Moodle, para melhorar sua condição geral de competências.

Para dar continuidade no ciclo de aprendizagem, o indivíduo realizou alguns dos cursos sugeridos pelo seu plano de desempenho, gerado a partir da primeira avaliação. A figura 102 apresenta o acumulado de cursos que o indivíduo realizou no Moodle, e as notas obtidas por ele até o momento.

Nome do curso	Nota
RESPONSABILIDADE, COMPROMETIMENTO E PODER	60,00
TRABALHAR PARA ENCONTRAR SOLUÇÕES BOAS PARA TODOS SEMPRE QUE POSSÍVEL	100,00
STRATEGIC THINKING	80,00
FAZER COM QUE OS OUTROS DESEMPENHEM	60,00
DIVERSIDADE CULTURAL	100,00
TOMADA DE DECISÃO	60,00
SENSIBILIZAÇÃO PARA MUDANÇA	100,00
STANDARDS, ABNT, INTERNATIONAL STANDARDS AND QUALITY MANUAL STANDARDS	60,00
FAILURE MODES AND EFFECTS ANALYSIS (FMEA)	80,00
NCCA - NON CONFORMING CORRECTION ACTION	80,00

FIGURA 102 – Cursos realizados no Moodle após primeira avaliação

Os cursos no Moodle solicitam ao usuário realizar um processo de avaliação, para obter uma nota final. No momento em que a pessoa realiza uma avaliação e finaliza o curso, esta nota é enviada ao sistema de avaliação de competências, via interoperabilidade de dados. Sendo assim, ao iniciar uma nova avaliação de competências, o procedimento que prepara a avaliação analisará se o indivíduo realizou algum curso que está relacionado aos insumos que perfazem o processo de avaliação. Caso positivo, as notas destes cursos são sugeridas como medidas de avaliação no processo.

A segunda avaliação de competências é inicializada. Para tal, apenas criou-se uma nova ocorrência de avaliação, de código 2, e se estabeleceu uma nova data para a avaliação, o dia 01/11/2010. A ocupação e o indivíduo avaliados permaneceram os mesmos. Com base nisso, o procedimento para preparação da avaliação foi disparado, trazendo novamente os insumos que compõem os indicadores da nova avaliação. A figura 103 apresenta o resultado do processo de preparação da segunda avaliação.

Id Insumo	Descr Insumo	TPInsumo	Descr Tipo Insumo	Escala	Descr	Peso
703	SISTEMAS EMPRESARIAIS - PVV	1	Conhecimento	200	Escala 10 CONHECIME	100
707	GERENCIAMENTO DE MODOS DE FALHA	1	Conhecimento	180	Escala 8 CONHECIMEN	80
708	ANALISE DE MODOS DE FALHA	1	Conhecimento			
711	PLANEJAMENTO DE PVV	1	Conhecimento			
714	STANDARDS AND SAFETY PVV	1	Conhecimento	160	Escala 6 CONHECIMEN	60
720	PROCESSOS NCCAS / TSL	1	Conhecimento	180	Escala 8 CONHECIMEN	80
763	ANÁLISE RIGOROSA	2	Habilidade			
764	CONSTRUÇÃO DE RELACIONAMENTOS	2	Habilidade			
767	SENSIBILIDADE CULTURAL	2	Habilidade	300	Escala 10 HABILIDADE	100
768	TOMADA DE DECISÃO	2	Habilidade	260	Escala 6 HABILIDADE	60
771	PERSPICÁCIA COM FINANÇAS	2	Habilidade			
772	FOCO NO CLIENTE	2	Habilidade			
773	ESTIMULAR A COMUNICAÇÃO ABERTA	2	Habilidade	260	Escala 6 HABILIDADE	60
777	INOVAÇÃO	2	Habilidade	300	Escala 10 HABILIDADE	100
783	PLANEJA CUIDADOSAMENTE	2	Habilidade	260	Escala 6 HABILIDADE	60
1957	RELACIONAMENTO INTERPESSOAL	3	Comportamento			
1958	EMPATIA	3	Comportamento	400	Escala 10 COMPORTAM	100
1959	PRO-ATIVIDADE	3	Comportamento	380	Escala 8 COMPORTAM	80

FIGURA 103 – Sugestão de medidas de avaliação com base nos cursos realizados

Através da figura acima se pode perceber que vários insumos são impactados pela realização dos cursos, e o nível de proficiência atingido pelo indivíduo na realização destes cursos acaba resultando em uma sugestão de medida de avaliação para estes insumos.

O avaliador considera as medidas propostas coerentes, e não as alterou. Para dar a segunda avaliação, o avaliador analisou e pontuou os demais insumos de competências, que representam indicadores do processo de avaliação. O resultado final da avaliação, consta na tabela 11, trazendo o total de volume adquirido, o total de volume requerido, bem como o percentual de aderência.

TABELA 11 – Resultado da segunda avaliação de competências

Total Volume Adquirido	Total Volume Requerido	Percentual
445200000	408240000	109%

Esta avaliação deu origem a novo gráfico, que retrata a evolução do indivíduo, já considerando o segundo processo de avaliação. O valor de 109% decorre do fato do indivíduo ter ultrapassado o requerido pelo plano de competência em nove pontos percentuais. A figura 104 apresenta o gráfico de competências por pessoa, constando a primeira e a segunda avaliação.

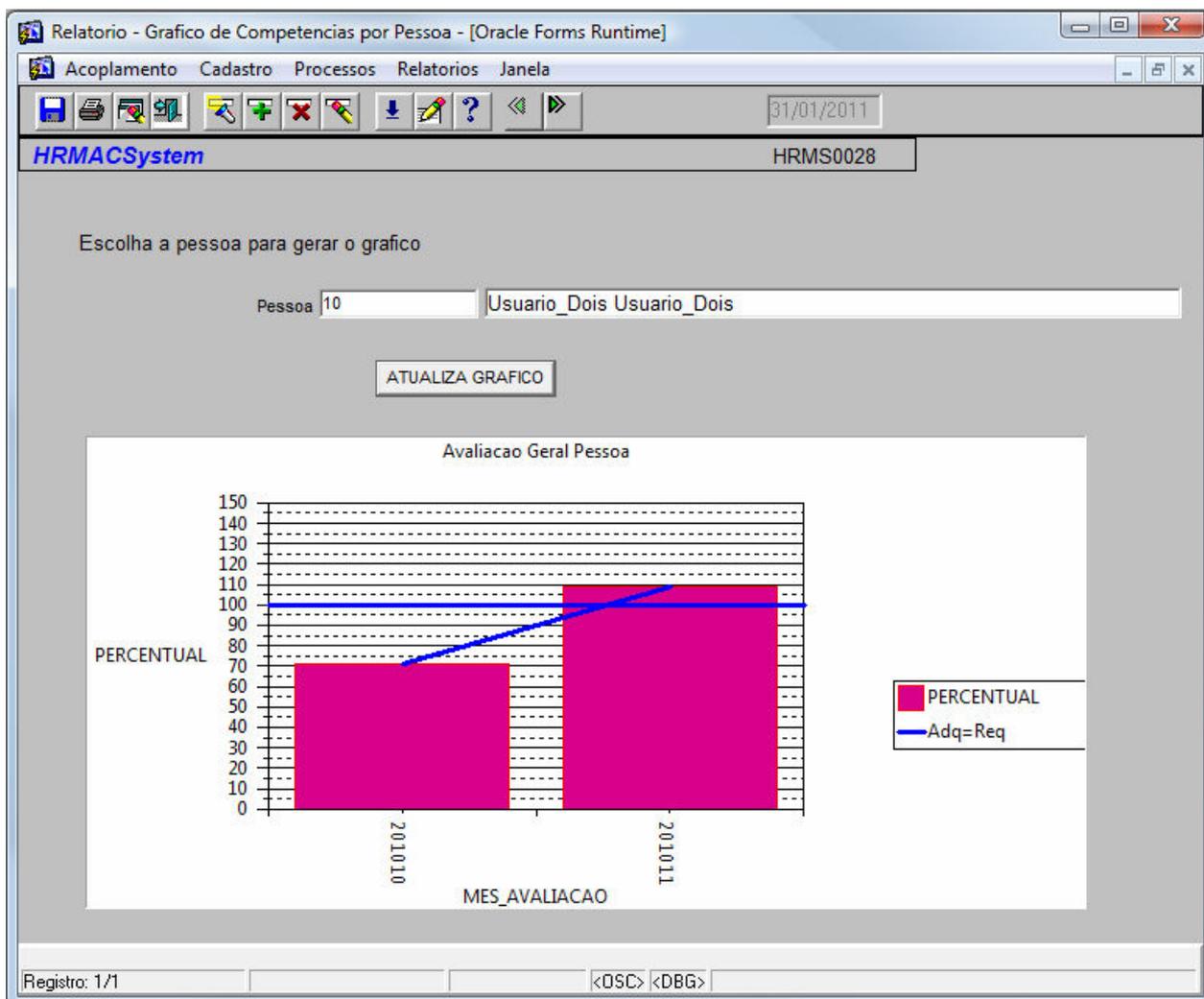


FIGURA 104 – Gráfico após a segunda avaliação

A partir da realização da segunda avaliação pode-se perceber a diferença entre os valores de 71% e 109%, resultantes do percentual de aderência, calculados na primeira e segunda avaliação.

O plano de desenvolvimento, já resultado da segunda avaliação, trouxe novamente sugestão de cursos a serem realizados. Porém diminuíram as sugestões de cursos devido ao fato de que os insumos agora receberam uma medida maior que a requerida, então não passam a constar no plano de desenvolvimento sugerido. A figura 105 apresenta o novo plano de desenvolvimento, com base no resultado da segunda avaliação de competências realizada.

Curso Id	Curso Descricao
Pessoa: 10 Usuario_Dois Usuario_Dois	
Plano: 1 - Plano Desenvolvimento - Avaliacao 2 de 01/11/10 Data: 25/01/2011	
3	RELACIONAMENTO INTERPESSOAL
4	MISTAKE PROOFING
5	ANÁLISE DE CAUSA RAIZ
6	GESTÃO DE PROJETOS
7	CONTROLES INTERNOS - BÁSICO
8	SISTEMA DE PRODUÇÃO
9	PLANEJAMENTO DA QUALIDADE (DPA/ PPAP)
10	ISO AUDITOR LIDER
11	MANUAL DA QUALIDADE DE FORNECEDORES
12	SIX SIGMA BLACK BELT
13	FUNDAMENTOS DA QUALIDADE ASSEGURADA
14	SISTEMA DA QUALIDADE
15	PROCESSO DE TRATATIVA DE MATERIAL NÃO-CONFORME
16	PVV ( PROCESSO DE VERIFICAÇÃO E VALIDAÇÃO DE PRODUTO)
17	PROCESSO DE SATISFAÇÃO DO CLIENTE
18	NCCA (SISTEMA)
19	QIT (QUALITY IMPROVEMENT TEAM)
20	ANÁLISE DE EMPILHAMENTO DE TOLERANCIAS
21	IFRS (NORMAS DE CONTABILIDADE INTERNACIONAL)
22	SISTEMA CONTABIL ESTRANGEIRO BÁSICO
23	MASTERSAF
24	MODELAGEM FINANCEIRA
25	MATEMÁTICA FINANCEIRA AVANÇADA
26	TRANSFER PRICING
32	TOMADA DE DECISÃO
34	FAZER COM QUE OS OUTROS DESEMPENHEM
37	RESPONSABILIDADE, COMPROMETIMENTO E PODER

FIGURA 105 – Plano de desenvolvimento após segunda avaliação

A análise do plano de desenvolvimento apresentado na figura 105 demonstra a ausência de cursos como *Ansys Workbench – Introdução*, *Failure Modes and Effects Analysis (FMEA)*, que constavam no primeiro plano de desenvolvimento proposto.

Com o objetivo de realizar o ciclo de aprendizagem com pelo menos três avaliações de competências neste experimento, o indivíduo avaliado sob sugestão do plano de desenvolvimento realizou mais alguns cursos no sistema Moodle. Sendo assim, a nota de todos os cursos realizados no sistema de gestão de aprendizagem, será considerada em uma nova avaliação de competências. A figura 106 apresenta o cumulativo dos cursos realizados pelo indivíduo no Moodle, e as respectivas notas obtidas por ele nos processos de avaliação destes cursos.

Nome do curso	Nota
RESPONSABILIDADE, COMPROMETIMENTO E PODER	60,00
TRABALHAR PARA ENCONTRAR SOLUÇÕES BOAS PARA TODOS SEMPRE QUE POSSÍVEL	100,00
STRATEGIC THINKING	80,00
FAZER COM QUE OS OUTROS DESEMPENHEM	60,00
DIVERSIDADE CULTURAL	100,00
TOMADA DE DECISÃO	60,00
SENSIBILIZAÇÃO PARA MUDANÇA	100,00
STANDARDS, ABNT, INTERNATIONAL STANDARDS AND QUALITY MANUAL STANDARDS	60,00
FAILURE MODES AND EFFECTS ANALYSIS (FMEA)	80,00
NCCA - NON CONFORMING CORRECTION ACTION	80,00
ANSYS WORKBENCH - INTRODUÇÃO	100,00
TRANSFER PRICING	100,00
MATEMÁTICA FINANCEIRA AVANÇADA	60,00
MODELAGEM FINANCEIRA	100,00
MASTERSAF	60,00
SISTEMA CONTABIL ESTRANGEIRO BÁSICO	100,00
IFRS (NORMAS DE CONTABILIDADE INTERNACIONAL)	40,00
ANÁLISE DE EMPILHAMENTO DE TOLERANCIAS	60,00
QIT (QUALITY IMPROVEMENT TEAM)	60,00
NCCA (SISTEMA)	100,00

FIGURA 106 – Cumulativo de cursos realizados no Moodle

A partir da finalização dos cursos no sistema Moodle, foi solicitado ao avaliador a abertura de um terceiro processo de avaliação, com objetivo de verificar a evolução do indivíduo para com as competências que foram a ocupação Analista de Planejamento. A inicialização da nova avaliação apenas adicionou uma terceira ocorrência desta avaliação, com a data de 01/12/2010, mantendo a mesma ocupação e o mesmo indivíduo que as avaliações anteriores.

O procedimento de preparação da avaliação trouxe os insumos das competências e as notas obtidas nos cursos realizados com base no segundo plano de desenvolvimento. Sendo assim, a terceira avaliação já considera este novo panorama de cursos e notas. Para dar continuidade ao processo, o avaliador lançou as medidas de avaliação para os insumos restantes, aqueles que não receberam sugestões de medida a partir da realização dos cursos. A tabela 12 apresenta o resultado final da terceira avaliação.

TABELA 12 – Resultado da terceira avaliação de competências

Total Volume Adquirido	Total Volume Requerido	Percentual
417480000	408240000	102%

Na terceira avaliação tem-se um percentual de aderência de 102%.

O gráfico apresentado na figura 107 apresenta a evolução do indivíduo para com as competências que constituem a ocupação em questão.

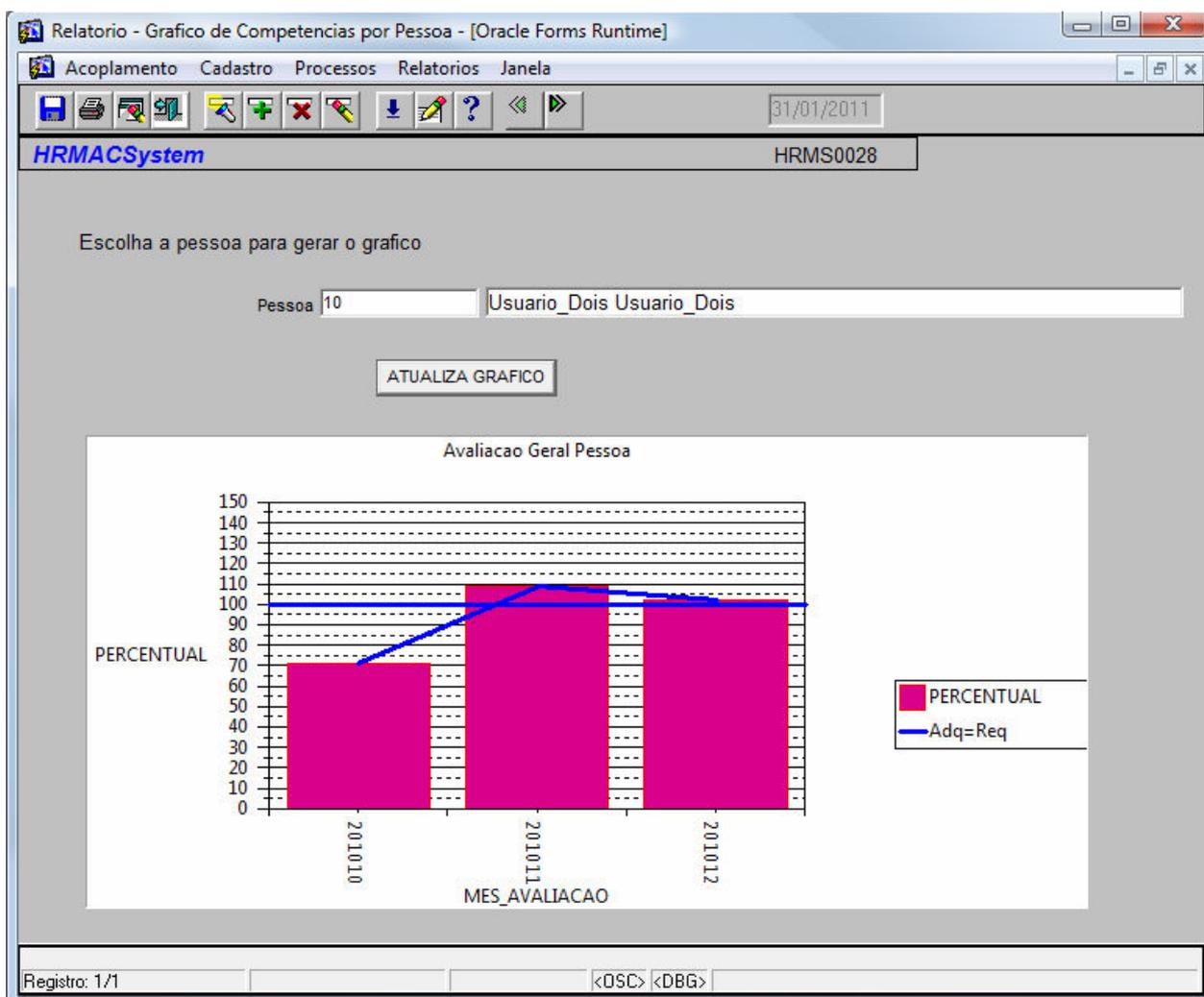


FIGURA 107 – Gráfico de competências por pessoa após terceira avaliação

O objetivo do ciclo de aprendizagem ao longo do período é fazer com que o indivíduo adquira 100% das competências requeridas para o desempenho de uma determinada função. Portanto, o processo de avaliação utiliza-se das informações provenientes do sistema de gestão da aprendizagem para sua realização, permitindo a evolução constante, ou não, do indivíduo na medida em que está sendo avaliado e treinado, completando assim o ciclo de aprendizagem.

Com relação ao novo plano de desenvolvimento, sugerido após a terceira avaliação, se percebe uma redução na sugestão de cursos a serem realizados no sistema de gestão da aprendizagem. Esta redução se deve ao fato do indivíduo já ter obtido proficiência em vários insumos, dado aos conhecimentos, habilidades, e comportamentos adquiridos no processo de aprendizagem. Porém, além da proficiência nos insumos que impactaram positivamente o plano de desenvolvimento gerado, alguns insumos sofreram leve queda na sua pontuação, o que resultou na redução do percentual de aderência, mas não o suficiente para gerar a necessidade de capacitação nestes insumos. A figura 108 apresenta o plano de desenvolvimento após a terceira avaliação.

Curso Id	Curso Descricao
Pessoa: 10 Usuario_Dois Usuario_Dois Plano: 1 - Plano Desenvolvimento - Avaliacao 2 de 01/12/10 Data: 25/01/2011	
3	RELACIONAMENTO INTERPESSOAL
4	MISTAKE PROOFING
5	ANALISE DE CAUSA RAIZ
6	GESTÃO DE PROJETOS
7	CONTROLES INTERNOS - BÁSICO
8	SISTEMA DE PRODUÇÃO
9	PLANEJAMENTO DA QUALIDADE (DPA/ PPAP)
10	ISO AUDITOR LIDER
11	MANUAL DA QUALIDADE DE FORNECEDORES
12	SIX SIGMA BLACK BELT
13	FUNDAMENTOS DA QUALIDADE ASSEGURADA
14	SISTEMA DA QUALIDADE
15	PROCESSO DE TRATATIVA DE MATERIAL NÃO-CONFORME
16	PVV ( PROCESSO DE VERIFICAÇÃO E VALIDAÇÃO DE PRODUTO)
17	PROCESSO DE SATISFAÇÃO DO CLIENTE
21	IFRS (NORMAS DE CONTABILIDADE INTERNACIONAL)
32	TONADA DE DECISÃO
34	FAZER COM QUE OS OUTROS DESEMPENHEM
37	RESPONSABILIDADE. COMPROMETIMENTO E PODER

FIGURA 108 – Plano de Desenvolvimento sugerido após terceira avaliação

Com isso, encerra-se a apresentação do experimento detalhado, onde o objetivo foi abordar com níveis de detalhes suficientes a realização do experimento e o ciclo de aprendizagem destacado no roteiro de testes.

#### 7.4.2 2º Experimento

Na segunda fase de experimentos, realizou-se a avaliação de competências de ocupantes dos demais cargos selecionados na organização para realização dos testes. O

experimento novamente seguiu o ciclo de aprendizagem, e constitui-se de avaliação de competências e realização de cursos no sistema Moodle. A sistemática de execução foi igual a apresentada pelo experimento detalhado para os 2 cargos utilizados nesta fase.

O experimento iniciou-se com a criação de 2 novas avaliações de competência, uma para cada cargo restante. Para cada avaliação criamos três ocorrências, de código 1, 2, e 3, e datas 01/10/2010, 01/11/2010, e 01/12/2010 respectivamente. Os indivíduos avaliados são ocupantes dos cargos em questão.

Para início dos trabalhos, realizou-se a avaliação do cargo Analista de Custos, de código 60648086. O indivíduo avaliado é um atual ocupante deste cargo, e recebeu o nome de Usuário Um. Da mesma forma que o experimento detalhado, o indivíduo foi avaliado no dia 01/10/2010. Esta avaliação resultou em um plano de desenvolvimento, contendo uma lista de cursos sugeridos para realização no sistema Moodle. A figura 109 apresenta o plano de desenvolvimento gerado pela avaliação.

Curso Id	Curso Descrição
HRMACSystem Avaliação de Competencias HRMSRELO001	
PÁGINA: 1 DATA : 27/01/2011 HORA : 17:49:51	
Plano de Desenvolvimento	
-----	
Pessoa:	9 Usuario_Um Usuario_Um
Plano:	0 - Plano Desenvolvimento - Avaliacao 6 de 01/10/10 Data: 27/01/2011
2	IMPACT LEADERSHIP
3	RELACIONAMENTO INTERPESSOAL -
4	MISTAKE PROOFING
5	ANÁLISE DE CAUSA RAIZ
6	GESTÃO DE PROJETOS
7	CONTROLES INTERNOS - BÁSICO
8	SISTEMA DE PRODUÇÃO
9	PLANEJAMENTO DA QUALIDADE (DPA/ PPAP)
10	ISO AUDITOR LIDER
11	MANUAL DA QUALIDADE DE FORNECEDORES
12	SIX SIGMA BLACK BELT
13	FUNDAMENTOS DA QUALIDADE ASSEGURADA
14	SISTEMA DA QUALIDADE
15	PROCESSO DE TRATATIVA DE MATERIAL NÃO-CONFORME
17	PROCESSO DE SATISFAÇÃO DO CLIENTE
20	ANÁLISE DE ENFILHANAMENTO DE TOLERÂNCIAS
21	IFRS (NORMAS DE CONTABILIDADE INTERNACIONAL)
22	SISTEMA CONTABIL ESTRANGEIRO BÁSICO
25	MATEMÁTICA FINANCEIRA AVANÇADA
26	TRANSFER PRICING
27	ANYS WORKBENCH - INTRODUÇÃO
28	NCCA - NON CONFORMING CORRECTION ACTION
29	FAILURE MODES AND EFFECTS ANALYSIS (FMEA)
31	SENSIBILIZAÇÃO PARA MUDANÇA
32	TOMADA DE DECISÃO
33	DIVERSIDADE CULTURAL
35	STRATEGIC THINKING
36	TRABALHAR PARA ENCONTRAR SOLUÇÕES BOAS PARA TODOS SEMPRE QUE POSSIVEL
37	RESPONSABILIDADE, COMPROMETIMENTO E PODER

FIGURA 109 – Plano de Desenvolvimento após primeira avaliação para Usuário Um

O plano de desenvolvimento gerado é resultado da primeira ocorrência da avaliação de competências para o indivíduo. Nesta avaliação, alguns insumos de competência tiveram medidas abaixo do requerido pela competência, portanto, o procedimento para montagem do plano de desenvolvimento sugeriu a listagem de cursos acima, a serem realizados no Moodle.

As três avaliações de competências deste indivíduo foram realizadas nas datas conforme planejado. Através da figura 110 apresenta o gráfico resultado das avaliações.

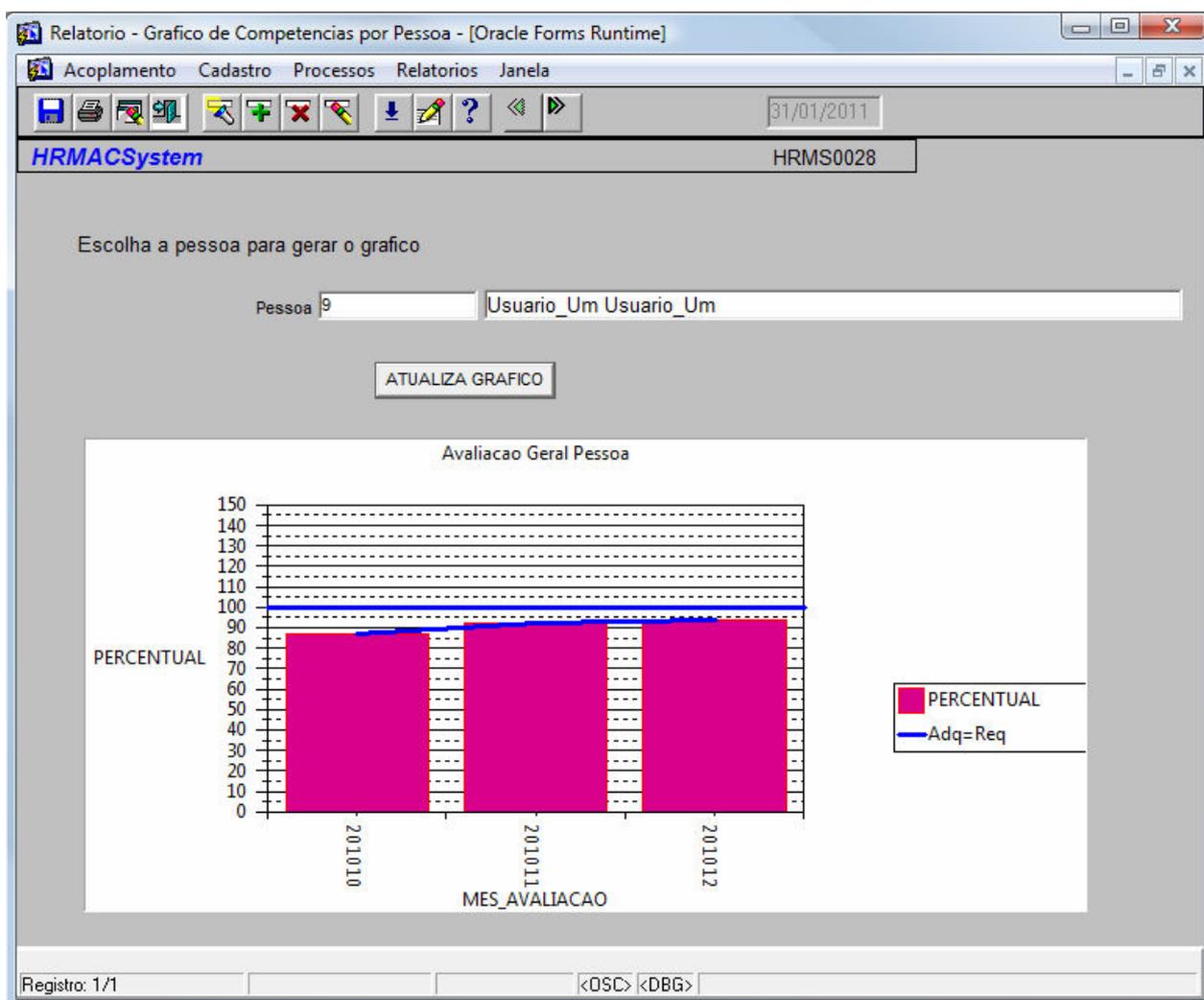


FIGURA 110 – Gráfico das avaliações de competências para indivíduo Usuario Um

Este gráfico apresenta o percentual de aderência do indivíduo. As avaliações nas datas Out/2010, Nov/2010, e Dez/2010 foram de 87%, 92% e 94% de aderência, respectivamente. Durante o período entre a ocorrência das avaliações, a pessoa realizou os cursos sugeridos no plano de desenvolvimento.

O indivíduo identificado como Usuário Cinco, foi avaliado para o mesmo cargo. O plano de desenvolvimento gerado como resultado da primeira avaliação é apresentado na figura 111.

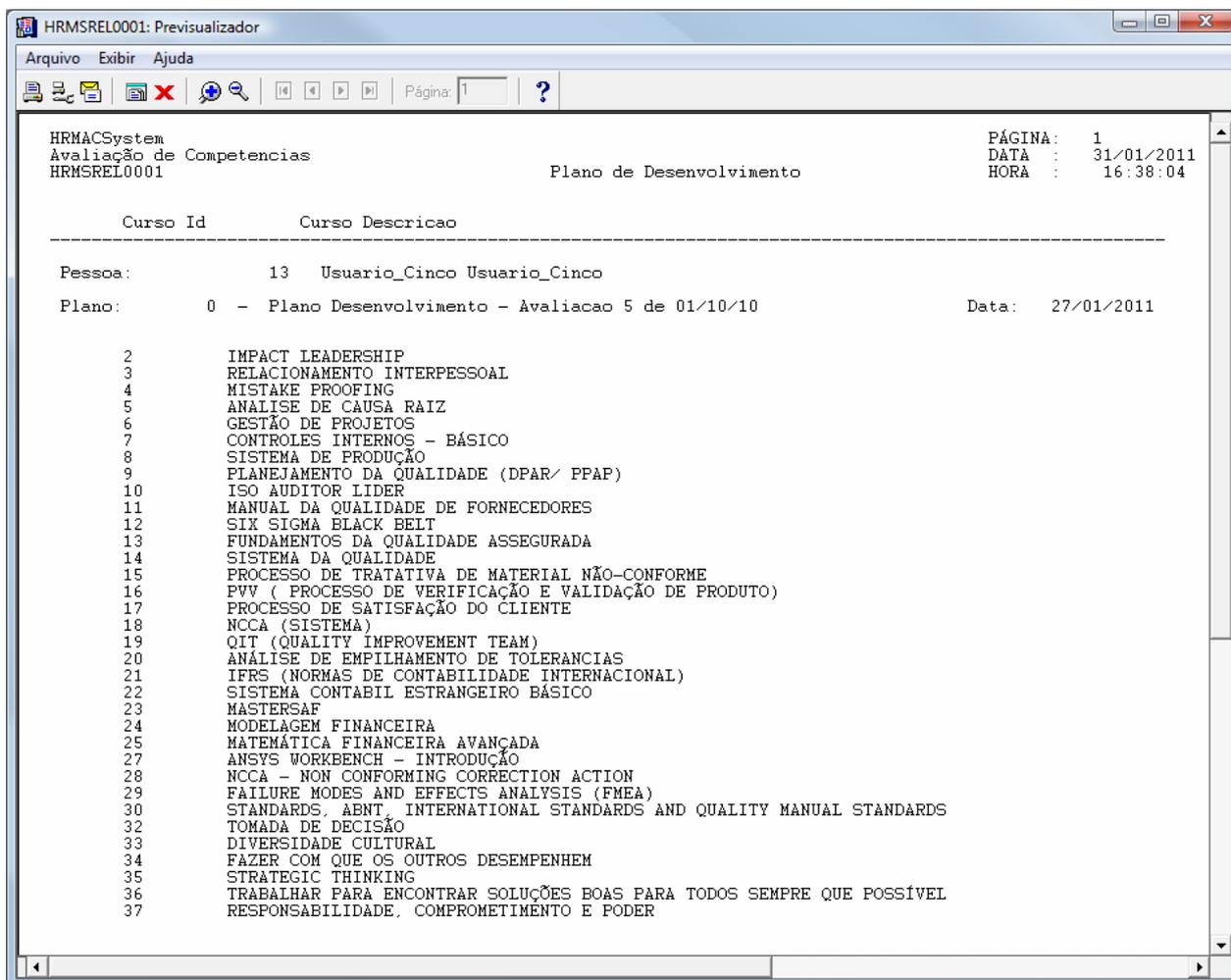


FIGURA 111 – Plano de Desenvolvimento após primeira avaliação para Usuário Cinco

Após a primeira avaliação, e seguindo o plano de desenvolvimento como guia na realização dos cursos via sistema Moodle, deram-se continuidade as avaliações de competência desta pessoa. O gráfico que apresenta o resultado das três avaliações realizadas se encontra a seguir, na figura 112.

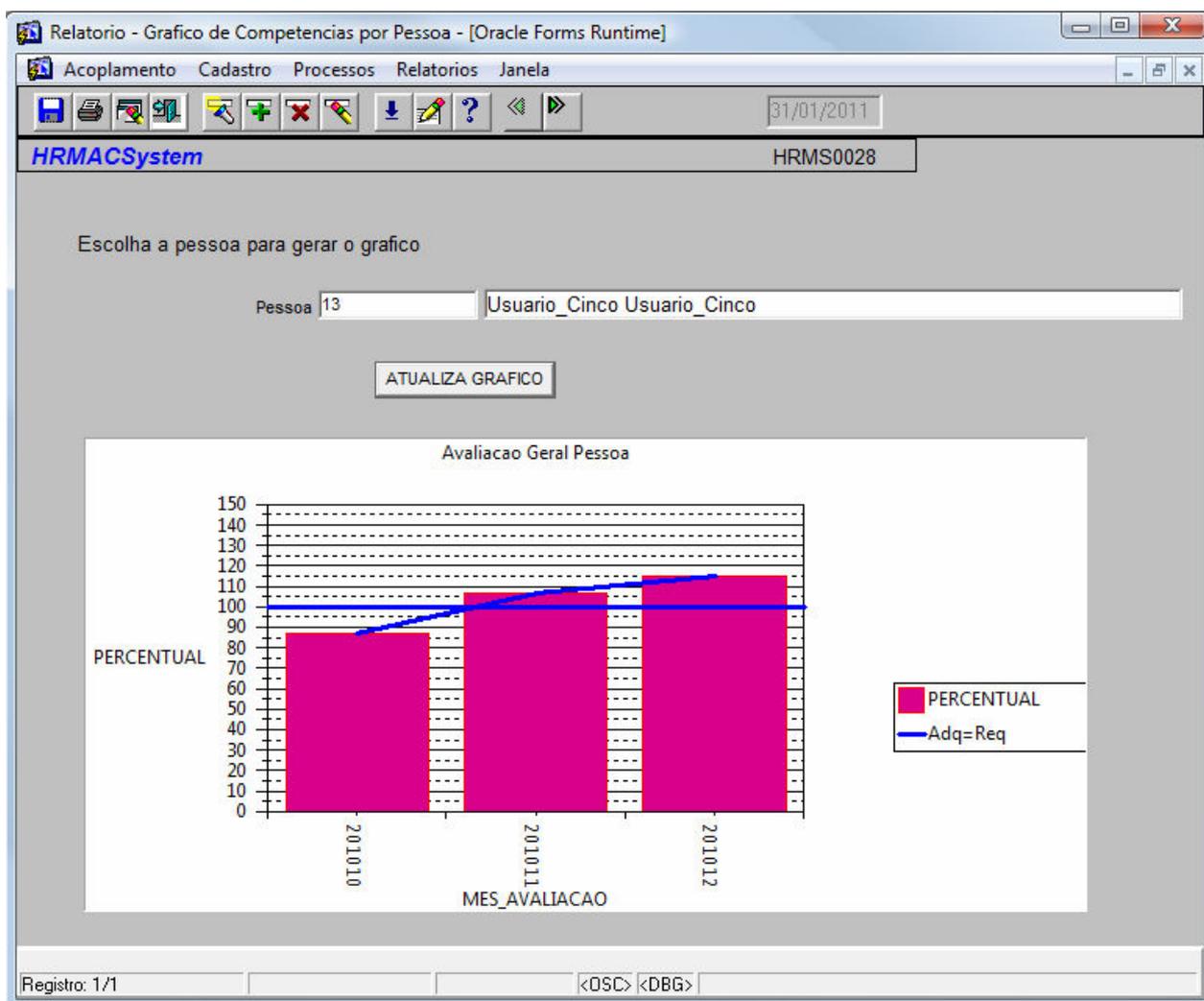


FIGURA 112 – Gráfico das avaliações de competência para o Usuario Cinco

O gráfico apresenta uma curva ascendente. As avaliações para as datas Out/2010, Nov/2010, e Dez/2010 foram de 87%,107%, e 115% de aderência, respectivamente. Durante o período entre a ocorrência das avaliações, a pessoa realizou os cursos sugeridos no plano de desenvolvimento, gerado a partir da primeira avaliação.

Da mesma forma, realizou-se a avaliação de competências para o cargo Analista Contábil, de código 60618049. O indivíduo avaliado é um atual ocupante deste cargo, e recebeu o nome de Usuário quatro. A primeira avaliação ocorreu no dia 01/10/2010. A figura 113 apresenta o plano de desenvolvimento gerado pela avaliação.

Curso Id	Curso Descricao
Pessoa: 12 Usuario_quatro Usuario_quatro	
Plano: 0 - Plano Desenvolvimento - Avaliacao 4 de 01/10/10 Data: 27/01/2011	
2	IMPACT LEADERSHIP
3	RELACIONAMENTO INTERPESSOAL
4	MISTAKE PROOFING
5	ANÁLISE DE CAUSA RAIZ
6	GESTÃO DE PROJETOS
7	CONTROLES INTERNOS - BÁSICO
8	SISTEMA DE PRODUÇÃO
9	PLANEJAMENTO DA QUALIDADE (DPA/ PPAP)
10	ISO AUDITOR LIDER
11	MANUAL DA QUALIDADE DE FORNECEDORES
12	SIX SIGMA BLACK BELT
13	FUNDAMENTOS DA QUALIDADE ASSEGURADA
14	SISTEMA DA QUALIDADE
15	PROCESSO DE TRATATIVA DE MATERIAL NÃO-CONFORME
16	PVV ( PROCESSO DE VERIFICAÇÃO E VALIDAÇÃO DE PRODUTO)
17	PROCESSO DE SATISFAÇÃO DO CLIENTE
18	NCCA (SISTEMA)
19	QIT (QUALITY IMPROVEMENT TEAM)
20	ANÁLISE DE EMPILHAMENTO DE TOLERANCIAS
21	IFRS (NORMAS DE CONTABILIDADE INTERNACIONAL)
22	SISTEMA CONTABIL ESTRANGEIRO BÁSICO
23	MASTERSAF
24	MODELAGEM FINANCEIRA
25	MATEMÁTICA FINANCEIRA AVANÇADA
26	TRANSFER PRICING
27	ANSYS WORKBENCH - INTRODUÇÃO
28	NCCA - NON CONFORMING CORRECTION ACTION
29	FAILURE MODES AND EFFECTS ANALYSIS (FMEA)
31	SENSIBILIZAÇÃO PARA MUDANÇA
32	TOMADA DE DECISÃO
33	DIVERSIDADE CULTURAL
34	FAZER COM QUE OS OUTROS DESEMPENHEM
35	STRATEGIC THINKING
36	TRABALHAR PARA ENCONTRAR SOLUÇÕES BOAS PARA TODOS SEMPRE QUE POSSIVEL
37	RESPONSABILIDADE, COMPROMETIMENTO E PODER

FIGURA 113 – Plano de Desenvolvimento após primeira avaliação para Usuário Quatro

O plano de desenvolvimento gerado é resultado da primeira ocorrência da avaliação de competências. Durante a avaliação, insumos de competência tiveram medidas abaixo do requerido pela competência, dando origem ao plano de desenvolvimento a ser realizados no Moodle.

As três avaliações de competências deste indivíduo foram realizadas nas datas conforme planejado. Através da figura 114 apresenta o gráfico resultado das avaliações.

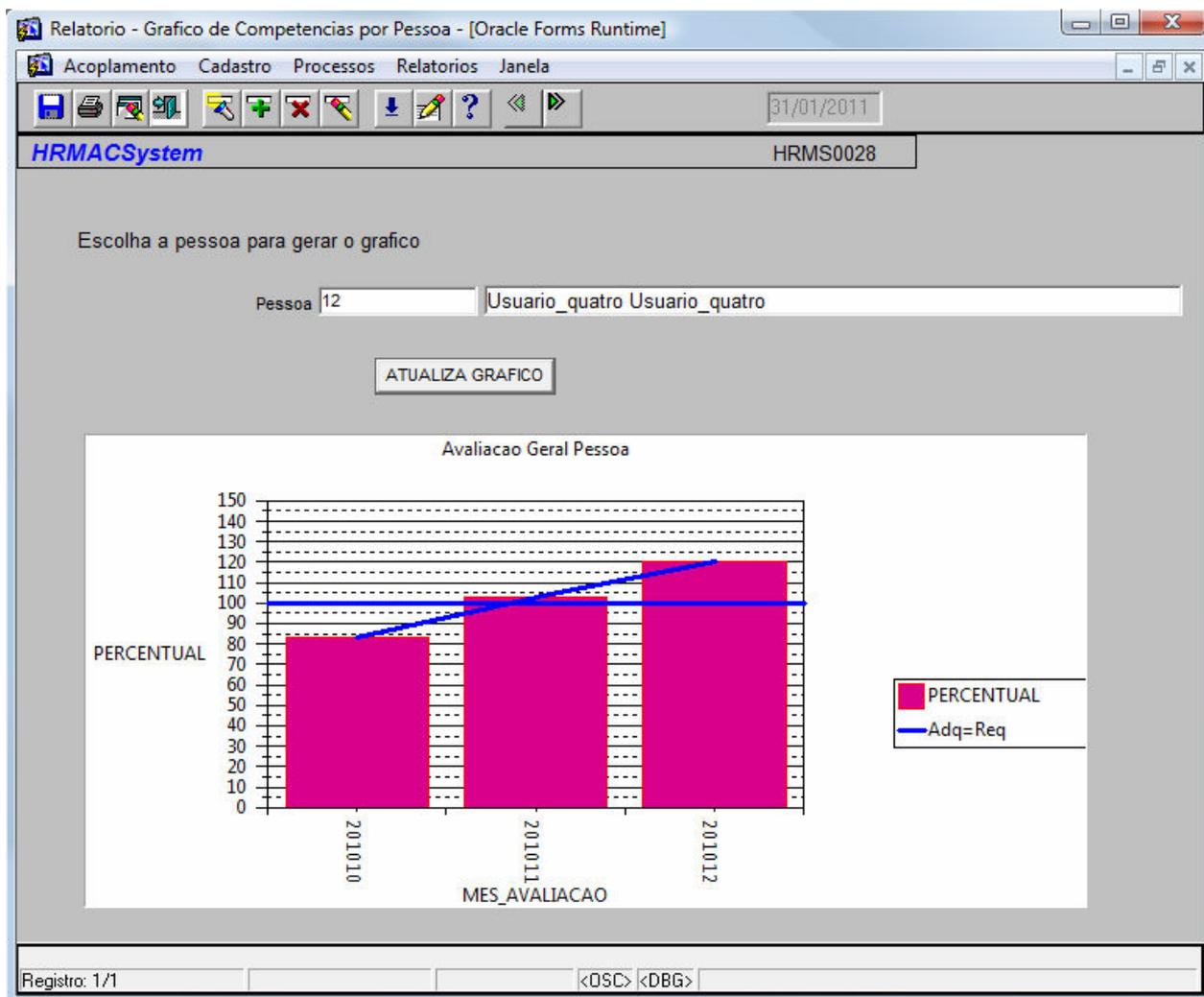


FIGURA 114 – Gráfico das avaliações de competências do Usuario quatro

Este gráfico apresenta o percentual de aderência do indivíduo. As avaliações nas datas Out/2010, Nov/2010, e Dez/2010 foram de 83%, 103% e 120% de aderência, respectivamente. Durante o período entre a ocorrência das avaliações, a pessoa realizou os cursos sugeridos no plano de desenvolvimento, gerado a partir da primeira avaliação.

O indivíduo identificado como Usuário Três, foi avaliado para o mesmo cargo. O plano de desenvolvimento gerado como resultado da primeira avaliação é apresentado na figura 115.

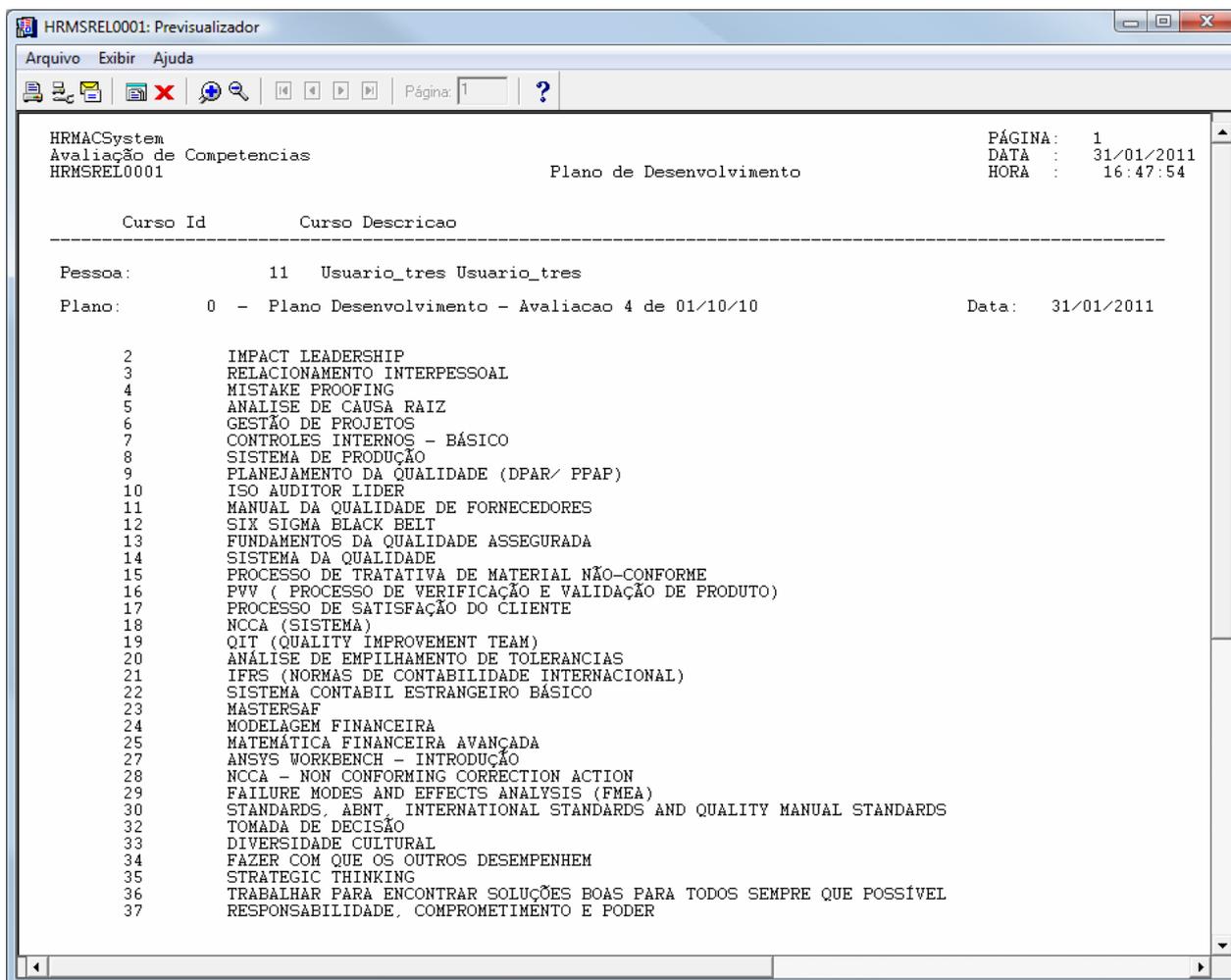


FIGURA 115 – Plano de Desenvolvimento após primeira avaliação para Usuário Tres

Após a primeira avaliação, e seguindo o plano de desenvolvimento como guia na realização dos cursos via sistema Moodle, deram-se continuidade as avaliações de competência desta pessoa. O gráfico que apresenta o resultado das três avaliações realizadas se encontra a seguir, na figura 116.

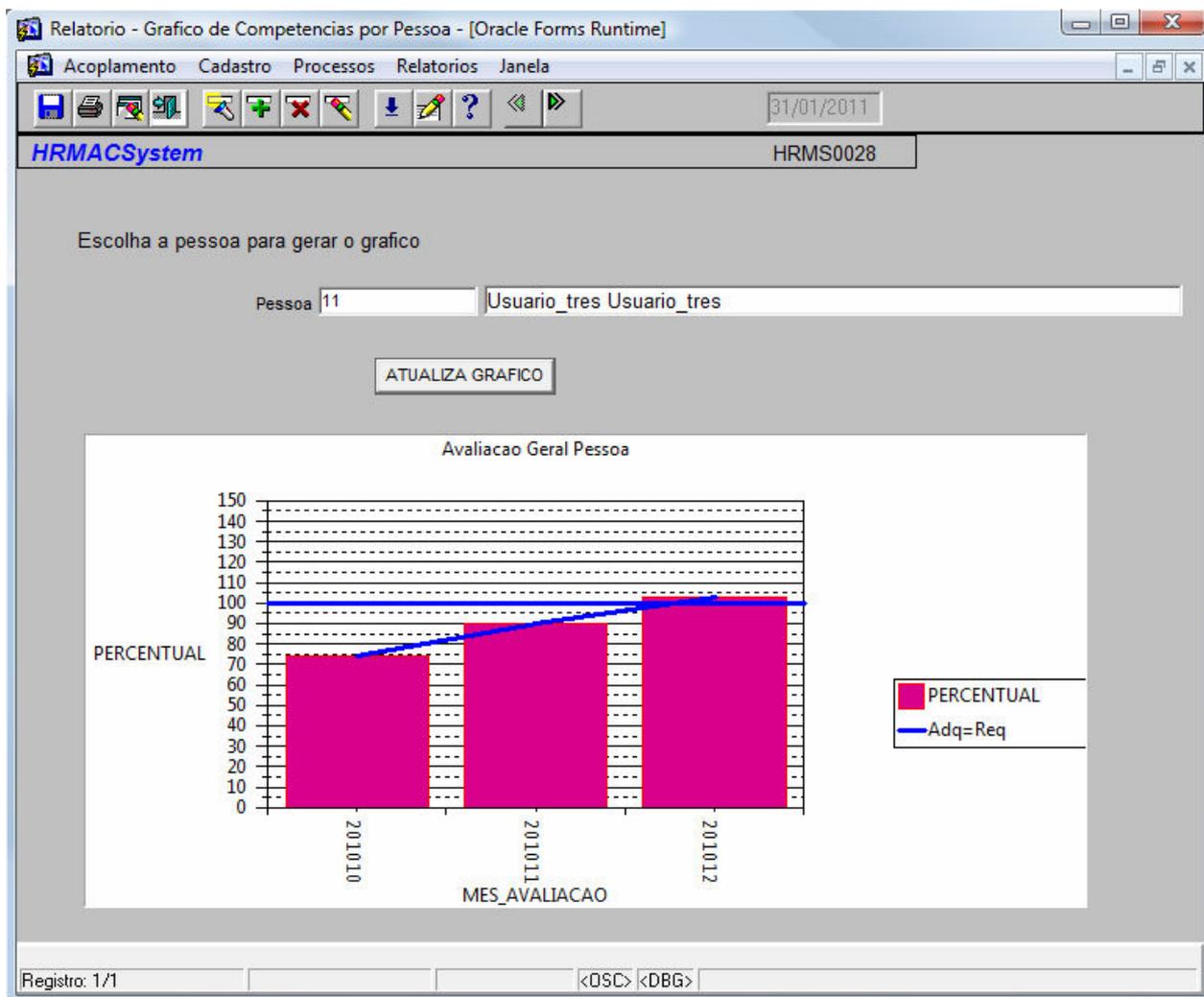


FIGURA 116 – Gráfico das avaliações de competências para Usuario tres

O gráfico apresenta uma curva ascendente. As avaliações para as datas Out/2010, Nov/2010, e Dez/2010 foram de 74%, 90%, e 103% de aderência, respectivamente. Durante o período entre a ocorrência das avaliações, a pessoa realizou os cursos sugeridos no plano de desenvolvimento, gerado a partir da primeira avaliação.

Com o objetivo de consolidar os resultados da avaliação de competências, o gráfico que traz o percentual de aderência do grupo de pessoas avaliadas ao plano de competências que devem exercer é apresentado a seguir, na figura 117.

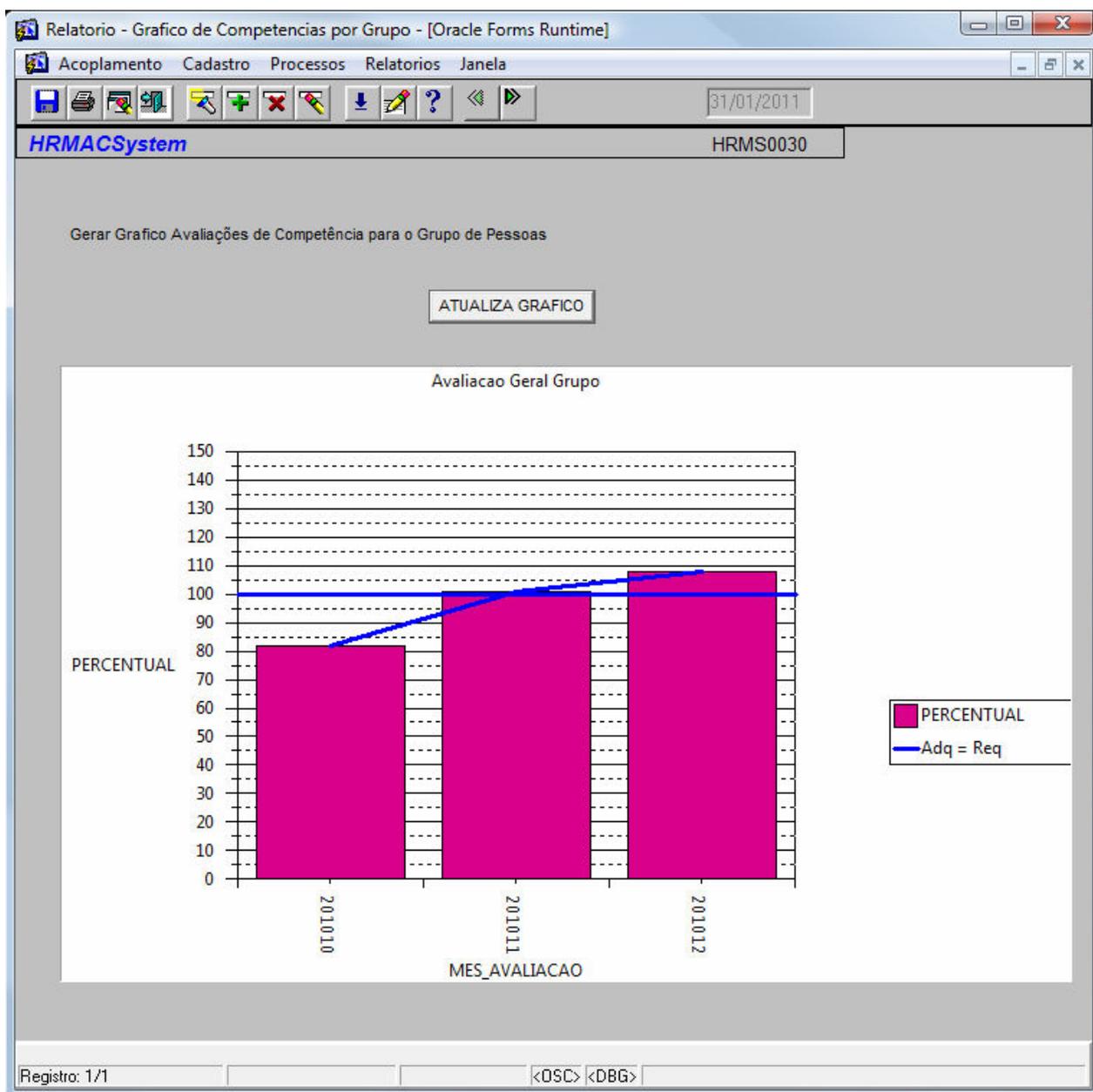


FIGURA 117 – Gráfico das avaliações de competências para o grupo

O gráfico de avaliação de competências trouxe o consolidado do grupo para o percentual de aderência. As avaliações para as datas Out/2010, Nov/2010, e Dez/2010 foram de 82%, 101% e 108% de aderência respectivamente.

## 7.5 Análise de Resultados

Os experimentos realizados seguiram o roteiro de testes estabelecido para validar e verificar o sistema de avaliação de competências acoplado ao sistema de gestão da aprendizagem. Os experimentos realizados tiveram por objetivo validar o sistema a partir das suas principais funcionalidades. Nesta seção, é discutido o resultado dos experimentos, dividindo as abordagens em instalação e acoplamento do sistema, implantação do modelo de competências, e ciclo de aprendizagem.

### 7.5.1 Implantação e Acoplamento do Sistema

O sistema de avaliação de competências foi implantado na organização escolhida como cenário de aplicação. Sua implantação resultou na possibilidade de acoplar este sistema ao sistema de gestão da aprendizagem utilizado para a realização dos experimentos.

O acoplamento ao sistema Moodle ocorreu via módulo de acoplamento, componente do sistema de avaliação de competências. Os agentes de software trabalharam para viabilizar o mapeamento entre os domínios de informação de ambos os sistemas via ontologia. Após realizaram a criação dos objetos, do tipo *view*, na base de dados do sistema de gestão da aprendizagem, para que a interoperabilidade de dados pudesse acontecer. Para a criação das *views*, os agentes de software dependeram da ontologia de mapeamento entre os domínios de informação, cujo mapeamento foi realizado por administrador dos sistemas. Os *web services* trabalharam para entregar meios de interação com o sistema de gestão da aprendizagem necessário aos agentes para a execução de suas tarefas.

Conforme analisado, a arquitetura do módulo de acoplamento permitiu a interoperabilidade entre os sistemas, validando assim a característica modular e adaptativa ao sistema de avaliação de competências. Não foram necessárias alterações na arquitetura ou componentes do sistema de avaliação de competências para sua implantação. Da mesma forma, não foi necessário alterações no sistema de gestão da aprendizagem para a realização do acoplamento. Os componentes de software deste módulo desempenharam a função conforme previsto no modelo proposto.

Analisando o processo de acoplamento do sistema de avaliação de competências e a arquitetura construída via módulo de acoplamento, verificou-se a possibilidade de acoplar este sistema a outros sistemas de gestão da aprendizagem. Sob a ótica de infraestrutura, as opções de sistemas possíveis de realizar o acoplamento devem seguir o modelo de dados relacional, para que a ontologia de mapeamento entre domínios de informação possa ser utilizada. Além disso, o sistema gerenciador de base de dados deve permitir a criação de *views*, para que seja possível realizar as consultas para o processo de interoperabilidade. Com relação aos *web services* instalados do lado do sistema de gestão da aprendizagem, podem ficar disponíveis em qualquer servidor web, desde que tenham acesso para conexão na base de dados de tal sistema, e tenham acesso aos diretórios do sistema operacional deste servidor. Já sob a ótica lógica do acoplamento a outros sistemas de gestão da aprendizagem, ou até mesmo outra versão do sistema Moodle, seria necessário apenas alterar o mapeamento entre os domínios de informação, para que os agentes de software passassem a conhecer a nova estrutura de objetos no esquema de banco de dados do novo sistema de gestão da aprendizagem.

### 7.5.2 Implantação do Modelo de Competências

A implantação do modelo de competências demandou a reunião de dados da organização. Após a disponibilização destas informações, iniciou-se o processo de cadastramento do modelo de competências através transações do sistema. Este cadastramento teve por objetivo implantar o modelo de competências na organização. A implantação acontece quando os dados são organizados conforme rege o modelo, cadastrados via transações do sistema, e disponibilizados para sua utilização no processo de avaliação de competências.

As ocupações na organização foram levantadas, e partir desta listagem selecionou-se três ocupações diferentes, de uma mesma área da empresa. O plano de competências de cada ocupação, e os insumos das competências, foram estabelecidos com base em registros internos pesquisados. O estabelecimento da medida requerida pela competência ocorreu com base nos critérios estabelecidos pelo grupo que conduziu os experimentos.

Os cursos cujo conteúdo abordam conhecimentos, habilidades e comportamentos necessários para a execução das tarefas dos cargos em questão, foram cadastrados no sistema

Moodle, totalizando uma seleção de trinta e sete cursos, disponíveis as pessoas que foram avaliadas nos experimentos. Todos os cursos foram associados aos insumos das competências, conforme adequado. Depois de implantado o modelo de competências, o sistema estava pronto para utilização.

### 7.5.3 Ciclo de Aprendizagem

O roteiro de testes visou validar o sistema de avaliação de competências através do ciclo de aprendizagem. Este ciclo propõe, primeiro que o processo de avaliar competências tem influência no processo de aprendizagem das pessoas através do estabelecimento de informações relevantes a este, e em segundo que o processo de avaliação das pessoas pode-se utilizar as informações contidas no sistema de gestão da aprendizagem como evidências de que o indivíduo adquiriu competências através de sua aprendizagem.

Para analisar a influência de um sistema no outro, realizou-se três avaliações de competência para cada pessoa participante do processo. Os resultados das avaliações foram apresentados através de gráficos, que retraíam a evolução do percentual de aderência do indivíduo ao plano de competências para o qual esta sendo avaliado, na medida em que o ciclo de aprendizagem se completa.

O processo de experimento iniciava com uma avaliação de competências. Seu resultado foi convertido em plano de desenvolvimento para o funcionário, a ser utilizado na seleção de cursos a serem realizados via sistema de gestão da aprendizagem. Após a realização dos cursos, a nota que o indivíduo obteve em cada curso é enviada automaticamente, via acoplamento e interoperabilidade de dados, para o sistema de avaliação de competências, e associada como medida a um determinado insumo da competência para o processo de avaliação vindouro. De posse desta informação, o avaliador pode entender esta nota como uma evidência de que o indivíduo obteve via aprendizagem, maior fluência no insumo em questão. Desta forma, toda avaliação coopera para direcionar o indivíduo no seu processo de aprendizagem, mantendo o foco nos assuntos que detêm maior carência e domínio.

O cálculo do volume de competências constitui-se em uma ferramenta para se determinar a medida de competências requeridas e adquiridas adequadas ao cenário de

aplicação adotado. Devido à relação de multiplicação existente entre as medidas de conhecimento, habilidade e comportamento, observou-se a garantia da necessidade do indivíduo ter um balanceamento entre os três tipos de insumos de competência, não bastando ser altamente bem sucedido em somente um deles. Esta forma garante que a pessoa deve buscar o crescimento em todas as esferas de uma competência, para executá-la de forma plena.

Pela análise dos gráficos de cada pessoa avaliada, percebe-se que a contínua rotação no ciclo de aprendizagem contribui para o desenvolvimento do indivíduo. Os gráficos apresentam variações percentuais de aderência ao requerido pelo plano de competências das ocupações. Estas variações acontecem após a primeira execução completa do ciclo de aprendizagem, onde o indivíduo é exposto ao conhecimento que realmente precisa, seguindo seu plano de desenvolvimento.

Os gráficos também retratam individualmente a evolução de cada pessoa no decorrer da execução do ciclo de aprendizagem. Nos experimentos cada avaliação de competências dava origem a uma execução deste ciclo. Considerando que cada ciclo demanda a escolha de cursos no plano de desenvolvimento do indivíduo, e realizá-los no sistema de gestão da aprendizagem, nota-se que cada avaliação de competências é influenciada de certa forma pelas notas obtidas pela pessoa na realização dos cursos no sistema Moodle.

Para uma representação geral do grupo a figura 118 apresenta o gráfico que traz a linha de tendência para os percentuais de aderência do grupo, frente ao requerido pelo plano de competências na organização.

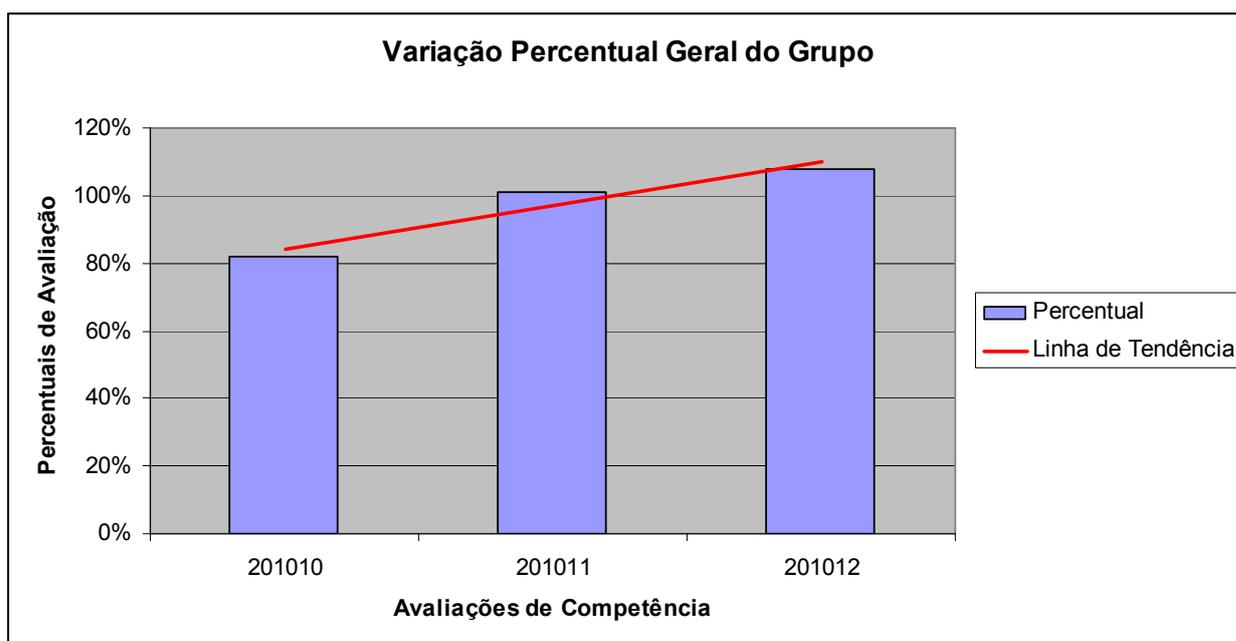


FIGURA 118 – Gráfico da linha de tendência do grupo avaliado

Através do gráfico acima pretende-se verificar a tendência do processo de avaliação de competências, influenciado pela execução do ciclo de aprendizagem. Espera-se uma tendência que resulta no atingimento da linha dos 100% de aderência ao plano de competências. O que poderia significar total fluência do grupo nas competências que lhe são exigidas.

Os experimentos realizados focaram nas informações possíveis de serem compartilhadas entre o sistema de avaliação de competências e o sistema Moodle. Neste âmbito, a interoperabilidade de dados ocorreu para o conceito Pessoa, Curso, Classe, e Avaliação de cursos. Informações de Educação Formal não foram interoperadas entre os sistemas durante os experimentos, devido ao fato do Moodle não suportar este tipo de informação. A alternativa para isso seria cadastrar o histórico de educação formal dos avaliados diretamente no modelo de competências, via transações do sistema desenvolvido para os experimentos, porém não foi recomendado pelos avaliadores devido a dificuldade que o grupo tinha de relacionar o curso proveniente da formação acadêmica do indivíduo aos respectivos insumos de competências. Este relacionamento estaria evidenciando aqueles insumos que cada elemento da formação abrangeria. Da mesma forma, não foram contemplados nos testes informações referentes ao conceito ItemAprendizado, presente no domínio de informação do sistema de avaliação de competências. O experimento com este item não foi possível devido ao fato do sistema Moodle não contemplar esta informação em seu domínio.

## **8 CONSIDERAÇÕES FINAIS**

Este capítulo trata das considerações finais sobre o trabalho. São apresentadas as conclusões, e as principais contribuições no ambiente onde foi aplicado. Também discute propostas de trabalhos futuros que objetivam a complementação do tema pesquisado.

### **8.1 Conclusões**

Esta dissertação modelou, implementou e validou o sistema de avaliação de competências, modular e adaptativo, que se utiliza de uma arquitetura dedicada para realizar o acoplamento e a interoperabilidade de dados com sistemas de gestão da aprendizagem.

O estabelecimento do cenário de aplicação como sendo uma organização real e ativa contribuiu para a validação do modelo de competências. O levantamento dos dados e informações nos registros internos da organização, e o posterior cadastramento destes dados no modelo de competências, mostraram que este modelo foi flexível o bastante para ser utilizado pela organização. A organização já possuía a sua estrutura de cargos e salários, onde cada cargo contemplava suas competências e insumos. Foi necessário estabelecer as medidas de proficiência requeridas por cada competência. A implantação do modelo de competências abrangeu informações suficientes para realizar o acoplamento e avaliação das competências dos indivíduos.

O acoplamento ao sistema Moodle validou a capacidade de adaptar-se a outros sistemas. A busca de dados que julga necessário para seu domínio de informações, validou a capacidade de interoperabilidade. O experimento de obter a representação do esquema de banco de dados do sistema Moodle, e posteriormente realizar o mapeamento entre os domínios de informações, teve por objetivo verificar a ontologia desenvolvida para o mapeamento semântico entre os domínios. A interoperabilidade de dados sendo administrada por agentes de software garantiu a autonomia necessária a este processo, tornando-o mais seguro e com baixa granularidade, via protocolo de comunicação eficiente, pois seguiu a arquitetura orientada a serviços.

A realização das avaliações de competências, com base no modelo de competências cadastrado, permitiu verificar que este modelo reúne as informações necessárias ao ato de avaliar, evidenciando as competências requeridas e adquiridas pelos indivíduos.

O experimento detalhado teve por objetivo trazer uma visão completa do processo de avaliação de competências e sua conexão com o processo de aprendizagem, bem como descrever o cálculo do percentual de aderência do indivíduo ao plano de competências para o qual foi avaliado. Os gráficos utilizados para transmitir a evolução deste percentual simplificaram o acompanhamento. Os experimentos com os quatro indivíduos restantes permitiram a visão holística do grupo na medida em que foi avaliado. Percebe-se que as avaliações de competências são influenciadas pela realização dos cursos no sistema de gestão da aprendizagem, desde que estes cursos sejam sugeridos pelo plano de desenvolvimento, procurando manter o foco nos indicadores de competências que o indivíduo demonstrou menor domínio.

Através da concepção, do desenho, da implementação, e da validação do sistema de avaliação de competências, procurou-se mostrar que a solução proposta se mantém viável para atender a questão de pesquisa levantada, bem como aos objetivos estabelecidos.

## **8.2 Contribuições**

A utilização do conceito de ciclo de aprendizagem, sugerida através do cenário de aplicação para realização dos experimentos e validação do sistema, contribuiu para que se verificasse o resultado do fornecimento de cursos e treinamentos com base em uma avaliação prévia do indivíduo. Foi possível notar que a cada execução completa do ciclo o indivíduo obteve um melhor posicionamento frente às competências para as quais foi avaliado. Sendo assim, manter o foco no fornecimento de conhecimento direcionado ao indivíduo, onde ele realmente precisa, maximiza a sua capacidade.

O modelo de competências deteve flexibilidade para ser implantando em uma organização real, e reuniu todas as informações necessárias para o processo de avaliação de competências e realização do ciclo de aprendizagem. Este modelo permitiu verificar as competências requeridas, estabelecidas a partir da estrutura de cargos da organização. Através

da avaliação, permitiu identificar as competências adquiridas por um determinado indivíduo, facilitando a gerencia do plano de competências das pessoas.

A arquitetura construída para o acoplamento e interoperabilidade de dados se mostrou funcional no cenário de aplicação escolhido. Esta arquitetura, construída para ser autônoma, e utilizar de uma baixa granularidade no acoplamento ao sistema de gestão da aprendizagem, trouxe uma nova sistemática de mapeamento semântico entre diferentes domínios de informação. Onde de um lado existe uma ontologia para representar classes e relacionamentos que compõem o modelo de competências, e de outro se tem uma ontologia que representa o esquema de objetos de um banco de dados relacional. Mapear estes domínios de informação resultou na capacidade do agente de software criar automaticamente *queries* a serem executadas no sistema Moodle, para obter os dados necessários ao processo de interoperabilidade com o sistema de avaliação de competências. O agente de software consegue identificar os dados necessários a interoperar entre ambos, graças à leitura e interpretação da ontologia destinada a realizar tal mapeamento.

Através do processo de acoplamento entrega-se um sistema de avaliação de competências que tem características modulares e adaptativas, pois pode ser utilizado em conjunto com um sistema de gestão da aprendizagem, como o Moodle.

A versatilidade e flexibilidade colocada como requisito na construção do módulo de acoplamento tem por objetivo permitir a sua utilização com outros ambientes de gestão da aprendizagem. A utilização de uma ontologia para o mapeamento entre os domínios de informação permite ao agente de software realizar o acoplamento com sistemas diferentes do Moodle, pois independentemente do objeto de banco de dados que esta sendo representado pela ontologia, os agentes conseguem identificar a qual domínio de informação aquele conceito pertence, e se consiste em uma instancia de tabela, coluna, chave-primária, ou chave-estrangeira. Esta semântica atribuída aos elementos tratados pelo agente de software é que permitem ao sistema de avaliação de competências ser acoplado a diferentes sistemas de gestão da aprendizagem, pois para qualquer objeto de banco de dados relacional tratado durante o acoplamento, o agente terá a disposição um descritivo ou significado daquele elemento, que remete diretamente para a ontologia. Este conhecimento entregue ao agente via ontologia é extremamente necessário quando se pretende acoplar o sistema a vários outros ambientes de aprendizagem. Outrossim não seria permitido tal acoplamento se realizássemos o mapeamento considerando diretamente os elementos que compõem o esquema de banco de dados do Moodle, pois precisa-se agregar semântica a cada um destes elementos.

O método de acoplamento proposto se mostra ágil e seguro pois depende da intervenção do administrador do sistema somente na construção do mapeamento entre os domínios de informação. Este mapeamento deve ser feito por uma pessoa que conheça o modelo de entidades e relacionamento do sistema de gestão da aprendizagem, e consiste em identificar quais instâncias da ontologia que representa a base de dados do SGA guardam as informações de interesse do SAC. Uma vez realizado o mapeamento, todo o processo de acoplamento e interoperabilidade de dados fica a cargo dos agentes de software. Sua autonomia no processo garante segurança e elimina maiores esforços do administrador dos sistemas. Todas as *views* são criadas automaticamente no ambiente de aprendizagem e as consultas e compartilhamento de dados são realizados da mesma forma. Para o usuário final fica totalmente transparente a realização deste processo, permitindo-o usufruir das informações para o ciclo de aprendizagem dos indivíduos em processo de capacitação.

### 8.3 Trabalhos Futuros

A sugestão de trabalhos futuros tem por objetivo complementar o estudo realizado, e incrementar a solução proposta. Apresentam-se a seguir, algumas sugestões para continuidade deste trabalho.

#### 8.3.1 Mapeamento entre os domínios de informação

Atualmente, a ontologia de mapeamento entre os domínios de informação prevê criação de instâncias, que representam precisamente indivíduos da classe *Table*, relacionadas a indivíduos das subclasses de *BOConceito* e *RelBOConceito*. O motivo desta necessidade se deve ao fato de que o agente de software precisa conhecer todas as tabelas do banco de dados do sistema de gestão da aprendizagem que devem ser consideradas na construção de uma determinada *query*. A sugestão neste caso seria construir um método para que o administrador do sistema, ao realizar o mapeamento entre os domínios de informação, não precise indicar estas tabelas. Isso seria possível, por exemplo, se observada a teoria de composição de

contextos em modelos de dados relacionais, desenvolvida por Semmel (1997). Através desta teoria, Semmel afirma a possibilidade de se determinar todos os objetos potencialmente elegíveis a fazer parte de uma *query*, apenas se analisando os relacionamentos “fortes” existentes no esquema de banco de dados em questão, formando assim, um contexto de objetos. Na teoria de Semmel, este contexto de objetos reuniria todas as tabelas necessárias na construção de uma *query*.

### 8.3.2 Modalidades de Avaliação de Competências

O sistema de avaliação de competências desenvolvido como solução neste trabalho não suporta a avaliação de competências na forma de 360°. A sugestão neste caso seria incrementar o modelo de competências, bem como customizar o módulo de avaliação de competências, para que fosse possível envolver em uma avaliação superiores, pares, e subordinados de um indivíduo avaliado.

### 8.3.3 Metodologias para construção de *queries* automáticas

Através do volume de competências é possível se determinar várias medidas para as avaliações de competências. Este trabalho se deteve no percentual de aderência do indivíduo ao plano de competências para o qual foi avaliado. Mas estudos desenvolvidos por Biesalski e Abecker (2006) mostram alternativas para a análise de perfis de pessoas, aplicando ferramentas para determinação da similaridade entre perfil exigido por uma ocupação e o mantido por uma pessoa. Também, é possível se construir a partir de uma avaliação de competências, meios para determinação do *gap* entre competências adquiridas e requeridas.

### 8.3.4 Integração a planos de atividades e tarefas em projetos

Os experimentos realizados se deteve a estrutura de cargos de um plano operacional, em uma organização real. Iniciativas futuras que utilizam o modelo de competências proposto poderiam implantá-lo em projetos utilizando para isso o descritivo de competências atreladas a atividades e tarefas específicas para o projeto. Através do percentual de aderência é possível definir pessoas elegíveis a ocupar determinadas funções durante a execução do projeto.

A alocação de recursos em projetos utilizaria os elementos constituintes de uma competência, como conhecimento, habilidade e comportamento. Devido ao prazo de início e fim das atividades nos projetos, pode-se distribuir o peso requerido pelas competências conforme a exigência de cumprimento do projeto. Estabelecer um perfil de recurso humano mais ágil e orientado a resultados tenderia a concentrar os maiores pesos requeridos em habilidades e comportamentos.

## 9 REFERÊNCIAS

ALLEN, Chuck. Competencies (Measurable Characteristics). In: HR-XML Consortium: 2001. Disponível em: [http://ns.hr-xml.org/2\\_3/HR-XML-2\\_3/CPO/Competencies.html](http://ns.hr-xml.org/2_3/HR-XML-2_3/CPO/Competencies.html). Acesso em: 2010

ARRUDA, Maria C. C. Qualificação versus competência. Boletim Cinterfor, n. 149, maio./ago. 2000.

BAADER, Franz et al. The Description Logic Handbook – Theory, Implementation, and Applications. Cambridge: 2003

BALDONI, Matteo et al. Reasoning about learning object metadata for adapting SCORM courseware. Disponível em: <http://citeseerx.ist.psu.edu/viewdoc/download?doi=10.1.1.103.4352&rep=rep1&type=pdf>. Acesso em: Agosto, 2010.

BECHHOFFER, et al. OWL Web Ontology Language. In: World Wide Web Consortium – W3C, 2004.

BELLIFEMINE, Fabio; CAIRE, Giovanni; GREENWOOD, Dominic. Developing multi-agent systems with JADE. Wiley: 2007.

BERIO, Giuseppe; HARZALLAH, Mounira. Knowledge Management for Competence Management. In: Journal of Universal Knowledge Management, 2005, vol. 0, p. 21-28.

BIESALSKI, Ernst; ABECKER, Andréas. Skill-Profile Matching with Similarity Measures. In: ICEIS, 2006.

BITENCOURT, Claudia C. A gestão de competências gerenciais: a contribuição da aprendizagem organizacional. ENANPAD, Salvador, 2002.

BRANDÃO, Hugo P; GUIMARÃES, Tomás A. Gestão de competências e gestão de desempenho: Tecnologias distintas ou instrumentos de um mesmo construto? RAE – Revista de Administração de Empresas, v. 41, n. 1, p. 8-15, jan./mar. 2001.

CICORTAS, Alexandru; IORDAN, Victoria. Representing and Comparing Competences Using Agents. In: SACI – 4º International Symposium on Applied Computational intelligence and informatics, 2007.

COLE, Jason; FOSTER, Helen. Using Moodle. O'Reilly Media: 2008, 2 ed.

COOPER, Adam; OSTYN, Claude. IMS Reusable definition of Competency or Educational Objective – Best Practice and Implementation Guide. IMS Global Learning Consortium, 2002.  
Disponível em:  
[http://www.imsglobal.org/competencies/rdceov1p0/imsrdceo\\_bestv1p0.html#1434710](http://www.imsglobal.org/competencies/rdceov1p0/imsrdceo_bestv1p0.html#1434710).  
Acesso em: Janeiro, 2010.

CRESPO, Sergio C. S. P.; LERMEN, Roberto; LERMEN, Michele. Um sistema multiagente para avaliação de competências em ambientes de ensino e treinamento. In: MoodleMoot Brasil 2010, São Paulo. MoodleMoot Brasil 2010., 2010. v.1 p.144 – 147.

DeLOACH, Scott A.; WOOD, Mark F. Developing Multiagent Systems with *agentTool*. In: Proceedings of Lecture Notes in Artificial Intelligence. Springer – Verlag. Berlin, 2001.

DeLOACH, Scott A. Engineering Organization-Based Multiagent Systems. In: GARCIA, Alessandro F. et al. SELMAS 2005. Springer-Verlag Berlin Heidelberg, pag. 109-125, 2006.

DELUIZ, Neise. O modelo de competências profissionais no mundo do trabalho e na educação: implicações para o currículo. In: SENAC, vol. 27, n. 3, set./nov. 2001.

DELUIZ, Neise. Qualificação, competências e certificação: visão do mundo do trabalho. Revista Formação, Ministério da Saúde, n. 2, p. 7-17, maio 2001.

DEPRESBITERIS, Lea. Avaliando competências na escola de alguns ou na escola de todos?. In: SENAC, vol. 27, n. 3, set./nov. 2001.

DEPRESBITERIS, Lea. Certificação de competências: a necessidade de avançar numa perspectiva formativa. Revista Formação, Ministério da Saúde, n. 2, p. 29-40, maio 2001.

DICKINSON, Ian. Jena Ontology API. Disponível em: <http://jena.sourceforge.net/ontology/index.html>. Acesso em: Abril, 2010

GARRO, Alfredo; PALOPOLI, Luigi. An XML Multi-Agent system for e-learning and skill management. In: Proceedings of the NODE 2002 agent-related conference on Agent technologies, infrastructure, tools, and applications for E-services, 2002.

GLUZ, João Carlos; VICARI, Rosa Maria. Linguagens de Comunicação entre Agentes: Fundamentos, Padrões e Perspectivas. In: VIEIRA, Renata; OSORIO, Fernando Santos; RESENDE, Solange. (Org.). Livro Texto da III Jornada de Mini-Cursos de Inteligência Artificial - XXIII Congresso da SBC. SBC, 2003, v. 8, p. 53-102.

HARZALLAH, Mounira; BERIO, Giuseppe; VERNADAT, François. A formal model for assessing individual competence in enterprises. In: IEEE, 2002

HARZALLAH, Mounira; BERIO, Giuseppe; VERNADAT, François. Analysis and Modeling of Individual Competencies: Toward Better Management of Human Resources. In: IEEE Transactions on Systems, Man, and Cybernetics, vol. 36, n. 1, jan. 2006.

HARZALLAH, Mounira; VERNADAT, François. IT-based competency modeling and management: from theory to practice in enterprise engineering and operations. In: Computers in Industry, vol. 48, p. 157-179, 2002.

HENDERSON-SELLERS, Brian; GIORGINI, Paolo. Agent-Oriented Methodologies. Idea Group Inc: 2005.

KAPLAN, Robert S.; NORTON, David P. A estratégia em ação: *Balanced Scorecard*. 20. ed.

Rio de Janeiro: Elsevier, 1997.

KICH, Marcos R. Um Modelo Ciente do Contexto para Apoio ao Desenvolvimento de Competências. 2010, 154 f. Dissertação (Mestrado) – Programa Interdisciplinar de Pós-Graduação em Computação Aplicada, Universidade do Vale do Rio dos Sinos, São Leopoldo, RS, 2010.

LABORDA, C.; CONRAD, S. Relational.OWL – A Data and Schema Representation Format Based on OWL. Institute of Computer Science. Düsseldorf, Germany: 2005

MANOLA, Frank.; MILLER, Eric. RDF Primer. In: World Wide Web Consortium – W3C, 2004.

MONTICOLO, Davy et al. A Multi Agent model to support the knowledge management process inside professional activities. In: IEEE, 2007

NOY, Natalya F.; MCGUINNESS, Deborah L. Ontology development 101: A guide to creating your first ontology. In: Semantic Web Working Symposium, 2001.

OLIVEIRA, Stefan. HRCSysstem: Sistema Multiagente BDI como Auxílio na Gestão de Profissionais por Competências. 2009. 106 f. Dissertação (Mestrado) – Programa Interdisciplinar de Pós-Graduação em Computação Aplicada, Universidade do Vale do Rio dos Sinos, São Leopoldo, RS, 2009.

PÉREZ-GÓMEZ, Asunción; FERNÁNDEZ-LÓPEZ, Mariano; CORCHO, Oscar. Ontological Engineering. Springer-Verlag London Limited: 2004.

PRESSMANN, Roger S. Engenharia de Software. 6ª Edição. MacGraw-Hill, 2006.

RAMOS, Marise N. Qualificação, competência e certificação: visão educacional. Revista Formação, Ministério da Saúde, n. 2, p. 19-28, maio 2001.

RAHM, Erhard; BERNSTEIN, Philip A. A survey of approaches to automatic schema matching. Springer-Verlag: 2001

RUANO, Alessandra M. Gestão por competências: uma perspectiva para a consolidação da gestão estratégica de recursos humanos. Rio de Janeiro: 2007.

RUAS, Roberto; ANTONELLO, Claudia S; BOFF, Luiz H. Os novos horizontes da gestão: aprendizagem organizacional e competências. Porto Alegre: Bookman, 2005.

SCHIEMANN, Bernhard; SCHREIBER, Ulf. OWL DL as a FIPA ACL content language. Disponível em: <http://www.loa-cnr.it/FOCA-presentations/Schiemann.pdf>. Acesso em: Abril/2010.

SCHMIDT, Andreas; KUNZMANN, Christine. Towards a human resource development ontology for combining competence management and technology-enhanced workplace learning. In: MEERSMAN, Robert; TAHIRI, Zahir; HERERO, Pilar. On the move to meaningful systems 2006: OTM 2006 Workshops. Lecture Notes in Computer Science, vol. 4278, p. 1078-1087, 2006.

SEMMELE, Ralph D. Automated Query Formulation Using an Entity-Relationship Conceptual Schema. Journal of Intelligent Information Systems, vol. 8, p. 267-290, 1997.

SOUZA, Nadia A. Avaliação de Competências: o aperfeiçoamento profissional na área de enfermagem. Estudos em Avaliação Educacional, v. 16, n. 32, jul./dez. 2005.

SICILIA, Miguel-Angel. Ontology-Based Competency Management: Infrastructure for the knowledge intensive learning organization. In: LYTRAS, Miltiadis; NAEVE, Ambjorn. Intelligent Learning Infrastructure for Knowledge Intensive Organizations: A semantic web perspective. p. 302-324, 2005.

SPAHN M. et al. Supporting Business Intelligence by Providing Ontology-Based End-User Information Self-Service. In OBI, Karlsruhe, Germany: 2008.

TARASSOV, Vladimir; SANDKUHL, Kurt; HENOCH, Bengt. Using ontologies for representation of individual and enterprise competence models. In: IEEE, 2006

VICARI R. M.; GLUZ, J. C. An its view on aose. v. 1, n. 3/4, p. 295\_333, 2007. International Journal of Agent-Oriented Software Engineering

VIEIRA, Adriane; GARCIA, Fernando C. Gestão do conhecimento e das competências gerenciais: um estudo de caso na indústria automobilística. Revista RAE Eletrônica, v. 3, n. 1, Art. 6, jan./jun. 2004. Disponível em: < <http://www.scielo.br/pdf/raeel/v3n1/v3n1a07.pdf>>. Acesso em 2010.

WOOLDRIDGE, Michal. An Introduction to Multi-Agent Systems. John University of Liverpool, United Kingdom. Wiley & Sons Ltda: 2002

ZHANG, Chuan; TANG, Deyou; LIU, Yanxia; YOU Jinguo. A Multi-Agent architecture for Knowledge Management System. In: Fifth International Conference on Fuzzy Systems and Knowledge Discovery, IEEE, 2008.

## APÊNDICE A – TRECHO DA ONTOLOGIA RELATIONAL.OWL

```

<rdf:RDF
  xmlns:dbs="http://www.dbs.cs.uni-duesseldorf.de/RDF/relational.owl#"
  xmlns:rdf="http://www.w3.org/1999/02/22-rdf-syntax-ns#"
  xmlns:xsd="http://www.w3.org/2001/XMLSchema#"
  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/">
  <dbs:Database rdf:ID="lms">
    ...
    <dbs:hasTable rdf:resource="#mdl_course"/>
    <dbs:hasTable rdf:resource="#mdl_enrol"/>
    <dbs:hasTable rdf:resource="#mdl_user_enrolments"/>
    <dbs:hasTable rdf:resource="#mdl_user"/>
    ...
  </dbs:Database>
  <dbs:Table rdf:about="mdl_user">
    ...
    <dbs:hasColumn rdf:resource="#mdl_user.id"/>
    <dbs:hasColumn rdf:resource="#mdl_user.currentlogin"/>
    <dbs:hasColumn rdf:resource="#mdl_user.firstname"/>
    ...
    <dbs:isIdentifiedBy rdf:resource="#PK237"/>
    <dbs:hasColumn rdf:resource="#mdl_user.username"/>
  </dbs:Table>
  ...
  <dbs:Column rdf:about="mdl_user.id">
    <dbs:scale>0</dbs:scale>
    <dbs:length>10</dbs:length>
    <rdfs:domain rdf:resource="#mdl_user"/>
    <rdfs:range rdf:resource="http://www.w3.org/2001/XMLSchema#int"/>
  </dbs:Column>
  ...
  <dbs:Column rdf:about="mdl_grade_grades.userid">
    <dbs:length>10</dbs:length>
    <rdfs:range rdf:resource="http://www.w3.org/2001/XMLSchema#int"/>
    <rdfs:domain rdf:resource="#mdl_grade_grades"/>
    <dbs:references rdf:resource="#mdl_user.id"/>
    <dbs:scale>0</dbs:scale>
  </dbs:Column>
  ...
  <dbs:PrimaryKey rdf:about="PK237">
    <dbs:hasColumn rdf:resource="#mdl_user.id"/>
  </dbs:PrimaryKey>
  ...
</rdf:RDF>

```