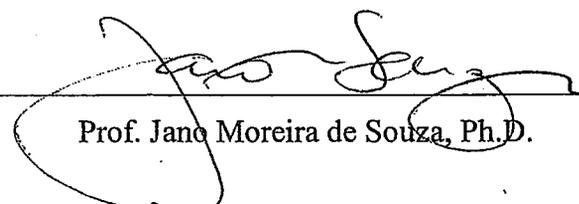


METHEXIS: UMA ABORDAGEM DE APOIO À GESTÃO DO CONHECIMENTO  
PARA AMBIENTES DE "E-SCIENCE"

Jonice de Oliveira Sampaio

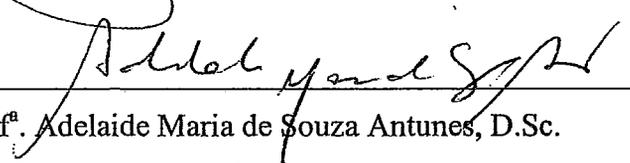
TESE SUBMETIDA AO CORPO DOCENTE DA COORDENAÇÃO DOS  
PROGRAMAS DE PÓS-GRADUAÇÃO DE ENGENHARIA DA UNIVERSIDADE  
FEDERAL DO RIO DE JANEIRO COMO PARTE DOS REQUISITOS  
NECESSÁRIOS PARA A OBTENÇÃO DO GRAU DE DOUTOR EM CIÊNCIAS  
EM ENGENHARIA DE SISTEMAS E COMPUTAÇÃO.

Aprovada por:



---

Prof. Jano Moreira de Souza, Ph.D.



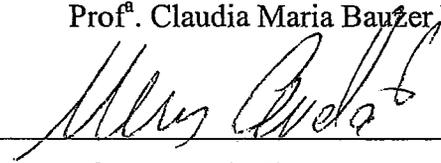
---

Prof.<sup>a</sup>. Adelaide Maria de Souza Antunes, D.Sc.



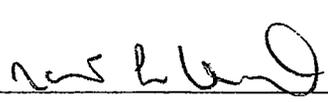
---

Prof.<sup>a</sup>. Claudia Maria Bauzer Medeiros, Ph.D.



---

Prof. Marcos do Couto Bezerra Cavalcanti, Ph.D.



---

Prof.<sup>a</sup>. Marta Lima de Queiros Mattoso, D.Sc.

RIO DE JANEIRO, RJ – BRASIL

NOVEMBRO DE 2007



SAMPAIO, JONICE DE OLIVEIRA

Methexis: Uma abordagem de apoio à  
Gestão do Conhecimento para Ambientes de  
“e-Science” [Rio de Janeiro] 2007

XXVI, 367p., 29,7 cm

(COPPE/UFRJ, D.Sc., Engenharia de  
Sistemas e Computação, 2007)

Tese – Universidade Federal do Rio de  
Janeiro, COPPE

1. Gestão do Conhecimento
2. Conhecimento Científico
3. “e-Science”
4. Ontologia
5. Redes Sociais
6. Colaboração

I. COPPE/UFRJ II. Título (série)



Dedico este trabalho aos meus pais Nelcy e Wilson pela dedicação, exemplo, carinho e apoio sempre presentes em todos os momentos da minha vida. Todos os ensinamentos que obtive de vocês supera qualquer título.

Ao meu sobrinho e afilhado Daniel, fonte de inspiração e motivação para alcançar meus objetivos. Tudo dará certo conosco, tenho certeza.

À minha sobrinha Julia, sempre presente mesmo estando longe.

Aos meus avós João e Eunice, tão importantes em minha vida que estão marcados em meu nome. À minha avó Juliana de Castro Sampaio (*in memoriam*).



## Agradecimentos

“Certa vez um jovem e inexperiente marinheiro teve que subir ao mastro durante uma tempestade. As ondas levantavam o barco em alturas estonteantes e logo em seguida jogavam-no para profundezas abismais. O jovem marujo começou a sentir vertigens e estava quase caindo. O restante da tripulação torcia pelo marinheiro, mas o capitão vendo o que acontecia gritou: "Olhe para cima! Olhe para cima!". Ouvindo a ordem do capitão, o marinheiro desviou seu olhar das ondas ameaçadoras e olhou para cima. E esse olhar o salvou. Ele conseguiu subir com segurança e amarrar as velas. E após a tempestade, todos estavam em segurança.”

Fazer uma tese não é nada fácil, mas o percurso e todos os processos envolvidos em um doutorado são muito mais difíceis que fechar um texto e apresentá-lo. Afinal são quatro anos de dúvidas, possibilidades a serem testadas, problemas a serem resolvidos e muito, muito trabalho. Durante este período momentos angustiosos acontecem, as tempestades da vida nos confundem, perdemos o equilíbrio e somos ameaçados de despencar.

Mas existem também os dias bons. Momentos nos quais você olha para cima e vê o céu azul, o mar calmo e o barco voando. Sobe ao convés já com um sorriso, sente o vento no rosto e faz um dos melhores passeios de sua vida, olhando o horizonte, o local de partida e esperando ansiosamente a chegada.

Durante todo este trajeto – nas tempestades ou nos dias ensolarados – pude contar com o apoio de muita gente, tripulantes do meu navio, sem os quais toda esta jornada seria muito mais dolorosa ou até mesmo impossível. E gostaria de agradecer-lhes por isto, por serem parte tão significativa da minha vida. Para todos vocês sempre faltarão palavras de agradecimentos.

Primeiramente, gostaria de agradecer àquele que tudo provê, cuja lógica é totalmente diferente da nossa, cujas soluções são indiscutivelmente as melhores e cujos desafios propostos são base para a nossa existência. Deus, muito obrigada pela minha vida, pelos meus dons conhecidos e por aqueles que ainda irei descobrir. Obrigada por sempre me providenciar a melhor madeira para construir o meu barco, escolher tão sabiamente a minha tripulação, dar-me forças para me agarrar durante as tempestades,



me proporcionar dias tão lindos de Sol e permitir que eu chegasse ao meu destino. Continue olhando por nós...

Meu imenso “muito obrigada” aos mais importantes “tripulantes” da minha vida, meus pais Nelcy Oliveira Sampaio e Wilson Castro Sampaio, pelo constante apoio e carinho, por serem sempre meu “porto seguro”. Se estou dando mais um passo importante na minha vida, isto é resultado da educação que me deram e dos exemplos de persistência, paciência e humildade. Aos meus avós João, Eunice e Juliana (*in memorian*) pela base familiar. Ao meu sobrinho e afilhado Daniel Sampaio Mattos. Todos os meus esforços são pensando em você! À minha irmã Nelci de Oliveira Sampaio, ao meu cunhado Fabien Morel e à minha sobrinha Julia Morel pelo carinho que a distância não atrapalha. Aos demais membros da minha família Tupan (*in memorian*), Mysec, Mytua (vários capítulos desta tese foram feitos com ela no meu colo), Nytac, Catyn, Xuxa e Roya, sem esquecer dos já ausentes Forever, Tuta e Tynac.

Aos professores Prof<sup>ª</sup>. Adelaide Maria de Souza Antunes, Prof<sup>ª</sup>. Claudia Maria Bauzer Medeiros, Prof. Marcos do Couto Bezerra Cavalcanti e Profa. Marta Lima de Queiros Mattoso, por aceitarem fazer parte da banca, mesmo diante de tantos compromissos e atividades. A avaliação deste trabalho, críticas, comentários e sugestões serão muito úteis para o meu futuro, para a continuação da minha “viagem”, para a minha pesquisa. Muito obrigada pela contribuição. Agradeço também ao Prof. José Palazzo Moreira de Oliveira e à Prof<sup>ª</sup>. Júlia Célia Mercedes Strauch, os quais infelizmente não puderam fazer parte desta banca, mas avaliaram o andamento deste trabalho e me trouxeram grandes contribuições durante o meu Exame de Qualificação. No caso da Prof<sup>ª</sup>. Júlia Célia Mercedes Strauch, ela vem me acompanhando desde o mestrado...

Aos amigos e colegas, pela adorável convivência, por estarem comigo nos dias ensolarados e torcerem por mim nos dias de chuva. Em especial aos companheiros Rodrigo Miranda, Sérgio Rodrigues, Viviane Kawamura (Vivi), Rafael De Martino, Eduardo Barbosa (Edu), Luciano Maia (Lûk), Diogo Krejci, Ítalo Lopes, Melissa Machado, Leandro Carreira, Jairo de Souza, Rafael Monclar, Ricardo Faria e Clarissa Vilela pela confiança, por me permitirem aprender com vocês e juntos participarmos de projetos tão interessantes. Desculpem-me as eventuais falhas. Vocês foram e são minha real fonte de aprendizado. Gostaria de estender os meus agradecimentos aos novos companheiros de trabalho Alessandro Tecla, Vanessa Batista, Vanessa Matos, Rodrigo Mesquita, Marcelino Oliveira, Cimar Massulo, Leo Oliveira e Viviane Costa. Gostaria



de agradecer também ao Ricardo Tadeu pela gestão do laboratório e ao Stainam Brandão pelas longas discussões sobre ontologias e todo o suporte que ambos deram ao COE. Obrigada a todos vocês, mencionados neste parágrafo, pela compreensão, por serem sempre presentes, pelo profissionalismo, responsabilidade, competência, maturidade, sinceridade e críticas, contribuindo muito com a minha formação. Desejo muito sucesso em suas vidas pessoais e profissionais.

Aos professores da Linha de Banco de Dados do Programa de Engenharia de Sistemas e Computação da COPPE, pela cortesia, apoio e exemplo.

Aos amigos da Linha de BD, pelo sempre presente companheirismo. Com eles compartilhei reuniões, aflições, obtive dicas e tive deliciosas conversas: Carla Lage (com sua alegria contagiante), Adriana Vivacqua, Wallace Pinheiro, Wladmyr Meyer (Wlad), Ricardo Barros, José Rodrigues Neto (Zé), Halisson Brito (Rááááá-lisson), Mutaleci Miranda (Muta), Alberto Tornaghi (Bebeto) e Juliana Resende. Em especial, à Melise de Paula pelas provas de amizade, pelo presente carinho e constante apoio (mesmo à distância), pelas inúmeras consultorias (.rs..), por sempre me oferecer o seu ombro amigo e seus sábios conselhos, além do sempre produtivo trabalho em conjunto. Espero que esta amizade dure muitos, mas muitos anos.

Aos demais colegas da COPPE, pela força.

Àqueles que sempre torceram por mim! Obrigada.

Um agradecimento especial ao Prof. Alfredo Laufer, por acreditar neste trabalho e nos oferecer possibilidades tão ricas de cooperação. Agradeço também àqueles que contribuíram de maneira tão significativa na avaliação desta tese, permitindo a experimentação deste trabalho em seus cenários e ambientes de trabalho.

Aos adoráveis amigos Gleison Santos, Mariano Montoni, Ana Cândida Natali, Paula Mian, Anne Elise Katsurayama, Thadeu Mosqueira e Cássio Saud pelo carinho, agradável convívio, grande alto-astral e inúmeras risadas. Vocês simplesmente são indescritíveis! Agradeço todos os dias por tê-los em minha vida.

Aos meus amigos que estão longe ou que eu sem querer tenho negligenciado o contato (não que não os ame, mas pelo “corre-corre” do dia-a-dia). O simples fato de saber que são meus amigos me encoraja a seguir em frente na vida. Em especial Vaninha Vieira, Márcia Luiza e Mariella Montoni (amizades que transpõe distância e tempo); meus sempre amigos de mestrado Manuel de Castro (Manolo), Pablo Fiorentino (Pablito), Elder Bomfim e Margarete Araújo; meus amigões de infância Marcelo Sbarra,



Rafael Magalhães e Maria Fernanda Hijjar; e meu amigo de todas as horas Marcio Freitas (Massa).

A todos os amigos com os quais perdi o contato. Saibam e sintam que os adoro, embora não declare e nem os procure.

Aos alunos e ex-alunos das turmas de Gestão do Conhecimento (PESC-COPPE), Banco de Dados II (DCC-UFRJ), Computação Autônoma (DCC-UFRJ e PESC-COPPE) e Programação II (Engenharia de Produção-UFRJ) por acompanharem os meus primeiros passos como “fêssora”.

Àqueles cujos projetos finais eu tive a oportunidade de avaliar, participando de suas bancas. Obrigada pela oportunidade de acompanhar trabalhos tão interessantes e exercitar meu espírito crítico.

Ao corpo técnico-administrativo da COPPE, que sempre me deu suporte durante este doutorado. Em especial a Patrícia Leal (de quebra aqui vai um agradecimento ao João que se comportou muito bem e deixou a mamãe trabalhar numa boa), Carolina Barreiros e Vina Guedes pelo imenso apoio, profissionalismo e serviços prestados, tentando sempre fazer o melhor, mesmo com as inúmeras dificuldades do dia-a-dia. Ah! E desculpem-me pelas minhas crises de criatividade durante algum tempo ocioso à espera de alguma reunião..rs.. Sem esquecer da Lourdes e D. Deda com seus gloriosos cafezinhos, que me mantiveram “em pé” durante esta jornada... À Rosa por manter sempre o nosso ambiente de trabalho limpinho e cheiroso.

Aos autores referenciados nesta obra e aos demais cujo trabalho possibilitou-me aprendizado sobre o assunto.

À CAPES e ao povo brasileiro, pela ajuda financeira em forma de bolsa de estudos. Ao CNPq, pelos inúmeros auxílios. À IBM por me selecionar e me conceder um “Ph.D. Fellowship Award” e ao Marcelo Perazolo pela colaboração, por me apresentar a fascinante área de Computação Autônoma, pela confiança e parceria.

A todos que contribuíram, de forma direta ou indireta, com este trabalho.

E finalmente ao meu orientador Prof. Jano Moreira de Souza, pelas idéias brilhantes, por alimentar meu interesse em pesquisa e por permitir transformar os meus desejos acadêmicos em trabalhos aplicados. Muito obrigada pelos constantes desafios acadêmicos e profissionais, pela confiança, pela paciência, pelas inúmeras oportunidades que tem me dado e pelas tentativas de me fazer uma profissional, pesquisadora, estudante e pessoa melhor. Considere esta vitória como sendo sua, pois você é o maior responsável pela minha formação profissional. Palavras são poucas para



descrever a eterna gratidão por ter se dedicado tanto, e por tanto tempo, à minha orientação, por conduzir tão bem este “barco-doutorado” e nos meus momentos de aflição e questionamento me lembrar dos meus objetivos gritando "Olhe para cima! Olhe para cima!".

A todos vocês, meu eterno:

# MUITO

# OBRIGADA!!!

Carinhosamente,

Jonice Oliveira.

“Vem me pedir  
além do que eu posso dar  
É aí que o aprendizado está  
Vem de onde não sonhei  
me presentear  
Quando chega o fim da linha  
e já não há aonde ir  
Num passe de mágica  
A vida nos traz sonhos pra seguir  
Queima meus navios  
pr'eu me superar  
as vezes pedindo  
que ela vem nos dar  
o melhor de si.

E quando vejo,  
a vida espera mais de mim  
mais além, mais de mim  
O eterno aprendizado é o próprio fim  
Já nem sei se tem fim  
De elástica, minha alma dá de si  
Mais além, mais de mim  
Cada ano a vida pede mais de mim  
mais de nós, mais além.  
...”

(Eu e a Vida - Jorge Vercilo)



Resumo da Tese apresentada à COPPE/UFRJ como parte dos requisitos necessários para a obtenção do grau de Doutor em Ciências (D.Sc.)

METHEXIS: UMA ABORDAGEM DE APOIO À GESTÃO DO CONHECIMENTO  
PARA AMBIENTES DE "E-SCIENCE"

Jonice de Oliveira Sampaio

Novembro/2007

Orientador: Jano Moreira de Souza

Programa: Engenharia de Sistemas e Computação

Com a evolução da Ciência, houve um aumento expressivo na quantidade de dados coletados, que necessitam ser validados e interpretados, fenômenos a serem estudados e resultados a serem analisados. Como resultado, cada vez mais a Ciência tornou-se dependente da tecnologia, e atualmente, é praticamente impossível desassociar as práticas científicas da tecnologia. Com isto nasceu a Ciência Eletrônica ("e-Science"). Tendo em vista que o cenário de e-Ciência é rico em conhecimento, melhor gerenciá-lo tornou-se uma condição determinante para o País, para toda a comunidade científica e para a humanidade. E neste ponto é que se encaixa este trabalho que provê soluções para apoiar a Gestão do Conhecimento em ambientes de e-Ciência, principalmente no que se refere à identificação, mapeamento e mensuração de competências científicas; mapeamento e análise de redes sociais científicas; gestão do conhecimento pessoal; apoio à aquisição do conhecimento; disseminação proativa de conhecimento; reuso de processos científicos e ontologias; e interoperabilidade semântica. Para a avaliação deste trabalho foi realizada a comparação com propostas similares, a análise dos processos de Gestão do Conhecimento que este apóia, além de estudos de casos.



Abstract of Thesis presented to COPPE/UFRJ as a partial fulfillment of the requirements for the degree of Doctor of Science (D.Sc.)

METHEXIS: AN APPROACH OF KNOWLEDGE MANAGEMENT SUPPORT FOR  
E-SCIENCE ENVIROMENTS

Jonice de Oliveira Sampaio

November/2007

Advisor: Jano Moreira de Souza

Department: Systems and Computing Engineering

The evolution of Science caused an expressive increase in the amount of collected data, which needs to be validated and analyzed, phenomena to be studied and results to be evaluated. As a consequence, Science became more and more dependent on technology, and, nowadays, it is almost impossible to disassociate scientific practices and technology. This phenomenon is known as Electronic Science ("e-Science"). As this e-Science scenario is rich in knowledge, managing it in a better way has become an important problem for a Nation, the scientific community and the humanity. Based in these conditions, this work proposes to provide solutions to support the Knowledge Management in e-Science Environments, mainly in issues of identification, mapping and quantification of scientific competences; mapping and analysis of scientific social networks; personal knowledge management; knowledge acquisition; pro-active knowledge dissemination; reuse of scientific processes and ontologies; and semantic interoperability. For the evaluation of this work, a comparison was made with similar proposals, we conduct an analysis of the Knowledge Management Processes it supports, and we conducted some case studies and evaluated their results.



# Sumário

Agradecimentos.....	iv
Sumário .....	xi
Índice de Figuras .....	xvii
Índice de Tabelas.....	xxii
Índice de Equações.....	xxvi
Capítulo 1 – Introdução .....	1
1.1 – Motivação .....	4
1.2 – Caracterização do Problema .....	6
1.3 – Objetivo da Tese .....	8
Capítulo 2 – Gestão do Conhecimento .....	10
2.1 – Definição .....	11
2.2 – Etapas de Gestão do Conhecimento.....	13
2.3 – Gestão do Conhecimento Científico .....	16
2.4 – Tecnologias de Apoio à E-Ciência .....	19
2.4.1 – Sistemas de Banco de Dados Distribuídos e Heterogêneos.....	20
2.4.2 – Padronização de dados e Representação do Conhecimento Científico .....	21
2.4.3 – Sistemas Gerenciadores de Modelos.....	22
2.4.4 – Sistemas Gerenciadores de “Workflows” Científicos.....	24
2.4.5 – Bibliotecas Digitais e Gerenciadores de Conteúdo.....	26
2.4.6 – Sistemas Integradores.....	29
2.4.7 – Ontologias.....	30
2.4.8 – Colaboração .....	31
2.4.9 – Portais .....	32
2.4.10 – Serviços “Web” e Grades Computacionais .....	33
2.4.11 – “Semantic” e “Knowledge” Grid .....	33
2.4.12 – Análise e Apoio à Decisão.....	34
2.5 – Níveis de Atuação nas Diferentes Visões.....	34
2.6 – Comparação entre os Projetos .....	38
2.7 – Conclusão .....	40
Capítulo 3 – Proposta: Ambiente Methexis .....	41



3.1 – Metodologias Utilizadas.....	42
3.1.1 – CommonKads .....	42
3.1.2 – Construção de Ontologias.....	44
3.2 – A Arquitetura.....	44
Capítulo 4 – A Camada Mimexis .....	49
4.1 – GCC.....	49
4.1.1 – Módulo de Competência.....	50
4.1.1.1 – S-Miner: Mineração de Competências .....	50
4.1.1.2 – Busca de Competências .....	53
4.1.1.3 – Forças e Fraquezas .....	56
4.1.2 – Módulo de Projeto.....	57
4.1.3 – Módulo de Participante.....	62
4.1.3.1 – Ferramentas de Gestão do Conhecimento Pessoal .....	66
4.1.3.2 – Ferramentas de Substituição .....	69
4.1.3.3 – Ferramentas de Comunicação .....	75
4.1.3.4 – Consultas e Critérios de Análise .....	75
4.1.4 – Módulo Comunidade.....	76
4.1.5 – Módulo Visualização e Navegação .....	80
4.1.5.1 – Árvore Hiperbólica .....	80
4.1.5.2 – Fluxo do Conhecimento.....	82
4.1.6 – Módulo de Inteligência Competitiva.....	88
4.1.6.1 – Sub-Módulo Geral.....	90
4.1.6.2 – Sub-Módulo Lattes .....	90
4.1.6.2.1 – Importação e Mineração do Curriculum Lattes.....	91
4.1.6.2.2 – Cálculo das Competências dos Currículos Lattes.....	93
4.1.6.2.3 – Análise Temporal e de Cenário .....	94
4.1.6.3 – Sub-Módulo CAPES.....	101
4.1.6.4 – Sub-Módulo News.....	104
4.1.6.5 – Sub-Módulo Coleta.....	104
4.1.7 – Módulo de Recomendação .....	107
4.1.8 – Módulo de CRM Científico .....	113
4.1.8.1 – Clientes .....	114
4.1.8.2 – Relacionamentos .....	116
4.1.8.3 – Atributos .....	118



4.1.8.4 – Análise Vertical.....	119
4.1.8.5 – Análise Horizontal.....	119
4.1.8.6 – Metodologia .....	121
4.1.9 – Módulo de Raciocínio .....	122
4.1.10 – Análise e Balanceamento de Redes Sociais.....	123
4.1.10.1 – Identificação .....	124
4.1.10.2 – Análise e Balanceamento .....	125
4.1.10.2.1 – Critérios de Análise.....	126
4.1.10.2.2 – Problemas na Rede Social .....	129
4.1.10.3 – Critérios para Balanceamento .....	132
4.1.10.4 – Versão .....	133
4.1.10.5 – Controle.....	133
4.2 – GCE.....	134
Capítulo 5 – A Camada Idea .....	138
5.1 – COE – Editor Colaborativo de Ontologias .....	139
5.1.1 – Estados de uma Ontologia no COE.....	140
5.1.2 – Busca de Ontologias .....	141
5.1.3 – Reuso .....	143
5.1.4 – API do COE .....	146
5.2 – Negociação de Significado .....	146
5.2.1 – O Processo de Negociação.....	148
5.2.1.1 – Pré-Negociação .....	149
5.2.1.1.1 – Publicação da Ontologia .....	149
5.2.1.1.2 – Cálculo de Similaridade .....	150
5.2.1.1.3 – Tabela de Similaridade.....	151
5.2.1.2 – Condução da Negociação.....	152
5.2.1.2.1.1 – Protocolo da Negociação.....	152
5.2.1.2.1.2 – IBIS .....	154
5.2.1.3 – Pós-negociação .....	157
5.2.1.3.1 – Mapeamento .....	158
5.2.1.3.2 – Histórico da Negociação .....	161
5.2.1.4 – Cálculo de Similaridade.....	163
5.2.2 – KO: Representação do Conhecimento Científico .....	171
5.2.3 – K-Algebra .....	193



Capítulo 6 – A Camada Paradeigma .....	198
Capítulo 7 – Methexis na Prática .....	199
7.1 – Detalhes e Estado de Implementação dos Ambientes.....	199
7.2 – Processos de GC Abordados.....	203
7.3 – Comparação com Trabalhos Correlatos .....	206
7.4 – Conclusão .....	207
Capítulo 8 – Avaliação da Proposta .....	208
8.1 – Estudo de Caso do GCC – Avaliação Geral.....	210
8.1.1 – Definição.....	210
8.1.2 – Planejamento.....	211
8.1.3 – Execução.....	216
8.1.4 – Análise dos Resultados – Grupo I.....	216
8.1.5 – Análise dos Resultados – Grupo II.....	224
8.2 – Estudo de Caso do GCC – Parte de Inteligência Competitiva .....	226
8.2.1 – Definição.....	226
8.2.2 – Planejamento.....	227
8.2.3 – Execução.....	230
8.2.4 – Análise dos Resultados.....	230
8.2.4.1 – Condução individual do experimento .....	231
8.2.4.1.1 – Sub-Módulo Lattes .....	231
8.2.4.1.1.1 – Cenário I – Comparação Individual .....	231
8.2.4.1.1.2 – Cenário II – Comparação Agregada.....	234
8.2.4.1.1.3 – Cenário III – Busca por Competências .....	236
8.2.4.1.2 – Sub-Módulo CAPES.....	237
8.2.4.2 – Estudo Utilizando Amostra.....	238
8.2.4.2.1 – Sub-Módulo Lattes .....	239
8.2.4.2.2 – Sub-Módulo CAPES.....	243
8.2.4.2.3 – Perguntas Gerais .....	244
8.3 – Avaliação do Algoritmo de Recomendação de Material utilizado no GCC.....	246
8.4 – Estudo de Caso do GCE.....	253
8.4.1 – Definição.....	253
8.4.2 – Planejamento.....	255
8.4.3 – Execução.....	258



8.4.4 – Análise dos Resultados.....	259
8.5 – Estudo de Caso do GNosis .....	262
8.5.1 – Avaliação do cálculo de similaridade.....	263
8.5.2 – Instrumentos e procedimento.....	263
8.5.3 – Execução.....	263
8.5.4 – Avaliação .....	275
8.5.5 – Estudo de Observação do Processo de Negociação .....	276
8.5.6 – Definição.....	277
8.5.7 – Planejamento.....	278
8.5.8 – Execução.....	281
8.5.9 – Análise dos Resultados.....	282
8.6 – Estudo de Caso do COE.....	285
8.6.1 – Definição.....	285
8.6.2 – Planejamento.....	286
8.6.3 – Execução.....	289
8.6.4 – Análise dos Resultados.....	289
Capítulo 9 – Considerações Finais .....	292
9.1 – Contribuição .....	293
§ Identificação e Mensuração de Competências.....	293
§ Gestão do Conhecimento Pessoal.....	293
§ Inteligência Competitiva em IEP.....	294
§ Apoio à Execução de Projetos Científicos .....	294
§ CRM Científico .....	294
§ Balanceamento de Redes Sociais Científicas .....	295
§ Gestão do Conhecimento sobre Equipamentos .....	295
§ Negociação do Significado.....	296
§ Edição Colaborativa de Ontologias .....	297
§ Objetos de Conhecimento .....	297
§ Álgebra do Conhecimento.....	297
9.2 – Limitações .....	297
§ Visão Centralizada.....	297
§ “Knowledge Grid” .....	298
§ Avaliação da Proposta.....	299
§ Integração com Ferramentas Existentes.....	299



9.3 – Trabalhos Futuros .....	299
§ Finalização dos Módulos Não-Terminados.....	299
§ Melhorias Contínuas nos Módulos Implementados.....	300
§ Análise de Tendências Científicas.....	300
§ Gestão do Conhecimento Pessoal.....	300
§ Visualização do Conhecimento .....	300
§ Inteligência Competitiva em IEP.....	301
9.3.1 – Apoio à Execução de Projetos Científicos.....	301
9.3.2 – Gestão do Conhecimento sobre Equipamentos.....	302
9.3.3 – Negociação do Significado .....	302
9.3.4 – Troca Móvel de Conhecimento.....	303
9.3.5 – Apoio à Inovação .....	303
9.4 – Questões em Aberto .....	304
9.5 – Conclusão .....	305
Referências.....	324
Anexo I – Material Utilizado na Avaliação do GCC .....	330
Formulário de Avaliação do GCC - Gestão do Conhecimento Científico (Grupos I).....	330
Formulário para Uso e Avaliação do GCC - Gestão do Conhecimento Científico (Grupo II).....	336
Anexo II – Material Utilizado na Avaliação do GCE .....	340
Formulário de Avaliação do GCE - Gestão do Conhecimento sobre Equipamento.....	340
Anexo III – KO em OWL.....	345



## Índice de Figuras

Figura 1 - Modelo Genérico de Gestão do Conhecimento (STOLLENWERK, 2001) ..	16
Figura 2 - Gerência em Camadas (MORABITO <i>et al.</i> , 1999) .....	34
Figura 3 - Troca de Informações e Conhecimentos entre os Níveis .....	36
Figura 4 - Os modelos propostos pela CommonKADS (SCHREIBER, 1999).....	42
Figura 5 - Necessidade de extensão da CommonKADS para o Cenário Científico.....	43
Figura 6 - Arquitetura Methexis .....	46
Figura 7 - Arquitetura do GCC.....	49
Figura 8- As etapas executadas pelo SMiner .....	51
Figura 9- Remoção de “Stop Words” (RODRIGUES, 2005) .....	52
Figura 10 – Fases da Busca da Competência .....	54
Figura 11 – Busca de Competências.....	56
Figura 12 - Forças e Fraquezas.....	57
Figura 13 - Elementos Envolvidos em um Projeto .....	58
Figura 14 - Definição de um processo .....	61
Figura 15 - Alocação e controle de execução de tarefas.....	61
Figura 16 - Critérios para análise de projetos.....	62
Figura 17 - Critérios utilizados para representar um usuário .....	62
Figura 18 - Informações do Pesquisador.....	66
Figura 19 - Edição de uma Página .....	67
Figura 20 - Edição de mapa mental .....	68
Figura 21 - Relevância das pessoas em um projeto .....	71
Figura 22 - Relevância de uma pessoa em um contexto (no exemplo, em comunidades) .....	74
Figura 23 - Relevância de pessoas em um projeto específico .....	74



Figura 24 - Competências requeridas pelo projeto X Competências pessoais (Visualização Radar).....	74
Figura 25 - Competências requeridas pelo projeto X Competências pessoais (Visualização Linha).....	74
Figura 26 - Proximidade de Perfil MBTI.....	74
Figura 27 - Interação em temas de interesse .....	74
Figura 28 - Recomendação de Comunidades .....	78
Figura 29 - Exemplo de Crescimento Populacional .....	79
Figura 30 - Exemplo de Interação dos Usuários de uma Comunidade.....	79
Figura 31 - Exemplo das Ferramentas Preferidas dos Membros de uma Comunidade..	79
Figura 32 - Exemplo de Pontes.....	79
Figura 33 - Navegação na Árvore Hiperbólica.....	81
Figura 34 - Visualizando áreas de conhecimento, pessoas, projetos e comunidades. ....	82
Figura 35 - Fluxo do Conhecimento .....	83
Figura 36 - Processo e as competências necessárias para a execução de cada atividade	83
Figura 37 - Fluxo de Conhecimento .....	83
Figura 38 - Fluxo de Conhecimento em uma Publicação .....	84
Figura 39 - Seqüência de Páginas do Diário, com referências a outras páginas (a) e Fluxo do Conhecimento (b).....	85
Figura 40: Comparação a nível individual.....	98
Figura 41: Modos de visualização dos pesquisadores .....	98
Figura 42: Tela com informações individuais do pesquisador.....	98
Figura 43: Comparação com médias.....	98
Figura 44: Tela de comparação a nível setorial - Por departamento .....	99
Figura 45: Tela de Resultados da comparação a nível setorial - Por departamento .....	99
Figura 46: Tela de Consulta do sub-módulo CAPES .....	102
Figura 47: Refinamento da consulta do sub-módulo CAPES .....	103



Figura 48: Resultado da consulta refinada do sub-módulo CAPES .....	103
Figura 49: Tela de Coleta.....	106
Figura 50: Tela de Consultas - sub-módulo Coleta .....	106
Figura 51 - Esquema do Processo de Recomendação Colaborativa (BARBOSA <i>et al.</i> , 2006).....	108
Figura 52 - Página de Gerência de Material.....	111
Figura 53 - Página de entrada do GCC, com material recomendado ao usuário.....	111
Figura 54 - Mensagem que indica a inexistência de documentos recomendados .....	111
Figura 55 - Interface de configuração de execução .....	112
Figura 56 - Análise Vertical com o Cliente Aluno de Graduação.....	119
Figura 57 - Análise Horizontal do Cliente Aluno.....	120
Figura 58 - Arquitetura do Módulo de Análise e Balanceamento das Redes Sociais ..	124
Figura 59 - Exemplo de Rede Social .....	126
Figura 60 - Sociograma sem os elementos centralizadores.....	129
Figura 61 - Periferia .....	130
Figura 62 - Isolamento .....	130
Figura 63 - Pontes .....	131
Figura 64 - "Clusters" e "Peaks" .....	132
Figura 65 - Círculos Sociais .....	132
Figura 66- Cadeia de Produção Industrial.....	134
Figura 67 - Indexação de Ontologias .....	141
Figura 68 - Busca e Recuperação de Ontologias .....	143
Figura 69 - Arquivos retornados do COPPEER.....	143
Figura 70 - Mecanismos de Reuso.....	144
Figura 71 - Área de Transferência .....	145
Figura 72 - Funcionalidade Colar Nós.....	145



Figura 73 – Processo para negociação do significado, adaptado de (SOUZA <i>et al.</i> , 2006b).....	148
Figura 74 – Ontologia sendo editada na ferramenta COE (REZENDE <i>et al.</i> , 2005) ...	149
Figura 75 – Exemplo de tabela de similaridade disponibilizada para o mediador .....	152
Figura 76 – Categorização das mensagens usando a metodologia IBIS (OLIVEIRA <i>et al.</i> , 2006).....	155
Figura 77 – Exemplo de rede formada utilizando a metodologia IBIS (SOUZA, 2007) .....	156
Figura 78 – Janela para geração do arquivo de mapeamento.....	160
Figura 79 – Tela de pesquisa na base de histórico de negociações .....	162
Figura 80 – Trecho de ontologias contendo um conceito e suas propriedades .....	167
Figura 81 – Ontologias onde os conceitos marcados possuem pais e filhos iguais.....	168
Figura 82 – Funções de semelhança e seus respectivos pesos padrão.....	169
Figura 83 – Visualização Parcial da Ontologia (Foco na Classe Elemento) – Utilizando-se a Visualização <i>Nested View</i> provida por Jambalaya, no Protégé 2000.....	174
Figura 84 - Visualização Parcial da Ontologia (Foco na Classe Científico) – Utilizando-se a Visualização <i>Nested View</i> provida por Jambalaya, no Protégé 2000.....	185
Figura 85 - Visualização Parcial da Ontologia (Foco na Classe Recurso) – Utilizando-se a Visualização <i>Nested View</i> provida por Jambalaya, no Protégé 2000.....	191
Figura 86 - Protótipo de Implementação da K-Algebra.....	197
Figura 87 - Exemplo de construção de uma seleção, trabalhando com 2 ontologias (mapeamento) .....	197
Figura 88 - Estado atual de implementação do Methexis .....	202
Figura 89 - Estado atual de Implementação do GCC .....	203
Figura 90 - Áreas de pesquisa dos participantes.....	217
Figura 91 - Uso x Liderança.....	218
Figura 92 - Uso x Titulação.....	218
Figura 93 - Líderes e uso em equipe .....	218



Figura 94 - Apoio à GC.....	219
Figura 95 - Funcionalidades relevantes.....	219
Figura 96 - Vantagens para o usuário .....	221
Figura 97 - Viabilidade de uso no cenário nacional .....	221
Figura 98 - Titulação da Amostra.....	224
Figura 99: Página de Busca do currículo Lattes .....	232
Figura 100: Comparação a nível individual .....	233
Figura 101: Resultado da comparação a nível individual .....	233
Figura 102: Busca Avançada - Plataforma Lattes .....	234
Figura 103: Busca no Diretório de Instituições - Plataforma Lattes.....	235
Figura 104: Comparação a nível institucional.....	236
Figura 105: Tela de resultados de Competências .....	237
Figura 106: Principais vantagens e benefícios do módulo de IC .....	245
Figura 107 - Funcionalidades relevantes.....	260
Figura 108 - Vantagens para o Usuário.....	261
Figura 109 - Viabilidade de Uso no Cenário Científico Nacional .....	261
Figura 110 – Ontologias com termos diferentes e estruturas iguais .....	264
Figura 111 – Conceitos mais similares de ontologiaA#ObjectReference.....	266
Figura 112 – Ontologias com nomes levemente alterados.....	270
Figura 113 – Diferença nas propriedades do conceito “Class” das duas ontologias ....	271
Figura 114 – Ontologias com diferenças tanto nos nomes dos conceitos quanto na estrutura .....	274



## Índice de Tabelas

Tabela 1 - Níveis de Gerenciamento no Ambiente Científico .....	37
Tabela 2 - Projetos em GC Científico e os Processos que atende .....	39
Tabela 3 - Convergências Encontradas no Exemplo da Figura 36.....	84
Tabela 4 - Possíveis estados dos clientes .....	115
Tabela 5 - Metodologia para a gestão do relacionamento científico .....	121
Tabela 6 - Centralidades Globais e Locais .....	128
Tabela 7 - Menor distância e Centralidade Global .....	128
Tabela 8 - Exemplo de arquivo de mapeamento .....	161
Tabela 9 - Matriz com combinações de semelhança entre entidades (SOUZA, 1986)	170
Tabela 10 - Descrição de Elemento (Figura 83).....	174
Tabela 11 - Descrição de Conceito .....	176
Tabela 12 - Descrição de Competência.....	176
Tabela 13 - Interesse .....	176
Tabela 14 - Descrição de Contexto_Atuação .....	177
Tabela 15 - Descrição de Perfil .....	177
Tabela 16 - Descrição de Manipulador .....	178
Tabela 17 - Descrição de Ação.....	179
Tabela 18 - Descrição de Avaliação .....	179
Tabela 19 - Descrição de Projeto.....	179
Tabela 20 - Descrição de Processo .....	180
Tabela 21 - Descrição de Controle .....	181
Tabela 22 - Descrição de Atividade.....	181
Tabela 23 - Descrição de Parte .....	182
Tabela 24 - Descrição de Propriedade .....	182



Tabela 25 - Descrição de Valor .....	183
Tabela 26 - Descrição de Comportamento .....	183
Tabela 27 - Descrição de Contexto .....	183
Tabela 28 - Descrição de Transição .....	183
Tabela 29 - Descrição de Tarefa .....	183
Tabela 30 - Descrição de Intrínseco .....	185
Tabela 31 - Descrição de Prática .....	185
Tabela 32 - Descrição de Idéia .....	186
Tabela 33 - Descrição de Lição Aprendida .....	186
Tabela 34 - Descrição de Fato .....	186
Tabela 35 - Descrição de Teoria .....	186
Tabela 36 - Descrição de Prova .....	187
Tabela 37 - Descrição de Observação .....	187
Tabela 38 - Descrição de Processo_Dedução .....	187
Tabela 39 - Descrição de Processo_Indução .....	187
Tabela 40 - Descrição de Tese .....	187
Tabela 41 - Descrição de Hipótese .....	188
Tabela 42 - Descrição de Tema .....	188
Tabela 43 - Descrição de Problema .....	188
Tabela 44 - Descrição de Fenômeno .....	188
Tabela 45 - Descrição de Tentativa .....	188
Tabela 46 - Descrição de Regra .....	189
Tabela 47 - Descrição de Método .....	189
Tabela 48 - Descrição de Entrada .....	189
Tabela 49 - Descrição de Saída .....	190
Tabela 50 - Descrição de Restrição .....	190



Tabela 51 - Descrição de Modelo .....	190
Tabela 52 - Descrição de Sintoma .....	191
Tabela 53 - Descrição de Evento .....	191
Tabela 54 - Descrição de Efeito.....	191
Tabela 55 - Descrição de Reação.....	192
Tabela 56 - Descrição de Recomendação .....	192
Tabela 57 - Descrição de Ação Automática.....	192
Tabela 58 - Descrição de "Software" .....	192
Tabela 59 - Descrição de "Hardware".....	193
Tabela 60 - Descrição de Material.....	193
Tabela 61 - Operações da K-Algebra em uma ontologia.....	194
Tabela 62 - Operações da K-Algebra sobre o mapeamento entre ontologias .....	195
Tabela 63: Principais usos da comparação individual .....	239
Tabela 64: Principais usos da busca por competência .....	240
Tabela 65: Principais usos da análise agregada.....	241
Tabela 66: Principais vantagens do sub-módulo Lattes.....	242
Tabela 67: Usos e vantagens do sub-módulo CAPES .....	243
Tabela 68 - Lista dos livros de diferentes disciplinas com código de identificação.....	247
Tabela 69 - Matriz completa de notas de materiais por usuários .....	247
Tabela 70 - Lista de notas médias por usuário .....	248
Tabela 71 - Matriz triangular w obtida pelo algoritmo de Pearson .....	249
Tabela 72 - Matriz de notas de materiais por usuários com 20% de predições.....	249
Tabela 73 - Matriz completa de notas reais e predições de materiais por usuários.....	249
Tabela 74- Lista de predições de notas de materiais por usuários com erro e MAE....	250
Tabela 75 - Lista de recomendações de materiais para usuários.....	251
Tabela 76 - Matriz completa de notas de materiais por usuários (Caso Alternativo)...	251



Tabela 77 - Lista de notas médias por usuário (Caso Alternativo).....	251
Tabela 78 - Matriz w obtida pelo algoritmo de Pearson (Caso Alternativo) .....	252
Tabela 79 - Matriz de notas de materiais com predições (Caso Alternativo) .....	252
Tabela 80 - Lista de predições de notas de materiais e MAE (Caso Alternativo).....	252
Tabela 81 - Lista de recomendações de materiais para usuários (Caso Alternativo) ...	253
Tabela 82 – Carregando o algoritmo com as duas ontologias.....	265
Tabela 83 – Grau de similaridade entre os conceitos mais similares no primeiro cenário .....	266
Tabela 84 – Similaridades de [ObjectReference, C3] separadas por função de semelhança.....	268
Tabela 85 – Grau de similaridade após anular funções de semelhança de nomes .....	268
Tabela 86 – Grau de similaridade entre os conceitos mais similares no segundo cenário .....	271
Tabela 87 – Similaridades de [Class, Class] separadas por funções de semelhança....	272
Tabela 88 – Graus de similaridade após anular funções de semelhança de propriedades .....	273
Tabela 89 – Graus de similaridade entre os conceitos mais similares do terceiro cenário .....	275
Tabela 90 – Resultado do questionário para avaliação do modelo e das ferramentas..	284
Tabela 91 - Respostas do Questionário da Etapa 1.....	289
Tabela 92 - Respostas do Questionário da Etapa 2.....	290



## Índice de Equações

Equação 1 - Cálculo de Relevância de um Conhecimento no Fluxo.....	84
Equação 2 - Cálculo de Relevância de um Conhecimento na Publicação .....	85
Equação 3 - Fórmula para calcular a competência .....	94
Equação 4- Fórmula de Predição de Notas .....	109
Equação 5 - Média aritmética das avaliações para o usuário i.....	109
Equação 6 - Coeficiente de correlação Pearson.....	110
Equação 7 - Fórmula da Densidade .....	126
Equação 8 – Distância de edição normalizada .....	165
Equação 9 – Função de semelhança que utiliza distância de edição normalizada .....	165
Equação 10 – Somatório das funções de semelhança.....	168
Equação 11 – Somatório das funções de semelhança com aplicação de penalidade....	170
Equação 12 – Regra para selecionar conceitos altamente similares.....	171
Equação 13 - Mean Absolute Error .....	250



## Capítulo 1 – Introdução

*Neste capítulo introdutório serão apresentados a hipótese, a motivação, o problema a ser estudado e o objetivo deste trabalho. Neste capítulo também se encontra a organização do texto.*

A Ciência é o conjunto de descrições, interpretações, provas, teorias, leis e modelos visando descrever uma parcela da realidade, sendo que os processos que a rege - sejam processos de descoberta, validação ou descrição - são processos contínuos, constantes, inacabados, sempre em fase de ampliação e retificação. Durante todo o seu trabalho, o cientista realiza investigações, aplicando alguma metodologia e divulgando resultados válidos temporariamente. Segundo HOUAISS(2007) a Ciência pode ser interpretada por inúmeros ramos de conhecimento, caracterizada por sua natureza empírica, lógica e sistemática, baseada em provas, princípios, argumentações ou demonstrações que garantam ou legitimem a sua validade.

Com a evolução da Ciência, houve um aumento expressivo na quantidade de dados coletados, que necessitam ser validados e interpretados, fenômenos a serem estudados e resultados a serem analisados. Como resultado, cada vez mais a Ciência tornou-se dependente da tecnologia, tanto em termos quantitativos quanto qualitativos e, atualmente, é praticamente impossível desassociar as práticas científicas da tecnologia. Com isto nasceu a Ciência Eletrônica (“e-Science”), um novo conceito que aborda a interpretação massiva de dados, visualização, apoio à análise e colaboração de pesquisadores, entre outros pontos. Segundo PEACH(2007), a Ciência Eletrônica<sup>1</sup> é “a Ciência que pode ser alcançada pelo uso de computadores para conectar diferentes fontes de dados sobre um assunto, usualmente independentemente coletados, para extrair nova informação, a fim de gerar novo conhecimento e entendimento.”. Nesta era de e-Ciência, os cientistas rotineiramente usam computadores e sistemas para simular, entender e prever fenômenos complexos, bem como conduzir suas pesquisas de maneira distribuída e colaborativa sobre campos multidisciplinares da Ciência. Esta sinergia entre a Ciência e a tecnologia transforma a maneira de se fazer a Ciência, bem

---

<sup>1</sup> Para fins de abreviação, Ciência Eletrônica será referenciada como e-Ciência.



como abre novas possibilidades de pesquisas na área computacional. Os avanços alcançados na área computacional podem ajudar os cientistas – de qualquer área da Ciência – a resolverem os mais complexos e urgentes desafios que afligem a humanidade, como questões epidêmicas, alimentação mundial, energias renováveis, abastecimento de água potável, questões climáticas, biológicas, físicas e de engenharia. Segundo PITAC (2005), “a Computação revolucionou a pesquisa científica, sendo hoje reconhecida como o ‘terceiro pilar’ a sustentar tal pesquisa, junto com os pilares da teoria e da experimentação”. Resumidamente, prover ferramentas e apoio a e-Ciência tornou-se, em si, um campo de pesquisa, ou por que não dizer uma prioridade, na área de Computação.

É um consenso que a Ciência e a Engenharia são a base para o avanço tecnológico e crescimento econômico de qualquer nação, bem como para o equacionamento e solução de problemas globais (como questões epidêmicas, alimentação mundial, energias renováveis, etc). Portanto, tais elementos são cruciais para a vantagem competitiva de uma nação no cenário mundial. Uma sólida infraestrutura computacional, juntamente com mecanismos que possibilitem e agilizem a criação, organização e disseminação do conhecimento, é a chave para permitir o progresso científico e tecnológico. Governos ao redor do mundo estão trabalhando para auxiliar no desenvolvimento de infra-estruturas científicas cada vez mais poderosas e flexíveis, pois o retorno que os avanços científicos podem trazer beneficiarão seus próprios países.

Como afirma DE ROURE(2004), por causa da necessidade em alto-desempenho em recursos computacionais, muitos cientistas especificam a computação em grades ("grid computing") como a infra-estrutura para auxiliar o gerenciamento de dados e análises em domínios e organizações. Não mais do que há uma década, a computação no cenário científico começou a ser construída em um movimento "de baixo para cima" e atualmente já nos confrontamos com a necessidade de uma infra-estrutura mais rica para direcionar os desafios que a ciência multidisciplinar em larga-escala enfrenta.

Que desafios seriam estes? Apesar dos avanços tecnológicos no cenário científico, cientistas ainda enfrentam muitos desafios em seu trabalho. Eles necessitam cada vez mais de infra-estrutura para coletar, gerenciar e interpretar um fluxo de dados constante, advindos de diferentes fontes como resultados de simulações, experimentos, dispositivos como satélites e sensores. Cientistas necessitam colaborar com pesquisadores do seu campo de trabalho (domínio), como também surge de maneira



crecente a necessidade de cooperar e interagir com pessoas de outras disciplinas para trocar dados, modelos, “softwares” e recursos, como também, seus resultados, idéias e interpretações. Além disto, é indispensável gerenciar o conhecimento científico criado – tanto a nível pessoal, de projeto, institucional ou referente a um problema (como por exemplo, a descoberta da seqüência do genoma humano) – e disseminá-lo de maneira correta para que o processo científico torne-se mais eficiente, evite-se o desperdício de recursos e tempo pela “reinvenção da roda” e reduza-se o número de erros, permitindo assim a criação de resultados científicos ou tecnológicos inovadores. Ou seja, mais do que sistemas e infra-estrutura para executar experiências particulares, o cenário científico necessita de mecanismos para gerenciar – de maneira correta e eficaz – o conhecimento científico, em um cenário de produção em turnos de trabalho interruptos a nível mundial.

É o que SHADBOLT(2002) chama de “ligar a pesquisa ao pesquisador”. Por SHADBOLT(2002), devido a especialização, muitas vezes, pesquisas que estão interligadas são desconhecidas por parte de seus pesquisadores. Como o autor relata, por exemplo, um campo da Ciência liga uma condição médica a um sintoma e outro campo liga uma deficiência alimentar com o mesmo sintoma. Por publicações, esta ligação está implícita. Dada a maneira como a Ciência está segregada, pesquisadores podem nunca perceber tais ligações. Conforme SHADBOLT(2002) afirma, a Ciência precisa deixar de se preocupar apenas com os aspectos de desempenho na execução de experiências e prestar mais atenção na colaboração e questões sociológicas, ou seja, “devemos dedicar esforços significativos para entender como a colaboração real e virtual realmente ocorrem hoje em dia e como devem envolver a infra-estrutura de e-Ciência.”

SHADBOLT(2002) também aborda a necessidade de se alinhar as atividades científicas com a estratégica das organizações científicas, afirmando que “ ‘e-Science’ e ‘e-Business’ possuem os mesmos requisitos.”

Tendo em vista que o cenário de e-Ciência é rico em conhecimento, melhor gerenciá-lo tornou-se uma condição determinante para o País, para toda a comunidade científica e para a humanidade. Ou seja, aplicar técnicas de Gestão do Conhecimento, já conhecidas e utilizadas no cenário empresarial, no cenário científico poderiam trazer benefícios para ambientes de e-Ciência, e desta maneira, ajudar a ligar “a pesquisa ao pesquisador”.



Baseando-se nesta hipótese, foi desenvolvido o contexto desta tese, cuja motivação, problema e objetivo serão melhor explicados a seguir.

## 1.1 – Motivação

Vamos utilizar alguns cenários comuns na vida científica.

*Cenário 1* - João<sup>2</sup> é um aluno e está no primeiro ano de seu doutorado. Já optou por algumas áreas de pesquisa, bem como alguns professores para orientá-lo. Sobre as áreas, precisa se aprimorar, estudar mais, ver se realmente as suas idéias podem resultar em uma tese de doutorado. Encontrar pessoas que pesquisam o assunto e interagir com elas muito o ajudaria. Mas como e onde encontrá-las? Além disto, está indeciso, pois não sabe quem dos professores escolhidos domina mais os assuntos da sua futura tese. Também não sabe se tem os pré-requisitos necessários (e quais pontos deve melhorar) para atuar na pesquisa desejada.

João, fora a preocupação com o tema de tese, ainda precisa terminar os trabalhos das cadeiras que está cursando. Planejar as atividades, separá-las e alocá-las aos demais membros do grupo, controlar a execução destas atividades e interagir com o grupo são pré-requisitos para o seu bom desempenho.

*Cenário 2* – Joana é uma recém-doutora. Acabou de concluir o seu doutorado e quer continuar as suas pesquisas. Para isto, vai candidatar-se a uma bolsa de fixação doutor. Mas para onde submeter o seu projeto de pesquisa? Qual é a melhor instituição para continuar a sua pesquisa? Quais são os mais renomados pesquisadores na área e que podem lhe orientar, contribuindo substancialmente para o seu futuro projeto?

Embora já tenha concluído o doutorado, Joana ainda possui alguns vínculos com a sua instituição de origem. Ela orienta alguns projetos de conclusão de curso, na graduação. Tais trabalhos têm que continuar, apesar da possibilidade de ir para outra instituição. Mas como?!

*Cenário 3* - Joaquim é pesquisador e professor da Universidade Federal do XYZ e foi o orientador de doutorado da Joana. Ele pensa: “Joana foi brilhante em seu doutorado! Futuro promissor esta menina... Será uma pena perdê-la...” Muito ativa, ajudava a co-orientar alguns da graduação e participava de alguns projetos de pesquisa. “Quem poderá lhe substituir em tais projetos? Qual vai ser o impacto de sua saída? Será impossível mensurar isto”, Prof. Joaquim pensa...

---

<sup>2</sup> Os nomes são totalmente fictícios e foram colocados no texto apenas para ilustrar os cenários.



Joana é um tipo de ex-aluno que o Prof. Joaquim não gostaria de perder o contato. Mas como proceder para manter um vínculo com ela, mesmo sabendo que irá para outra instituição?

Bom, estas não são as únicas preocupações do Prof. Joaquim. Ele precisa selecionar, entre vários candidatos, os novos alunos de mestrado e doutorado de seu departamento. Será que algum deles pode continuar a pesquisa de Joana?

Prof. Joaquim está participando de um importante projeto de pesquisa, o qual envolve várias universidades e centros de pesquisa, nacionais e internacionais. É um projeto multidisciplinar e está sendo muito difícil os diferentes grupos se entenderem... Será que chegar a um consenso de significado é tão difícil? Não menos complicado é fazer com que os diferentes sistemas desenvolvidos por estes grupos se integrem também... Andando pelos corredores da sua universidade, o Prof. Joaquim pensa “Como farei para coordenar todas as atividades deste projeto? Como farei para todo mundo cooperar e disseminar o conhecimento? Ou será mais um projeto no qual as pessoas só se juntarão na hora de montar o relatório final para o CNPq?”

Prof. Joaquim entra em seu laboratório, veste o seu jaleco e começa a realizar alguns experimentos... Algumas idéias surgem, anota-as. “Seria tão bom ter tudo isto organizado, passar isto para os meus alunos de uma maneira automática... E até mesmo associar os sucessos, os insucessos e resultados de todos estes experimentos com os dados coletados, a hipótese, os modelos utilizados, as minhas conclusões... Tudo... Seria tão bom... Atualmente está tudo na minha cabeça e parcialmente em publicações e teses, mas não é o suficiente.”.

Já são 23h e o Prof. Joaquim ainda está executando os experimentos. Se os resultados forem satisfatórios, poderá submeter para a conferência ABC. O telefone toca. É a sua esposa lembrando-o do horário e afirmando o quanto anseia pela aposentadoria do Prof. Joaquim. Aliás, só faltam 2 anos para ele se aposentar...

*Cenário 4* – A Profa. Heloísa, chefe do departamento onde o Prof. Joaquim trabalha, está preocupada. O seu departamento está sendo avaliado, como todos os demais departamentos no Brasil em sua área. “Como será esta avaliação? Como está o meu departamento em relação aos demais?”.

Mas esta não é a única preocupação. Sobre a sua mesa está um importante edital, para a criação de um projeto inter-institucional, envolvendo vários departamentos e instituições no Brasil, na área de “Desintegração do poder da bactéria com o clarão do raio da Silibrina”. “Seria tão bom participar deste projeto, mas será que tem alguém



aqui que trabalha com isto? Aliás, quais são os departamentos e instituições no Brasil que trabalham com isto?”.

Esta dúvida leva-a a um outro pensamento “Bem, eu nem sei quais são as nossas áreas fortes e fracas. Como posso identificá-las?!”.

A Prof. Helena precisa decidir a compra de alguns equipamentos. “Será que eu tenho gente capacitada para operar com ele? Que impacto trará nos meus projetos científicos a demora desta compra?” Neste exato momento, ela se lembra que o Prof. Joaquim tem um equipamento parecido em seu laboratório e lembra do seu pedido de aposentadoria. “Qual é o impacto que trará a saída do Prof. Joaquim?”, ela pensa. Ele é muito importante para o departamento, não apenas suas publicações, pesquisas e seu conhecimento, mas porque conhece muitas pessoas e interage diferentemente com várias. “Ele é o tipo de pessoa que pode não saber de tudo, mas sabe quem sabe. Será que a comunicação interna continuará a mesma com a sua saída?”

Estes quatro cenários ilustram alguns problemas da gerência do conhecimento no cenário científico, seja este conhecimento no nível operacional, tático ou estratégico.

A principal motivação para este trabalho são os benefícios que Gestão do Conhecimento traz para o cenário científico. Problemas relacionados a identificar, mensurar, prover e disseminar conhecimentos são comuns tanto no cenário comercial quanto no científico. A possível aplicabilidade da Gestão do Conhecimento no contexto científico, em Instituições de Ensino ou Pesquisa, pode trazer bons resultados, tanto para a Ciência como um todo, como para a Instituição que planeja tornar o seu conhecimento um diferencial. Tendo em vista que esse tipo de organização tem por principal objetivo a criação de conhecimento e sua disseminação, ou seja, o conhecimento científico é o seu principal produto, aplicar técnicas, processos e ferramentas de apoio a Gestão do Conhecimento pode, de fato, melhorar o desempenho e atuação deste tipo de organização.

## **1.2 – Caracterização do Problema**

A Gestão do Conhecimento não deve ser aplicada somente nas empresas. A própria ciência (do latim: “scientia”, conhecimento) está em busca constante por novos processos e ferramentas que auxiliem na manipulação da enorme quantidade de conhecimento gerada nos dias atuais. A comunidade científica despertou para a necessidade de gerenciar e armazenar o intercâmbio realizado entre pesquisadores, seja feito sob a forma documental, como relatórios técnicos, artigos, revistas e livros, ou sob



a forma interativa, através de aulas, seminários, experimentos e pesquisas de campo. Através deste intercâmbio é que novos conhecimentos são gerados e agregados à instituição de pesquisa.

O problema enfrentado atualmente na Gestão do Conhecimento é que grande parte do conhecimento disponível necessário encontra-se inacessível aos indivíduos durante um processo de tomada de decisão e planejamento. E este problema é agravado no meio científico tendo em vista a complexidade e volume dos dados utilizados, distância física dos pesquisadores de um mesmo domínio e o crescimento quase exponencial de informação científica, a qual precisa ser analisada para que se gerar conhecimento.

O presente cenário conduz as instituições - científicas ou comerciais - a um novo desafio que é o de implantar a Gestão do Conhecimento para melhorar a eficiência, aperfeiçoar serviços para os clientes e, ainda, aumentar a competitividade. A tecnologia de informação entra como facilitador desta atividade, onde não é possível a transferência de conhecimento em condições comuns. Ou seja, a Gestão do Conhecimento utiliza a Tecnologia de Informação como um instrumento para auxiliar em algumas de suas etapas. O uso da tecnologia como suporte à Gestão do Conhecimento facilita nas tarefas de registro, organização, transformação, disseminação e busca desse conhecimento.

Desta forma, o desafio passa a ser prover soluções para apoiar processos e competências. O papel a ser desempenhado passa a ser estratégico: ajudar o desenvolvimento do conhecimento coletivo, e do aprendizado contínuo, tornando mais fácil para as pessoas na organização compartilharem problemas, perspectivas, idéias e soluções

Embora existam ferramentas computacionais no contexto científico, a maioria destas é focada apenas na parte operacional, na execução de atividades singulares, na gerência do dado científico e realizações de simulações. Pouca atenção tem sido dada ao principal responsável pelo processo de criação de conhecimento organizacional: o profissional, o ser humano detentor do conhecimento, base de qualquer instituição científica. E com o crescimento da distribuição de ações relacionadas à e-Ciência, cada vez mais fica difícil a conexão do conhecimento com pesquisadores de diferentes segmentos ou equipes.

Ainda no cenário científico, utilizar o conhecimento como um recurso competitivo ainda é uma novidade e pouca atenção é dada para questões estratégicas.



Ferramentas de apoio à decisão, estudo do ambiente e suporte a metas são quase inexistentes neste cenário. Prover conhecimentos para a análise e decisão estratégicas no cenário científico são ações quase inexistentes.

### 1.3 – Objetivo da Tese

A questão a ser tratada neste trabalho se concentra em como auxiliar organizações científicas a gerenciarem o conhecimento contido nelas, no contexto de Ciência Eletrônica. O objetivo principal desta tese está em oferecer uma abordagem de Gestão do Conhecimento – com soluções e ferramentas - para auxiliar a disseminação, reutilização captura e criação do conhecimento organizacional em instituições de cunho científico, auxiliando também as organizações científicas a trabalharem em ações táticas e estratégicas.

O Methexis<sup>3</sup> não armazena o dado científico, nem se preocupa com otimização de desempenho, mas tem como principal finalidade prover soluções que auxiliem o fluxo contínuo do conhecimento em ambientes científicos, bem com a sua identificação e criação.

Não é objetivo desta tese realizar análises filosóficas ou psicológicas sobre a criação do conhecimento, nem ao menos se aprofundar na Epistemologia. O principal enfoque deste trabalho é uma solução de cunho computacional que auxilie a Gestão de Conhecimento em ambientes de e-Ciência.

Esta tese está organizada em outros quatro capítulos, além deste primeiro capítulo de introdução.

O Capítulo 2 apresenta uma introdução à área de Gestão do Conhecimento, bem como os pré-requisitos para se gerenciar o conhecimento científico. Nesta seção ainda são mostrados os tipos de tecnologias que atualmente estão sendo utilizadas em e-Ciência e como estas contribuem para a Gestão do Conhecimento Científico.

O Capítulo 3 descreve a proposta, tema deste trabalho, propriamente dita. Esta abordagem é dividida em 3 camadas, cada uma com suas peculiaridades, as quais são descritas nos capítulos 4, 5 e 6.

O Capítulo 7 mostra detalhes de implementação, os processo de Gestão do Conhecimento abordados e uma comparação com trabalhos correlatos. O Capítulo 8

---

<sup>3</sup> Methexis é o nome desta abordagem, tema desta tese.



apresenta algumas avaliações executadas sobre a abordagem. Estas avaliações permitem identificar deficiências e possibilidades de melhoria para a continuação do trabalho.

Finalmente, o Capítulo 9 conclui esta tese, apresentando as suas principais contribuições, relatando as limitações detectadas tanto na abordagem quanto na implementação e enumerando possíveis trabalhos futuros.



## Capítulo 2 – Gestão do Conhecimento

Em muitas empresas, a importância dos seus ativos intangíveis supera o de seus ativos contábeis. Mais ainda, a relação de valor entre os ativos intangíveis e os ativos contábeis tem se tornado cada vez maior (BARROSO e GOMES, 1999). É fácil concordar com a importância destes ativos, no entanto não é fácil entender como lidar com esta riqueza tão recentemente “descoberta”. Por outro lado, a intuição nos leva a crer que o conhecimento é a base comum a todos estes ativos e como tal deveria ser administrada. A dimensão do problema é entendida com facilidade se observarmos que o conhecimento detido por uma empresa vem crescendo exponencialmente e torna-se crescente a necessidade em melhor administrá-lo.

Funcionários criam e trocam informações com mais rapidez e num volume muito maior do que se poderia imaginar no passado. Embora grande parte desse intercâmbio se faça sob a forma documental, há também uma grande troca de conhecimento informal ou tácito nas interações entre as pessoas, e é neste ponto que se encaixa a Gestão do Conhecimento. Seu objetivo principal é fazer com que a organização responda de forma dinâmica e eficiente às mudanças em um ambiente externo altamente imprevisível, e fazendo com que os indivíduos troquem conhecimento entre si e contribuam com o conhecimento organizacional.

Essa gestão ganha nova importância com a atual realidade econômica, na qual o conhecimento é um fator competitivo diferenciador para os indivíduos, as empresas e as nações. Além disso, o fator tempo tem sido muito importante. Os clientes não podem e não querem esperar por soluções se estas podem ser encontradas mais rapidamente por um outro concorrente. Outro fator é que os concorrentes adquirem rapidamente conhecimento de processos e idéias através da engenharia reversa e tentam re-utilizar o conhecimento adquirido. As patentes são pouca garantia de exclusividade. Desta maneira, o conhecimento (e a constante renovação deste) é necessário para estar à frente do mercado.

Para atingir tais metas, as companhias precisam construir, transformar, organizar e utilizar os ativos de conhecimento de modo eficiente. Enfim, o propósito global é maximizar a eficiência da empresa relacionada com o conhecimento, bem como os retornos sobre seus ativos nesta área, renovando-os constantemente.



Mas a Gestão do Conhecimento não está sendo aplicada somente nas empresas. Centros de pesquisas, conhecidas como principais organizações criadoras e disseminadoras de conhecimento, estão percebendo a importância de se gerenciar seu principal ativo.

Nesta seção serão apresentadas algumas definições de Gestão de Conhecimento, bem como algumas etapas obrigatórias desta atividade. A seguir, as diferenças entre a Gestão de Conhecimento aplicada no meio empresarial e no meio científico serão mostradas, bem como alguns projetos existentes e aplicados em instituições de pesquisa.

## 2.1 – Definição

Existem inúmeras definições de Gestão do Conhecimento, cada uma destacando uma ou mais dimensões do problema. Alguns autores enfatizam a grande necessidade de soluções tecnológicas para se manter e controlar o fluxo de informação (BARROSO e GOMES, 1999), (META DATA COALITION, 1999), (FRAPPAOLO e TOMS, 2000), (FORTIN, 1998) e (DELPHI GROUP, 2000). Outros enfatizam a necessidade de mudança da cultura empresarial e entendimento da organização como um único organismo (MICROSOFT SOLUTIONS, 2000) e (WIIG, 2003), respectivamente. A Gestão do Conhecimento pode ser vista como sendo a gerência de ativos intangíveis como descrito por (SVEIBY e LLOYD, 1987), (LIEBOWITZ, 2000) e (SNOWDEN, 2000). A disseminação do conhecimento e o seu compartilhamento tomam destaque em (NONAKA e TAKEUCHI, 1995), (FRAPPAOLO e TOMS, 2000), (BARROSO e GOMES, 1999), (MACINTOSH, 2001) e (BURK, 2000). Outros enfatizam a necessidade de se gerenciar a criação (RUGGLES, 1998) e perda do conhecimento (MAHE e RIEU, 1998), bem como a necessidade de inovação (NEEF, 1997).

A definição na qual este trabalho se apóia é a de FORTIN (1998), que afirma que a Gestão do Conhecimento é:

“é a coleção de processos que governam a criação, disseminação e utilização do conhecimento” (FORTIN, 1998)

Sem usar o termo Gestão do Conhecimento, mas referindo-se a tal atividade, Drucker em (DRUCKER, 1998) constata a necessidade de uma abordagem organizada para gerenciar o conhecimento. Segundo o autor, um dos desafios mais importantes impostos às organizações é desenvolver práticas sistemáticas para administrar a autotransformação, e assim, a organização tem que estar preparada para abandonar o



conhecimento que se tornou obsoleto e aprender a criar o novo. Para isto, Drucker enfatiza os seguintes pontos:

- Melhoria contínua de todas as atividades;
- Desenvolvimento de novas aplicações a partir de seus próprios sucessos;
- Inovação contínua como um processo organizado.

Para Drucker (DRUCKER, 1998), a especialização em conhecimentos proporcionou um enorme potencial de desempenho em cada área, mas como os conhecimentos são muito especializados, precisa-se também de uma metodologia, uma disciplina, um processo para transformar esse potencial em desempenho, caso contrário a maior parte do conhecimento disponível não se tornará produtiva; ela permanecerá como mera informação. Torna-se claro, que a “disciplina” citada por Drucker é a Gestão de Conhecimento.

Não é proposta deste trabalho criar uma nova definição sobre Gestão de Conhecimento, tão menos escolher a melhor. Baseando-se nas definições selecionadas, pode-se dizer que a Gestão do Conhecimento compreende quatro áreas de ênfase. Elas concentram a atenção em:

- Monitoração de alto a baixo e facilitação de atividades relacionadas ao conhecimento;
- Criação e manutenção da infra-estrutura do conhecimento;
- Renovar, organizar e transformar ativos de conhecimentos;
- Utilizar os ativos de conhecimentos para compreender o seu valor.

E os objetivos da Gestão do Conhecimento são:

- Fazer com que as organizações ajam tão inteligentemente quanto possível para assegurar sua própria viabilidade e sucesso global;
- Compreender o melhor valor de seus ativos de conhecimento.

Atingir essas metas na prática - com o envolvimento de todas as áreas de atividades da empresa - não é fácil. Torna-se mais complexo ainda quando a administração decide integrar e gerir sistematicamente as importantes atividades relativas à Gestão do Conhecimento. Cada empresa tende a ser única e as opções para gerir o conhecimento são inúmeras. Além disso, uma vez que a Gestão do Conhecimento é ainda relativamente nova, a disponibilidade de modelos padronizados ou praticados ainda é limitada. Assim, abordagens por encomenda são freqüentemente



planejadas para assegurar à empresa as melhores e mais aplicáveis soluções, e isto aumenta a complexidade. Mesmo com todas essas dificuldades, estão surgindo estratégias bem estabelecidas, modelos de prática e opções técnicas para aliviar a dificuldade de procurar a Gestão do Conhecimento. Afinal, a alta administração concentra o foco nesse rumo. É neste contexto que surge o profissional do conhecimento, responsável pela organização e contextualização do conhecimento empresarial.

## 2.2 – Etapas de Gestão do Conhecimento

Diversos autores têm procurado definir e categorizar as diversas atividades relativas à Gestão do Conhecimento, atividade difícil devido às diferenças culturais, geográficas e práticas encontradas nas empresas, como também pela Gestão do Conhecimento ser considerada ainda uma novidade, dificultando assim a disponibilidade de modelos padronizados ou práticas com sucesso bem documentadas.

Mesmo assim, têm-se procurado fixar parâmetros pelos quais a Gestão de Conhecimento possa ser definida, para que se tendo definido esses parâmetros, possam-se especificar, desenvolver e implantar processos atuando em cada um desses parâmetros.

Este trabalho se baseia na Visão Stollenwerk (STOLLENWERK, 2001), embora existam outras visões na literatura, como Visão Alavi (ALAVI, 1997), Visão Fayyad (FAYYAD, 2000), Visão Ruggles (RUGGLES, 1995), Visão Tiwana e Visão Microsoft (MICROSOFT SOLUTIONS, 2000).

Em (STOLLENWERK, 2001), a autora analisou os principais modelos de Gestão de Conhecimento e de planejamento estratégico, permitindo à autora identificar e agrupar os processos por afinidades de conceitos e estabelecer um modelo genérico para esta atividade, como mostrado na Figura 1.

Para a composição do modelo genérico, foram identificados sete processos que devem ser considerados na gestão do conhecimento, que são: identificação, captura, seleção e validação, organização e armazenagem, compartilhamento, aplicação e criação.

Entende-se por:

- § Identificação – é o primeiro processo do modelo genérico, no qual são identificadas as competências críticas para o sucesso da organização



(competências essenciais). Segundo a autora (STOLLENWERK, 2001), o processo de identificação pode ser desdobrado nas seguintes etapas:

- Criação de uma agenda de competências essenciais voltadas tanto para os negócios existentes quanto para os novos negócios, tanto as existentes quanto as necessárias.
- Identificação das diferenças existentes entre as competências existentes e as necessárias.
- Desdobramento das competências essenciais existentes e necessárias nas áreas de conhecimento que as sustentam (mapeamento de conhecimento).
- Identificação das fontes internas e externas associadas às áreas de conhecimento mapeadas (páginas amarelas, diretório de especialistas internos e externos, acervo bibliográfico, memória técnica, procedimentos e normas, etc.)
- Proposição de soluções para eliminar ou reduzir as diferenças entre as competências existentes e as necessárias.

§ Captura – O processo captura é a aquisição de conhecimentos, habilidades e experiências necessárias para criar e manter as competências essenciais e áreas de conhecimento selecionadas e mapeadas. As etapas deste processo são:

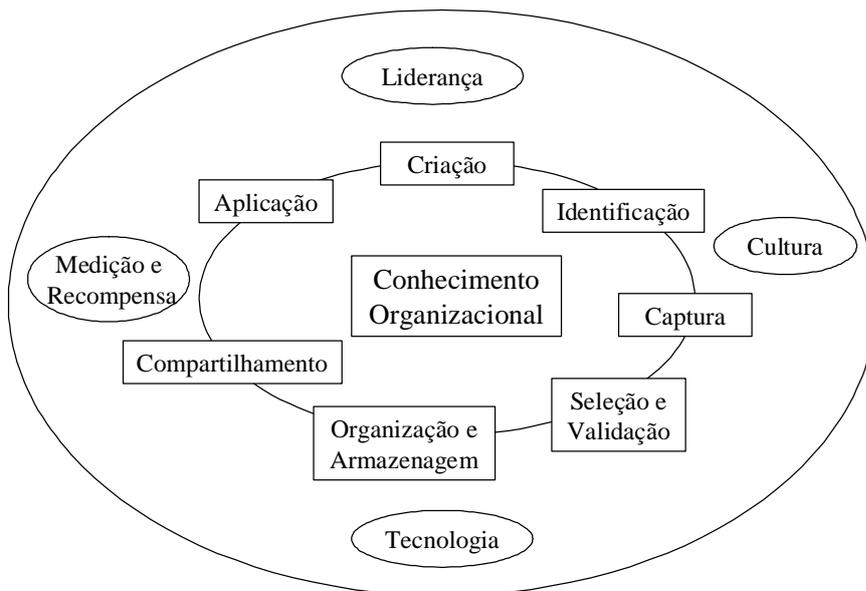
- Identificação das fontes internas e externas
- Seleção das estratégias de aquisição
- Aquisição
- Formalização e recuperação do conhecimento

§ Seleção e Validação – Esta etapa visa filtrar o conhecimento, avaliar sua qualidade e sintetizá-lo para fins de aplicação futura, pois nem todo conhecimento gerado, recuperado ou desenvolvido deve ser armazenado na organização.

§ Organização e Armazenagem – Este processo é responsável por garantir a recuperação rápida, fácil e correta do conhecimento, por meio da utilização de sistemas de armazenagem efetivos.



- § Compartilhamento: Acesso e Distribuição – A prática das organizações demonstra que muitas informações e conhecimentos permanecem restritos a um grupo pequeno de indivíduos. Além disso, mesmo quando disponíveis, não estão em um tempo hábil, nem no local apropriado, tornando a facilidade de acesso um ponto crítico do processo de compartilhamento. No que diz respeito à distribuição do conhecimento, ocorre a necessidade da implantação de algum mecanismo capaz de disseminar o conhecimento automaticamente para os diversos interessados, de forma que um novo conhecimento ou informação seja rapidamente notificado a quem necessite.
- § Aplicação – Ainda que os conhecimentos, as experiências e as informações estejam disponíveis e sejam compartilhados, é fundamental que sejam utilizados, e, além disso, aplicados a situações reais da organização, de modo a produzir benefícios concretos como melhoria de desempenho, lançamento de novos produtos e conquista de novos mercados.
- § Criação – O processo de criação de um novo conhecimento envolve dimensões como: aprendizagem, externalização do conhecimento, lições aprendidas, pensamento criativo, pesquisa, experimentação descoberta e inovação. Uma questão discutida na literatura é se há uma diferença significativa entre as ações de captura do conhecimento já existente na organização e as de criar novo conhecimento. Ao analisar-se tal questão, constata-se que a aprendizagem de novos conhecimentos, habilidades e experiências é uma excelente maneira de mudar os comportamentos, os pensamentos, as atitudes e as crenças no âmbito das organizações. Dentre as principais fontes para criação de novos conhecimentos, apontam-se: auto-aprendizagem; aprendizagem por meio de especialistas, relacionamento com clientes, fornecedores e concorrentes, aprendizagem por meio da experimentação e a adoção do pensamento sistêmico e criativo.



**Figura 1 - Modelo Genérico de Gestão do Conhecimento (STOLLENWERK, 2001)**

Ainda há os fatores facilitadores da gestão do conhecimento, como liderança, cultura organizacional, medição e avaliação e a tecnologia da informação.

Os processos de Gestão do Conhecimento foram mostrados conforme a visão dos autores. Deste ponto em diante usaremos os processos definidos por Stollenwerk, devido ser um modelo genérico de Gestão do Conhecimento com alto potencial de aplicabilidade, fruto de uma análise comparativa de conceitos e modelos de gestão do conhecimento.

### 2.3 – Gestão do Conhecimento Científico

A Gestão do Conhecimento não está sendo aplicada somente nas empresas. A comunidade científica despertou para a necessidade de gerenciar e armazenar o intercâmbio realizado entre pesquisadores, seja feito sob a forma documental, como relatórios técnicos, artigos, revistas e livros, ou sob a forma interativa, através de aulas, seminários, experimentos e pesquisas de campo. Através deste intercâmbio é que novos conhecimentos são gerados e agregados à instituição de pesquisa.

Devido à sua particularidade e da maneira de como o conhecimento científico é criado, as ferramentas de suporte à Gestão de Conhecimento Científico necessitam ser diferentes das encontradas em meios empresarias.

Dados científicos são mais complexos que dados comerciais e operacionais, tanto em significado – pois um dado científico está relacionado com múltiplas variáveis ou dimensões - quanto em uso e manuseio. Devido a isto o seu gerenciamento necessita



uma atenção maior em relação à semântica. Além do mais, ambientes científicos não compreendem apenas dados. Um conjunto de programas é usado para realizar sofisticadas simulações de processos físicos, químicos e biológicos ou implementar funções e rotinas de processamento de dados. Diferentemente das aplicações transacionais convencionais, estes programas são extremamente complexos, usualmente são executados em plataformas (“hardware”) específicas e consomem um longo tempo de execução, e muitos desses ambientes foram customizados para se adequar a cada organização, dificultando a integração com outros sistemas. Esta integração ainda é dificultada porque cada sistema compreende sua própria sintaxe, descrição semântica e um conjunto de operações que possuem diferentes requisitos e tempo de resposta.

Devido ao custo do dado científico, tanto em termos de tempo (quantidade de tempo utilizado para que este dado tenha sido obtido, tratado, consolidado e avaliado), quanto em termos de recursos (ferramentas computacionais, sensores, laboratórios e recursos humanos), este necessita ser reutilizado e as informações obtidas através deste dado necessitam ser disseminadas para toda a comunidade, evitando-se assim que soluções já alcançadas sejam repetidas, evitando-se assim o gasto desnecessário.

Processos científicos, por serem na maioria das vezes criativos, não costumam seguir padrões de processos ou práticas. Em geral, as atividades executadas em um domínio comercial são bem definidas, bem como o conhecimento para a execução de cada uma dessas atividades, enquanto as atividades científicas, principalmente na fase da experimentação, são constituídas de seqüências de tentativas, pois o domínio de atuação não é totalmente conhecido. Ou seja, o conhecimento científico é construído gradativamente conforme os resultados de algumas atividades e pode sofrer constantes alterações. Segundo CHIN e LEUNG (2002) o projeto e execução de atividades científicas são altamente repetitivos e cientistas geralmente mantêm o modelo projeto e informações sobre a execução dos processos científicos em suas mentes e em notas não oficiais, como cadernos e papéis avulsos. Com isto, surge a necessidade de - além de representar o dado, a informação e o conhecimento - representar como foi o processo de criação deles, bem como as competências necessárias para a sua criação.

A colaboração em ambientes científicos é mais restrita e ocorre entre um pequeno número de pessoas que atuam em um mesmo grupo, tratando ou pesquisando itens mais específicos do domínio de atuação.



Tendo em vista que o conhecimento científico é gerado a partir de atividades de pesquisa, podemos dizer que o conhecimento científico é gerado a partir da análise de dados científicos, colaboração e cooperação entre pesquisadores e publicação dos resultados das pesquisas. A necessidade de gerenciar esse conhecimento é fundamental porque instituições de ensino e pesquisa enfrentam alguns problemas, ora exclusivos, ora de maior grau, comparados a instituições comerciais. Destes problemas, podemos destacar:

- § A instituição não sabe quem tem determinado conhecimento, e como ele é representado;
- § Grande “movimentação” de pessoas em grupos de pesquisas ocasionando perda de conhecimento, seja por saída de alunos, aposentadorias, doutorados sanduíches, deslocamentos, dentre outros;
- § Nível de conhecimento heterogêneo;
- § Reinvenção de soluções e repetição de erros;
- § Perda do Conhecimento da Área de Atuação – com isto, perde-se ou diminui-se a possibilidade de colaboração e cooperação entre grupos de pesquisas externos e demais instituições;
- § Conhecer-se a si próprio (suas fraquezas e suas forças) – conhecendo seus pontos fracos e fortes a instituição poderia se posicionar melhor, fazendo planejamentos e estratégias para continuar ou melhorar a sua posição atual, e viabilizar uma contínua disseminação de conhecimento, e aumentar a interação e colaboração interna.

Pelos motivos citados acima, projetos de gerência de dados, informações e conhecimentos científicos estão surgindo para o controle e uso de tais elementos. Além disso, torna-se necessário implantar a Gestão do Conhecimento para que:

- § O capital intelectual da instituição não fique associado exclusivamente a pessoas que detêm o conhecimento crítico, mas que seja distribuído entre os membros de uma equipe de pesquisa;
- § Seja possível a identificação de áreas de conhecimento com escassez de profissionais e assim planejar uma forma de adquirir este conhecimento, seja por treinamento ou contratação de pesquisadores externos;



§ Torne-se possível o constante acompanhamento do nível de conhecimentos de cada pesquisador.

Assim sendo, o desafio para a área de Tecnologia de Informação e seus profissionais é identificar as tecnologias que apóiem a comunicação e a troca de idéias e experiências, facilitando e incentivando as pessoas a se unirem, a participarem, a tomarem parte em grupos e comunidades, e a renovarem seus conhecimentos. Desta forma, o desafio passa a ser expandir o suporte a processos científicos para o suporte a competências<sup>4</sup>.

## 2.4 – Tecnologias de Apoio à E-Ciência

Atualmente, existem várias tecnologias que apóiam a e-Ciência. Dentre eles, podemos destacar: Sistemas de Banco de Dados Distribuídos e Heterogêneos (SBDDH), linguagens para padronização de dados científicos, Sistemas Gerenciadores de Modelos (SGM), Sistemas Gerenciadores de “Workflows” Científicos (SGWC), Bibliotecas Digitais (BD), Sistemas Integradores e Ontologias Alguns projetos integram mais de um tipo de solução e ainda pode-se observar a utilização de ferramentas de CSCW para auxiliar o trabalho científico cooperativo.

Referente a sistemas gerenciadores de dados científicos, trabalhos como (CHEN e MARKOWITZ, 1995) e (JOHNSON, FOTOUHI et al., 1994) relatam a alta complexidade envolvida na utilização de modelos de dados convencionais, tais como o relacional ou hierárquico, para representação de dados e experimentos científicos, ou até modelos mais ricos semanticamente, como o modelo Orientado a Objetos pois não conseguem mapear todas as fases de um trabalho científico (CHEN e MARKOWITZ, 1995). Dificuldades em: i) como lidar com a representação do dado em vários formatos digitais e formas; ii) como descrever modelos; iii) como monitorar o uso dos dados, modelos e programas e iv) acompanhar a dinâmica evolução do dado conforme aplicação e conceitualização estão parcialmente sendo resolvidas por tecnologias como Sistemas de Banco de Dados Distribuídos e Heterogêneos (SBDDH), Sistemas Gerenciados de Modelos (SGM) e Sistemas Gerenciadores de Workflows Científicos (SGWC).

---

<sup>4</sup> Neste projeto, entende-se por competência o conjunto de conhecimentos e habilidades de um profissional, sem levar em consideração a ética.



Algumas das tecnologias que apóiam a e-Ciência, como alguns exemplos de uso, serão mostrados a seguir. Vale lembrar que não é intuito deste trabalho fazer um levantamento exaustivo de tecnologias para a e-Ciência.

#### **2.4.1 – Sistemas de Banco de Dados Distribuídos e Heterogêneos**

Os problemas referentes a como lidar com multi-representações e acompanhar a evolução dos dados, está sendo parcialmente resolvido pelo uso de SBDDHs, como enfatizado por (SHETH e LARSON, 1990) e (ELMAGARMID, RUSINKIEWICZ et al., 1999). Como exemplos de SBDDH podemos citar o LabBase (BONNER, SHRUFU et al., 1996), Chimera (FOSTER, VÖCKLER et al., 2003), DODS (GALLAGHER e MILKOWSKI, 1995), Morpho (HIGGINS, BERKLEY et al., 2003) e o XBio System (KAMEL, SONG et al., 1993).

O LabBase é um SGBD especializado para ser utilizado em laboratórios de genoma e o LabFlow-1 é um banco de dados de “benchmark” que testa a usabilidade de gerenciadores de bases de dados, servindo como base para a criação de sistemas de workflows sobre estas bases.

O XBio System utiliza intensamente a tecnologia de banco de dados federados para prover um ambiente integrado para auxiliar as consultas de seqüências de DNA na área de biologia molecular. Neste sistema, cada usuário está relacionado a uma visão federada.

O Distributed Oceanographic Data System (DODS) também lida com diversas bases heterogêneas de dados. Essencialmente, ele define um protocolo de acesso a dados que inclui tanto uma interface funcional para sistemas de dados quanto um modelo para representação dos dados. Ele foi projetado para integrar aplicações científicas existentes e sistemas gerenciadores de recursos (“workflows”). Os programas de modelos de análises de dados são ligados a um ou mais programas através de bibliotecas de API e suporta comunicação ponto-a-ponto entre aplicativos e repositórios de dados, sendo assim, a agregação e consolidação dos dados é feita pelo aplicativo ao invés dos mediadores. Entretanto, o principal objetivo de DODS é a reutilização de análises e dados que já foram criados localmente.

O Chimaera é um sistema gerenciador de dados virtuais, como os próprios autores o intitulam, que combina um catálogo de dados virtuais, para representar procedimentos de derivação de dados científicos e dados derivados, com um interpretador de linguagem de dados virtual que traduz as requisições do usuário em



definição de dados e operações de consulta no banco de dados. O Chimera utiliza serviços distribuídos de “Data Grid” para possibilitar a execução de consultas agendadas.

O principal objetivo do Morpho é facilitar o gerenciamento de dados científicos e melhorar o acesso e documentação de dados ecológicos. Esta ferramenta possibilita aos pesquisadores descreverem seus dados utilizando uma especificação de metadados, e compartilhar e publicar dados na “Knowledge Network for Biocomplexity” (KNB). Suas principais funcionalidades incluem: criação e edição de metadados utilizando uma sintaxe para troca de metadados em XML, extração automática de metadados enquanto importa dados, um editor XML que é configurado utilizando DTDs, compatibilidade com a “Ecological Metadata Language” e ferramentas de buscas.

Um exemplo no campo da bioinformática é o SenseLab (Craστο *et al.*, 2007), que possui diversos SBGDs heterogêneos integrados.

## **2.4.2 – Padronização de dados e Representação do Conhecimento**

### **Científico**

Esforços sobre uma padronização para a representação de dados científicos têm sido intensificados para tornar possível uma troca eficaz destes tipos de dados. A NSF tem exposto e mencionado padrões como NSSDC CDF (CDF, 2003), Unidata NetCDF (NETCDF, 2003) ou NCSA HDF (HDF, 2003), como mostrado pelas conferências organizadas pela NSF sobre gerenciamento de dados científicos (FRENCH, JONES *et al.*, 1990). Mas a procura por padronização não se restringe somente aos dados e está estendendo-se aos metadados, pois a disponibilidade de metadados possibilita melhores resultados de busca.

Dublin Core e Warwick Framework (DC, 2003) foram os primeiros passos na classificação de metadados. Eles definem uma estrutura que não é difícil de manter e possibilita bons resultados na busca. Padrões como FGDC (FGDC, 2003), (NATIONAL SPATIAL DATA INFRASTRUCTURE, 2003) e UDC (UDC, 2003) surgiram no intuito de categorizar informação e organizar os metadados. Entretanto, o XML (XML, 2003) está altamente sendo adotado como uma sintaxe comum para expressar estrutura para dados, e o Resource Description Framework (RDF) (RDF, 2003) é utilizado como uma camada sobre o XML, provendo semântica aos dados XML.



O ESP2NET propõe uma linguagem para descrever experimentos científicos, o SEML (ESP2NET, 2003). Esta linguagem é baseada em XML e permite capturar experimentos científicos e documentos hipermídia como uma unidade básica de informação a ser compartilhada. Uma coleção de documentos SEML podem ser vistos como uma coleção de experimentos no formato de “blogs”, que capturam um experimento inteiro pela descrição do processo e seus inter-relacionamentos, como dados de entrada e saída bem como todo o histórico do experimento para o caso de recriá-lo.

CAVALCANTI (2003) propôs um modelo conceitual para a representação de recursos, onde também representa os modelos a serem executados por serviços “web”. Esta foi uma tentativa de adequar um pouco mais de semântica em uma representação de conhecimento científico. Neste mesmo cenário, PERNAS (2004), propõe uma ontologia para a descrição de recursos científicos. MATTHEWS (2001) desenvolveu um conjunto de metadados para representar alguns conceitos científicos, os quais são utilizados no portal do CCLRC.

Uma iniciativa brasileira neste sentido foi a Linguagem de Marcação da Plataforma Lattes (LMPL) (PACHECO e KERN, 2001) que visa integrar vários sistemas de apoio à comunidade científica brasileira utilizando uma linguagem padrão, baseada em XML.

Embora esteja mais focado em se organizar informações para fins didáticos, os Learning Objects (LSTC, 2000) merecem uma atenção, pois são uma tentativa de padronização, visando o reuso, de materiais didáticos.

CHIU(2005) criou uma proposta de XML binário para ser utilizado em aplicações científicas.

### **2.4.3 – Sistemas Gerenciadores de Modelos**

Os SGMs surgiram com o intuito de solucionar os problemas relativos de como representar e gerenciar modelos (GUARISO, HITZ et al., 1996), (BANERJEE e BASU, 1993) e (BENZ e HOCH, 2003).

Um dos padrões que poderia ser utilizado para descrever modelos, apesar de não ter sido especificado com este objetivo, é o OIM (Open Information Model) (META DATA COALITION, 1999). Este é um padrão de metadados cujo principal objetivo é prover um meio de compartilhar informações entre ferramentas. Para isto, este padrão utiliza orientação a objeto, pois com o uso dos seus conceitos como herança,



polimorfismo, composição e especialização, pode-se garantir uma maior facilidade na utilização e expansão dos sub-modelos de metadados especificados pelo OIM. Existem vários sub-modelos, onde cada um destes define um modo específico de descrever metadados para a área a que diz respeito.

O ECOBAS–MIF (BENZ e HOCH, 1999) é um padrão de modelo ligado à área ecológica e de proteção do meio ambiente, cujo objetivo é estabelecer uma estrutura e uma sintaxe para a documentação de “processos” ecológicos, garantindo assim a compatibilidade entre sistemas e portabilidade de código.

A documentação feita no ECOBAS–MIF é dividida em três arquivos diferentes. O ECOBAS–MIF–Type define as declarações das equações e variáveis referentes ao modelo em questão. O ECOBAS–MIF–Specification armazena os dados que serão utilizadas por um modelo, ou seja, os dados que o arquivo ECOBAS–MIF–Type necessitará. E por último, o ECOBAS–MIF–Domain, que armazena os dados sobre o ambiente ao qual o modelo pertence.

O ECOBAS (BENZ e HOCH, 2003) é um exemplo de SGM, responsável por prover um sistema de documentação da descrição matemática de processos ecológicos. Este SGM é uma ferramenta “Web”, e possui como objetivo proporcionar um ambiente para que a declaração completa e detalhada da parte matemática de um modelo possa ser armazenada. Para isto, trabalha com o formato padrão de descrição de modelos ECOBAS\_MIF; um sistema de cadastro Web capaz de armazenar a parte matemática dos modelos no formato ECOBAS\_MIF, auxiliando a criação de novos modelos e seleção dos já existentes no formato em questão; conversores e geradores de códigos que permitam transferir os arquivos ECOBAS\_MIF em formato texto e em arquivos utilizados por sistemas de simulação.

O trabalho de (CAVALCANTI, MATTOSO et al., 2002) propõe uma arquitetura para que cientistas possam trocar dados, programas e modelos, utilizando um banco de dados orientado a objetos servindo como gerenciador de metadados.

O Environmental Decision Support System (EDSS) (FINE e AMBROSIANO, 1996) é um sistema destinado a modelagem e gerenciamento da qualidade do ar. O principal componente é a realização de simulações sobre reações químicas ocorridas entre espécies químicas encontradas na atmosfera. Este componente não é apenas um modelo, mas um ambiente completo para modelagem, onde os principais fenômenos físico e químico são preenchidos em classes e categorias bem definidas. Os cientistas



escrevem os módulos científicos como uma coleção de sub-rotinas. Isto é feito por uma linguagem convencional de programação, obedecendo a simples padrões para garantir compatibilidade com outros módulos. Os usuários podem criar novos módulos colocando os módulos a serem utilizados em um arquivo de configuração. Os módulos selecionados são então obtidos, compilados e ligados automaticamente. Para auxiliar a definição de simulações complexas, que envolvem centenas de programas, o EDSS permite ao usuário ligar os programas necessários via uma interface gráfica. A ferramenta provê quatro tipos principais de funcionalidades: inventário e controle das análises estratégicas, desenvolvimento interativo-estratégico, teste de desempenho de estratégia e otimização de estratégias.

Visando não apenas controlar a execução dos modelos, mas a qualidade de suas implementações, PARASHAR(2005) propões uma padronização para a programação de modelos em ambientes em grades computacionais.

BRITO (2005) criou uma abordagem para se gerenciar o modelo e o conhecimento científico nele acoplado.

Gerenciadores de modelos têm ganhado força no meio científico, devido o uso de modelos em vários domínios. Podemos citar ainda como um exemplo o MODAM (PAAR, 2007), ambiente de gestão e simulação de modelos agrícolas.

#### **2.4.4 – Sistemas Gerenciadores de “Workflows” Científicos**

Os SGWCs servem para definir o processo de pesquisa e acompanhar a sua execução, bem como os dados, modelos e programas utilizados na execução de cada tarefa. Como exemplo de SGWC podemos citar o BOE (CARDOSO, SOUZA et al., 2002), WASA (MEDEIROS, VOSSEN et al., 1996),(VOSSEN, WEKE et al., 1996), WOODS(SEFFINO, MEDEIROS et al., 1999), ZOO(AILAMAKI, IOANNIDIS et al., 1997),(AILAMAKI, IOANNIDIS et al., 1998), Pacific Northwest National Laboratory (PNNL) (CHIN, LEUNG et al., 2002).

O BOE (Bill of Experiments) é uma ferramenta que transforma a definição de um “workflow” de experimento em regras e através de inferência orienta o pesquisador a escolher o dado provido por outra instituição seguindo parâmetros como custo, e rapidez da entrega.

O WASA (Workflow-based Architecture to support Scientific Applications) usa "workflows" para modelar conjuntos de atividades científicas, como experimentos e sua



evolução, permitindo o reuso de partes de experimentos e gerência da execução do experimento.

O WOODS (WorkfLOw-based spatial Decision Support System) é um SGWC que trabalha em conjunto com ferramentas de SIG (Sistemas de Informação Geográficos) para prover auxílio na tomada de decisão para o planejamento ambiental, mantendo um histórico de procedimentos decisórios, modelos aplicados e escolha de parâmetros permitindo testes e comparações com alternativas estratégicas de planejamento ambiental que estão sendo planejadas. Além disso, pode-se reutilizar blocos de procedimentos de tomadas de decisão.

O Zoo é um sistema de “workflow” que tem como principal objetivo converter um “workflow” em um conjunto de objetos de dados. Para isso, há um mapeamento da especificação do “workflow” em diagramas de classes e o próprio “workflow” é gerenciado pelo esquema do banco de dados orientado a objetos.

Cientistas de computação da Pacific Northwest National Laboratory (PNNL) (CHIN, LEUNG et al., 2002) estão estudando e desenvolvendo ambientes colaborativos para solução de problemas para computação científica em vários domínios. A preocupação deste projeto tem sido um sistema que especifica uma simulação completa e modela o ambiente do usuário, possibilitando ao cientista o acompanhamento de um experimento sob a forma de um “workflow”, guardando o histórico de um experimento para acessos futuros e permitindo a reutilização de parte de um “workflow”.

GOR, K. *et. al.* (2005) propõem uma arquitetura para se executar “workflows” científicos em “grid” através de gerenciadores de “workflow” convencionais. Apesar da proposta seja interessante, não foi mostrado nenhum resultado prático ou ainda como os “workflows” a um nível mais tático ou estratégico podem se ligar aos “workflows” operacionais. RYGG (2005) também utiliza “workflows” comerciais para a gerência de “workflows” científicos, em um cenário de biologia.

Atualmente, podemos contar com alguns avançados gerenciados de workflows em ambientes de grades computacionais, como o Kepler (MCPHILLIPS *et. al.*, 2006; ALTINTAS *et. al.*, 2006) e o GridBus (SULISTIO *et al.*, 2007). Outro avanço é a facilidade em termos de mecanismos de visualização e análise de dados, como apresentado pelo VisTrails (SCHEIDEGGER *et. al.*, 2007).

Existe ainda a união de sensores com workflows, como o trabalho desenvolvido por PASTORELLO(2007).



## 2.4.5 – Bibliotecas Digitais e Gerenciadores de Conteúdo

Bibliotecas digitais e sistemas de mediadores são tecnologias que têm atraído a atenção de cientistas. As bibliotecas digitais focam principalmente em interoperabilidade e disponibilidade de informação, enquanto os mediadores enfatizam na integração e no desenvolvimento incremental de bases de dados. Metadados possuem um papel principal em ambos os casos, nas bibliotecas digitais metadados são pesquisados diretamente por palavras-chaves ou textos descritivos, enquanto a maioria dos sistemas baseados em mediadores utiliza uma linguagem de consulta declarativa para expressar as consultas (BUNEMAN, RASCHID et al., 1997).

Bibliotecas digitais lidam com diversas questões relativas ao gerenciamento de grandes coleções de documentos distribuídas na Internet, bem como a categorização dos mesmos conforme utilização e importância em um domínio de pesquisa. Algumas destas questões são: a heterogeneidade de usuários, repositórios de informações, tipos de serviços prestados, bem como a especificação de formatos de metadados para indexar os documentos por estrutura, semântica e conteúdo - incluindo informações multimídia, mapas, imagens, vídeos, dentre outros tipos de dados não-convencionais.

Diversos projetos surgem, como por exemplo, a “Net Academy” (LINCKE, SCHMID et al., 2003) e bibliotecas digitais de universidades americanas e neozelandesas, como as de Illinois (ILLINOIS, 2003), Berkeley (BERKELEY, 2003), Standford (STANDFORD, 2003), Michigan (MICHIGAN, 2003), Carnegie-Mellon (CARNEGIE, 2003), Santa Bárbara (UCSB, 2003) e Waikato (WAIKATO, 2003).

A “Net Academy”, uma plataforma “Web” de pesquisa desenvolvida para a comunidade científica, funciona como uma grande biblioteca digital orientada a assunto, utilizando agentes inteligentes, mecanismos de busca e atualização, mecanismos de inferência, hipertextos e vocabulários de termos. Os projetos de Illinois e Berkeley estão desenvolvendo serviços para múltiplos grupos de usuários (necessidades educacionais, entretenimento, etc.). A biblioteca digital de Illinois foca-se na indexação semântica e busca em documentos de SGML usando conceitos espaciais. A biblioteca digital de Berkeley já enfatiza o uso da linguagem natural, reconhecimento ótico e técnicas de geo-referência para melhorar a indexação de documentos multimídia. Um projeto com motivações similares é a biblioteca digital de Alexandria da Universidade da Califórnia, em Santa Bárbara. O processo de combinação de documentos e reuso de informações e aplicações são um dos objetivos deste projeto. Um modelo de



documento é considerado para sobrepor múltiplos níveis de conteúdos a um documento. Os projetos de Michigan e Stanford focalizam no desenvolvimento de serviços apropriados de mediação/“gateway”, permitindo a interoperabilidade entre diferentes redes (http, telnet, etc.) ou protocolos específicos (Z39.50, ODBC, etc.) utilizados nas fontes de informação e entre os agentes cooperativos. Eles extraem as representações necessárias para manipular a heterogeneidade de dados e metadados de diferentes serviços de busca. O projeto da biblioteca digital de Waikato possui um sistema de indexação de texto e pesquisa para grandes coleções de textos, utilizando também técnicas de CSCW para facilitar a colaboração durante a localização e criação dos documentos.

O ambiente FERRET (HANKLIN, DAVIDSON et al., 2003) oferece acesso “on-line” a dados climatológicos contidos em conjuntos de dados distribuídos por diversas instituições. O dados incluem observações da superfície marinha, análise do ar, observações de satélite, correntes oceânicas, ondas de calor e outros dados retirados de observação ou derivados de outros dados. Este sistema permite visualização e extração interativa de dados provenientes de sistemas GRID, permitindo ao usuário escolher o conjunto de dados, visões e localização de interesse conforme espaço e tempo. A localização e o tempo podem ser melhor refinadas pelas operações de “zoom” e “pan” através do mapa e através de campos textos usados para especificar localizações precisas. FERRET provê uma coleção de transformações básicas, incluindo derivadas, integrais, cálculos estatísticos, localizadores de valores, e outras funções. Este sistema é essencialmente uma ferramenta sofisticada para visualização de dados, não utilizando mediadores ou aplicativos que permitam realizar a simulação de programas.

CalFlora (CALFLORA, 2003) é uma organização sem fins lucrativos que auxilia na construção de uma base e biblioteca digital para distribuição de informação de plantas na Califórnia, tendo por objetivo prover acesso ao dado necessário para identificar questões críticas na conservação da diversidade da flora, analisar as conseqüências do uso da terra e mudanças ambientais ocorridas pela distribuição de espécies nativas e exóticas. Esta biblioteca possui dois componentes: a “CalPhotos”, onde há fotos de plantas e ambientes, e “CalFlora Occurrence Database” que possui informações sobre as plantas, vida e lugares onde habitam (HOUSE, 2002).



O banco de dados de fotos contém mais de 20.000 imagens de plantas da Califórnia obtidas a partir da Califórnia Academy of Sciences e outras organizações. Nesta base há metadados sobre as fotos, como nome científico da planta, taxonomia, data e local da foto, instituição de origem (que cedeu a fotografia), nome do fotógrafo e informação de contato, e ligação para registros com a mesma taxonomia.

O banco de dados sobre ocorrências contém mais de 800.000 registros de observação das espécies de plantas da Califórnia. Registros de ocorrência incluem nome da taxonomia, observador, instituição, data, tipo de observação, documentação, local e nome do observador. Estes dados servem para documentar a distribuição da taxa de plantio sobre um estado e mudanças no decorrer do tempo. Os dados inseridos na base são úteis para o aumento do conhecimento sobre a flora local, determinando o estado corrente das plantas da Califórnia e tornando acessíveis os efeitos e potenciais efeitos das ações feitas.

CSU (CSU, 2002) é um projeto que tenta representar conhecimento publicado, principalmente o encontrado em artigos de pesquisa, diretamente em um sistema especialista e criar o meta-conhecimento necessário para organizar o conhecimento da área de atuação.

Millennium (MILLENNIUM, 2002) é um projeto que visa organizar em uma base documentos científicos e conclusões de pesquisas internas, utilizando para isto um vocabulário estruturado (ontologia), facilitando a busca de material publicado, e o CyberLAB Knowledge Engineering System (CYBERLAB, 2002) é um gerenciador de documentos científicos, trabalhando também a parte de edição colaborativa dos mesmos. Como outro exemplo de biblioteca digital científica podemos mencionar a biblioteca digital da The Knowledge Network for Biocomplexity (KNB, 2003).

Todas as contribuições feitas no Cybrarium (CYBRARIUM, 2003) são instantaneamente publicadas sem revisão. Isto não é uma desvantagem se o usuário habilitar o filtro de não receber artigos não revistos. A publicação instantânea elimina problemas de atrasos e aumenta, conforme os autores, a natureza colaborativa do sistema. Cada leitor é encorajado a avaliar um artigo conforme três dimensões: relevância, rigor e nível de detalhe. Além disso, cada leitor pode adicionar comentários em um artigo. Os leitores são automaticamente informados via e-mail se um comentário é postado. Os artigos e seus metadados são armazenados em bases distribuídas. Novos artigos que aparecem nos jornais mais importantes na área de



Sistemas de Informação são sistematicamente incorporado no Cybrarium via um “link” externo para um resumo na página do jornal.

Uma proposta brasileira é o (E-SCIENCE, 2007), um gerenciador de conteúdo, código aberto, que permite a publicação dinâmica de conteúdos relacionados à pesquisa científica. Ela atende a demanda dos grupos de pesquisa permitindo a divulgação de seus projetos, participantes, documentos relacionados e, por fim, da instituição a que pertencem.

Além destas propostas isoladas, temos jornais eletrônicos híbridos, os quais disponibilizam conteúdo de várias áreas da Ciência.

#### **2.4.6 – Sistemas Integradores**

Sistemas integradores de informação têm como principal finalidade projetar e implementar a mediação entre usuários e fontes de dados, sendo estes últimos repositórios de documentos, bases de dados (relacionais ou orientadas a objeto) ou bases de conhecimento. Mais precisamente, a ênfase é dada em modelos e linguagens de mediadores, processamento avançado de consultas e otimização, bem como especificação de interfaces para tradução de consultas e resultados entre os mediadores e fontes de dados. Exemplos desta abordagem são os projetos: XArc (PINTO, SOUZA et al., 2002), Disco (DISCO, 2003), Le Select (INRIA, 2003), TSIMMIS (TSIMMIS, 2003), MANIFOLD (MANIFOLD, 2003), GARLIC (GARLIC, 2003), HERMES (HERMES, 2003), SIMS (SIMS, 2003), InfoSleuth (INFOSLEUTH, 2003), THETIS (THETIS, 2003).

O XArc é uma ferramenta do ambiente SPeCS responsável pela visualização de dados no formato XML. Através desta ferramenta, o usuário pode consultar fontes externas de dados, realizar consultas sobre dados geo-referenciados, e o resultado da mesma é em XML.

O Le Select é um sistema mediador distribuído para acesso a dados heterogêneos e para invocar programas processadores de dados executados em ambientes “Web”. Por uniformizar o acesso a dados heterogêneos, suportando o acesso a vários tipos de fontes de dados, e promover a integração de diversos tipos de dados, este sistema está sendo utilizado em ambientes científicos.

GARLIC e DISCO baseiam-se no modelo de objeto e linguagem de consulta do padrão ODMG (ODL e OQL), tendo por objetivo o acesso uniforme de dados multimídia e no processamento de consultas quando as origens de dados podem não



retornar respostas, por exemplo, devido a problemas de rede. MANIFOLD e TSIMMIS utilizam duas arquiteturas de integração além de utilizar mediadores para visualização das fontes de dados e o uso de estratégias para o processamento de consultas. A primeira arquitetura estende o modelo CLASSIC de lógica descritiva para integrar bases de dados relacionais e sistemas legados em ambientes “Web”. A segunda arquitetura propõe o uso de um modelo auto-descritivo e uma linguagem de consulta (OEM e LOREL) para a integração de origens de dados estruturados e semi-estruturados. Deve ser enfatizado que os sistemas descritos anteriormente resolvem discrepâncias operacionais das fontes de informação (por exemplo, heterogeneidade de linguagens de consultas) pela descrição e uso das várias capacidades das linguagens de consultas nativas das fontes ao nível do mediador.

HERMES e SIMS enfatizam principalmente a modelagem de domínio e deduções utilizando a tecnologia KRRS (por exemplo, HKB, LOOM). Eles provêm uma integração inteligente de informação pela inferência de novo conhecimento por dados já existentes. Estes sistemas também selecionam dinamicamente origem de informações e executam uma consulta semântica para otimizar a execução de consultas nas fontes de informações locais. Para realizar a localização dinâmica das fontes de dados, o InfoSleuth integra a tecnologia de agentes inteligentes e padrões de comunicações como KQML/KIF.

THETIS é o sistema utilizado para o gerenciamento de informações sobre as zonas costeiras do Mar Mediterrâneo (CZM, 2003), utilizando as tecnologias de biblioteca digital e mediadores, possibilitando os pesquisadores a visualizarem, consultarem e armazenarem dados em diversos formatos.

#### **2.4.7 – Ontologias**

Atualmente estão surgindo projetos para estabelecer vocabulário comum com relacionamentos e restrições entre seus termos, conhecidos como ontologia, de maneira que permita a integração de sistemas e fontes de informações. Um exemplo é a ontologia criada no projeto Cybrarium (CYBRARIUM, 2003), cujos autores concatenaram algumas linhas filosóficas para construir um meta-esquema de conhecimento científico, sobre o qual é criada a ontologia do projeto (HARS, 2001).

Mais importante do que a ontologia em si é o uso que se faz dela. FREITAS E BITTENCOURT (2002) utilizam uma ontologia de domínio para a extração de informações de auxílio ao pesquisador na “Web”. O sistema MASTER-Web (Multi-



Agent System for Text Extraction and Retrieval over the Web) foi projetado para recuperar, reconhecer e extrair dados de páginas pertencentes a uma determinada região (ou “cluster”). Uma região se caracteriza por possuir um conjunto de entidades inter-relacionadas, onde cada instância de uma entidade é representada por uma ou mais páginas. O meio científico, por exemplo, possui entidades como eventos, pesquisadores, artigos, etc. Cada agente responsabiliza-se por uma entidade, e eles colaboram entre si, aproveitando o relacionamento existente entre as classes, e, por conseguinte, entre as páginas. Por exemplo, num evento (representado por uma página de chamada de trabalhos ou "Call for Papers" - CFP), existem âncoras para páginas de pesquisadores, institutos de pesquisa e vice-versa.

#### **2.4.8 – Colaboração**

Pode-se ver também uma preocupação em gerenciar o conhecimento tácito, e de certa maneira possibilitar a troca do mesmo através de ferramentas de auxílio a colaboração. O Pacific Northwest National Laboratory (PNNL) (CHIN, LEUNG et al., 2002), anteriormente citado, está desenvolvendo e integrando um ambiente de ferramentas colaborativas, chamado CORE (Collaborative Research Environment) (SCHUR, KEATING et al., 1998), para auxiliar tanto a pesquisa como o treinamento de mais de 200 pesquisadores do Environmental Molecular Sciences Collaboratory. Este ambiente é composto por ferramentas de reunião eletrônica (“chat”), áudio e vídeo conferência, “whiteboard” e ferramentas de transferência de arquivos, além de ferramentas para acesso remoto a um monitor (“TeleViewer”); fichas de notas do laboratório (“Notebook”); um navegador “Web” sincronizado, no qual quando um usuário abre uma página, todos os navegadores “Web” associados ao usuário são automaticamente abertos; e controle remoto de instrumentos (“Shared Instruments”).

O CLARE (WAN e JOHNSON, 1994) é um ambiente de CSCL (“Computer-Supported Cooperative Learning”) que facilita a construção de conhecimento científico através do conhecimento colaborativo. Para isto, o CLARE utiliza uma linguagem de representação semiformal chamada RESRA e um modelo de processo chamado SECAI. O CLARE é baseado na ausência de ferramentas que auxiliem os pesquisadores ou estudantes a interpretar e assimilar as informações, além da assimilação do conteúdo de textos científicos e comparação com as interpretações de outros aprendizes, possibilitando assim relacionar novas informações com as já existentes e identificar, comparar e integrar interpretações diferentes da mesma informação. Para isto, o



ambiente converte o texto científico a ser estudado em um formato de hipertexto, quebrando o texto original em diversos pedaços conforme o conteúdo do mesmo. Assim, os usuários podem fazer sumários desses pedaços de textos e compará-los com os sumários já criados.

Science Desk Project (SCIENCEDESK, 2002) é um projeto desenvolvido pela NASA possui um conjunto de ferramentas responsáveis por armazenamento e gerenciamento de dados, imagens, modelos e documentos científicos, além de ferramentas de integração e colaboração.

LAU *et al.* (2005) criaram um ambiente de colaboração em “grid”, sendo que definem como colaboração indireta o compartilhamento de recursos e a colaboração direta a comunicação assíncrona e síncrona entre pesquisadores.

Uma outra proposta de colaboração em ambientes de e-Ciência são os Colaboratórios (“Collaboratories”) (NATIONAL RESEARCH COUNCIL, 1993), que são centros interligados, nos quais os pesquisadores podem acessar instrumentos, compartilhar dados e recursos computacionais independente da localização geográfica.

Além de projetos, também surgiram algumas metodologias para a criação de sistemas de Gestão de Conhecimento. Como exemplo, podemos citar o ISKM (“*Integrated Systems for Knowledge Management*”) (ALLEN, 2003) (ALLEN e KILVINGTON, 2003), uma abordagem para auxiliar a construção de comunidades e gerenciar o conhecimento necessários em um ambiente de aprendizado e tomada de decisão em comunidades aplicados ao gerenciamento de recursos naturais.

Alguns trabalhos ainda abordam a anotação em ontologias como mecanismos de anotação, como proposto por BELOZE *et al.* (2007) e ALMEIDA *et al.* (2007).

#### **2.4.9 – Portais**

Portais são um conjunto de páginas “web” que agem como um ponto inicial para se utilizar serviços “web”. Portais científicos usualmente servem para prover informação ou publicações, ou ainda, ativar serviços ou sistemas para experimentação ou tratamento de dados.

Relacionado à portais científicos, LICAN *et al.* (2003) descreve um modelo de portal para publicações científicas.

O CCLRC criou um portal no qual são colocadas as descrições dos recursos, bem como resultados de experiências (DRINKWATER, 2003). Muitos portais estão



servindo como mecanismo central para o pesquisador executar seus próprios “workflows”, como em (XIANG, 2004).

#### **2.4.10 – Serviços “Web” e Grades Computacionais**

São inúmeros os projetos científicos que utilizam serviços “web” e grades computacionais como infra-estrutura tecnológica. Enumerá-los aqui, além de não trazer muitas contribuições, ocupariam várias páginas deste trabalho. A web e computação em grade tendem a se fundir, como afirma DE ROURE et al. (1995).

A convergência entre o “GRID Services” e “Web Services” começou a forjar-se depois da definição dos padrões OGSA e OGSF e sua implementação na versão 3.0 do Globus. Depois desta aproximação inicial para a definição de uns padrões de Serviços GRID, começou-se a trabalhar na definição de um novo padrão, o WSRF (“Web Service Resource Framework”), no qual se tenta definir um marco convergente entre Serviços GRID e Serviços Web. A primeira implementação deste padrão se realizou na última versão do Globus disponível, a 4.0.

#### **2.4.11 – “Semantic” e “Knowledge” Grid**

“Semantic Grid” é uma nova abordagem de grade computacional, tentando juntar todos os avanços obtidos com a parte de “web” semântica com a computação em grade. Na “Semantic Grid”, ontologias são aplicadas na determinação da extensão dos termos do conhecimento e nos relacionamentos entre eles. (DE ROURE *et al.*, 2003).

“Knowledge Grid” é um conceito no qual os pesquisadores visam associar técnicas de extração do conhecimento na “Semantic Grid” e permitindo que ferramentas de buscas façam referências, respondam perguntas e tirem conclusões de dados processados em grades computacionais (BERMAN, 2001). O principal projeto desenvolvido pela “Chinese Academy of Sciences”, executado pelo “China Knowledge Grid Research Group”, é um dos poucos que trabalha com a parte humana da e-Ciência, com características sociais em uma plataforma em grades computacionais (ZHUGE, 2004; FOX, 2007), mas em nenhuma publicação do grupo ficou claro que características sociais seriam estas. Atualmente este grupo trabalha na organização semântica de recursos em “grid”.

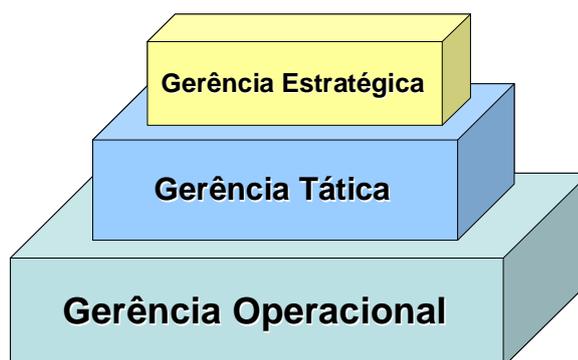
## 2.4.12 – Análise e Apóio à Decisão

Ausvit (COOPERATIVE RESEARCH CENTRE FOR VITICULTURE, 2003) é um sistema de suporte a decisão que auxilia os viticultores a alcançar altos índices de eficiência no plantio, auxiliando-os na escolha da terra, época do plantio, cultura a ser feita, reduzindo assim a perda na colheita e aumentando a qualidade da mesma.

Como apoio à decisão ao pesquisador, podemos citar o (CHIN, 2006), ambiente de colaboração o qual providencia um conjunto de visualizações para o pesquisador entender diversos cenários.

## 2.5 – Níveis de Atuação nas Diferentes Visões

Uma organização é um sistema que tem objetivos específicos e uma estrutura com recursos que devem ser administrados para atingir tais objetivos. As ações referentes à gerência em uma organização pode ser em três camadas: gerência operacional, gerência tática (ou administrativa) e gerência estratégica, como mostrado na Figura 2.



**Figura 2 - Gerência em Camadas (MORABITO *et al.*, 1999)**

No nível operacional são planejados os esforços a serem empreendidos em cada atividade ou processo da organização. As definições operacionais caracterizam-se por abranger um setor bem específico e por possuírem, em geral, um impacto limitado. O curto prazo é o horizonte de tempo no qual o nível operacional atua. Devido ao menor impacto decorrente das decisões operacionais, torna-se mais fácil a revisão periódica das mesmas, ao contrário do que ocorre com as decisões táticas e, principalmente, as estratégicas.

A execução das ações neste nível, normalmente, é realizada por técnicos sem cargos gerenciais e aprovada pela gerência intermediária. O grau de incerteza com que o nível operacional trabalha é ainda menor do que aquele enfrentado pelo nível tático.

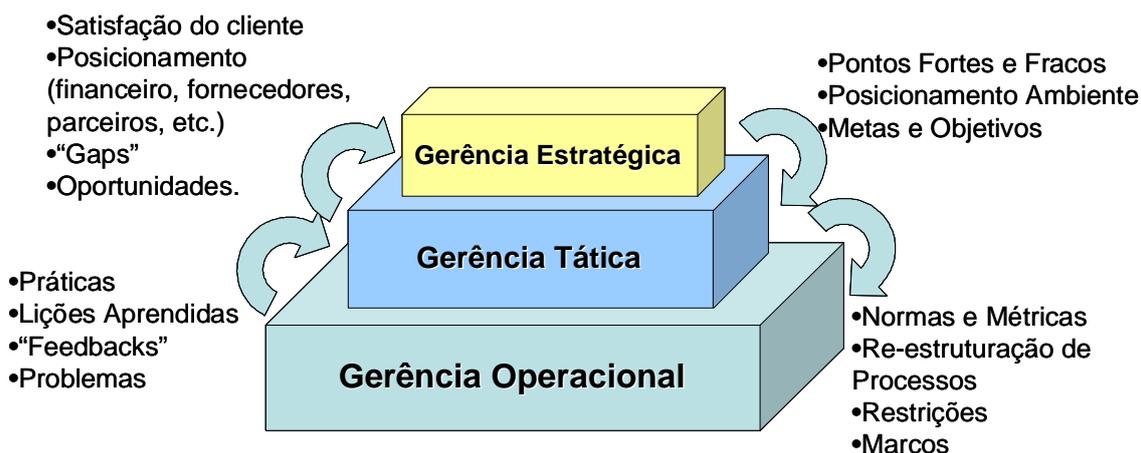


Isso se deve ao fato de que há muito pouca interação direta entre as demandas externas e as decisões operacionais. Não que estas sejam imunes aos condicionantes externos da organização. Ocorre, porém, que esses condicionantes são traduzidos em parâmetros orientadores nos níveis táticos e operacionais. Assim, enquanto as decisões estratégicas possuem um forte cunho político-social, as decisões operacionais são eminentemente técnicas. Nesta camada, a organização cria produtos e serviços para atender a uma necessidade de mercado claramente identificada.

No nível tático existe a definição da organização das pessoas que suportam os processos, definindo-se funções e responsabilidades. Neste nível existe também a controle da qualidade dos processos e sub-processos executados no nível operacional, os produtos gerados, bem como tentativas de otimização na estrutura operacional. A gerência de nível tático é responsável por guiar o nível operacional para que as metas e objetivos definidos pelo nível estratégico sejam alcançados.

Uma organização está inserida em um ambiente e precisa entendê-lo para ser capaz de superar seus competidores e realizar a sua missão. A comunicação de uma organização com o seu ambiente é através de suas estratégias. A gerência de nível estratégico é responsável por monitorar e analisar o ambiente no qual está inserido, direcionando a organização para que esta mantenha ou obtenha vantagem competitiva.

Numa visão tradicional, costumava-se atribuir à alta gerência da organização a responsabilidade pela tomada das decisões estratégicas, ficando a média gerência responsável pelo nível tático e os técnicos e supervisores de primeira linha pelo operacional (FAYOL, 1990). Atualmente, no entanto, busca-se uma maior participação dos diversos níveis hierárquicos em cada nível de planejamento. Em todas as camadas, há uma troca de informações e conhecimentos, os quais são mapeados na Figura 3.



**Figura 3 - Troca de Informações e Conhecimentos entre os Níveis**

Analisando-se organizações científicas, seja uma instituição de ensino ou pesquisa, um grupo ou um sistema produtivo local, podemos visualizar a separação dos níveis estratégico, tático e operacional, embora com algumas diferenças para o gerenciamento comercial ou industrial.

No cenário científico, a gerência operacional atua em uma área ou problema bem específicos, mas as suas ações podem ou não ser bem-estruturadas. Coleta de dados, mensuração e análise de resultados podem ser exemplos de ações estruturadas, as quais normalmente são guiadas por técnicas e métodos bem conhecidos. Um experimento seria um exemplo de uma ação não-estruturada, por atuar em um cenário não conhecido, e normalmente é feito sob tentativas e erros, sem a definição completa das ações que permeiam o seu início e término.

No nível operacional-científico existe a atuação de especialistas da área, pessoal altamente qualificado tecnicamente na área de atuação e os problemas e processos são de escopo bem específico.

O nível tático-científico normalmente é executado por pessoas com um grau maior de responsabilidade, as quais gerenciam as ações, a produção, bens ou serviços da organização científica.

O nível estratégico-científico, embora seja erroneamente pouco gerenciado, é responsável pela análise da organização em relação às demais organizações em sua área, busca e divisão de recursos, determinação de metas de crescimento (como áreas de pesquisas que devem ser encorajadas), ações de propaganda e “marketing” e análise de possíveis parcerias.

Na Tabela 1 podemos analisar as ferramentas tecnológicas e os seus usos na execução das ações, por nível gerencial no cenário científico.

**Tabela 1 - Níveis de Gerenciamento no Ambiente Científico**

<b>Nível</b>	<b>Operacional</b>	<b>Tático</b>	<b>Estratégico</b>
<b>Tecnologia</b>			
Sistemas de Banco de Dados Distribuídos e Heterogêneos	X		
Padronização de dados e Representação do Conhecimento Científico	X		
Sistemas Gerenciadores de Modelos	X		
Sistemas Gerenciadores de “Workflows” Científicos	X		
Bibliotecas Digitais e Gerenciadores de Conteúdo	X	X (dependendo do conteúdo)	
Sistemas Integradores	X		
Ontologias	X	X (Exemplo Master-Web)	
Colaboração	X	X (quando reduz custos, como no caso dos laboratórios)	
Portais	X		
Serviços Web e Grades Computacionais	X		
“Semantic” e “Knowledge” Grid	X	X (Knowledge Grid)	
Análise e Apóio à Decisão		X	X

Como observado, o nível tático e estratégico ainda possuem muito poucas soluções tecnológicas de apoio. São poucos os que ainda se atentaram que como



qualquer atividade, as científicas necessitam ser gerenciadas sob diferentes aspectos e não apenas focando no operacional. LLOYD (2005) aponta as necessidades de se gerenciar fatores como custo, qualidade, produtividade, tempo, além de se ter objetivos, restrições, requisitos e riscos bem definidos. LLOYD (2005) ainda aponta como abordagens de gerenciamento de projetos encontradas no meio comercial poderiam facilitar o projeto de e-Ciência eDiaMoND. Apesar da sua abordagem já ser um diferencial no cenário científico, ainda trata apenas da camada tática.

## **2.6 – Comparação entre os Projetos**

Ao se mapear os projetos analisados nos processos de Gestão de Conhecimento proposto em (STOLLENWERK, 2001), obtêm-se a Tabela 2.

Tabela 2 - Projetos em GC Científico e os Processos que atende

Processos Tecnologia	Identificação	Captura	Seleção e Validação	Organização e Armazenamento	Compartilhamento	Aplicação	Criação
Sistemas de Banco de Dados Distribuídos e Heterogêneos				X			
Padronização de dados e Representação do Conhecimento Científico				X			
Sistemas Gerenciadores de Modelos				X	X		
Sistemas Gerenciadores de “Workflows” Científicos				X	X		
Bibliotecas Digitais e Gerenciadores de Conteúdo				X	X		
Sistemas Integradores				X			
Ontologias				X			X (quando utilizado o mecanismos de inferência)
Colaboração				X	X		
Portais			X	X			
Serviços Web e Grades Computacionais			X				
“Semantic” e “Knowledge” Grid			X	X	X		
Análise e Apóio à Decisão					X	X	X



Através da comparação, podemos dizer que os projetos estudados, em sua maioria, atuam principalmente nas fases de “Organização e Armazenamento” e “Compartilhamento”. Os demais processos de Gestão do Conhecimento ainda são pouco tratados no cenário de e-Ciência.

## 2.7 – Conclusão

As definições apresentadas ilustram as dificuldades envolvidas e como a Gestão do Conhecimento pode originar muitas e desafiantes pesquisas. De que maneira pode-se capturar e disseminar o conhecimento em uma organização e até mesmo fazer com que as pessoas gerem novos conhecimentos?

A Gestão do Conhecimento é aplicada com o intuito de que a organização responda de forma dinâmica e eficiente às mudanças em um ambiente externo altamente imprevisível, para que os empregados de uma organização possam ser munidos de todo o conhecimento possível para executar suas tarefas e tomar decisões, colaborar entre si e disseminar o conhecimento individual, para que se este conhecimento individual seja parte significativa do conhecimento organizacional.

Mas a Gestão do Conhecimento não tem seu escopo apenas empresarial. A comunidade científica necessita gerenciar e armazenar o seu principal produto: o conhecimento científico. O conhecimento científico é gerado pelo intercâmbio realizado entre pesquisadores, seja feito sob a forma documental, como relatórios técnicos, artigos, revistas e livros, ou sob a forma interativa, através de aulas, seminários, experimentos e pesquisas de campo.

Com o propósito de auxiliar a e-Ciência, surgiram vários projetos que utilizam alguns tipos de tecnologias, os quais foram descritos neste capítulo. Diante disso, nasceu o Methexis, cuja proposta será descrita na próxima seção. Esta abordagem visa auxiliar no gerenciamento do conhecimento nos 3 níveis de gerência em uma organização científica: operacional, tático e estratégico. Desta maneira, provê no tempo certo, novos e relevantes conhecimentos para auxiliar os pesquisadores em suas tarefas. Além disso, possibilita os pesquisadores a colaborar e interagir entre si, facilitando a comunicação de pessoas pertencentes a uma mesma área de pesquisa e reunindo em um único ambiente diferentes perspectivas e “expertises” presentes na organização.



## Capítulo 3 – Proposta: Ambiente Methexis

*Neste capítulo, será apresentado o Methexis que é a proposta da abordagem de Gestão do Conhecimento em e-Ciência, tema deste trabalho. Para a avaliação desta abordagem foi construído um ambiente computacional, o qual foi embasado na metodologia CommonKads. Esta abordagem também utiliza outras metodologias, citadas nesse capítulo, para a aquisição de conhecimento e construção de ontologias. Após a explicação da abordagem são destacados os estados atuais de implementação e uso, bem como os processos de GC apoiados por esta abordagem e comparação desta solução com os trabalhos correlatos.*

O Methexis<sup>5</sup> é um ambiente computacional de Gestão de Conhecimento em e-Ciência. Para alcançar seu objetivo, esta arquitetura foi planejada focando-se nas atividades executadas em ambientes científicos, as quais foram descritas anteriormente. Para a orientação deste trabalho, foi utilizada (e expandida) a metodologia CommonKads, principal metodologia para construção de ambientes de GC. Apesar de não termos um cenário real de uso, nos embasamos nesta metodologia, avaliando seus itens e correlacionando com observações pessoais da autora sobre o cenário científico e acadêmico brasileiro. O objetivo de se utilizar a CommonKads é analisar quais os possíveis benefícios que este ambiente poderia prover como ferramenta de apoio à Gestão do Conhecimento em ambientes científicos.

Este trabalho utiliza ontologias para o mapeamento semântico entre recursos (humanos ou não). Para a construção de ontologias, nos baseamos na metodologia

---

<sup>5</sup> Methexis – Teoria da participação de Platão. Segundo Platão (427-347 AC), existem idéias (“idea”) universais, verdades, fora de nós, das quais fazemos parte. São imutáveis, não se transformam como as realidades do dia a dia, são partes da nossa verdade e das verdades do Universo. Com elas temos uma relação íntima de participação (“methexis”). Por participarmos nelas que entramos na sua categoria. Embora povoem outras esferas, manifestam-se em nós por imitação, pela “mimesis”. É assim que os paradigmas (“paradeigma”), os modelos das coisas, em nós se convertem em cópias, se bem que imperfeitas, das imagens que recebemos de fora (“eidola”). Fazendo uma analogia com o mundo científico, as verdades absolutas, os fatos, são o foco do conhecimento científico... Esta teoria não foi utilizada neste trabalho, nem o mesmo será provado por esta. Apenas utilizamos o nome.



proposta por (KINGSTON, 1994), a qual reúne algumas metodologias já conhecidas de aquisição de conhecimento e as aplica na construção de ontologias de domínio.

Toda esta abordagem é fundamentada no modelo de Gestão de Conhecimento criado por STOLLENWERK(2001), o qual foi previamente descrito.

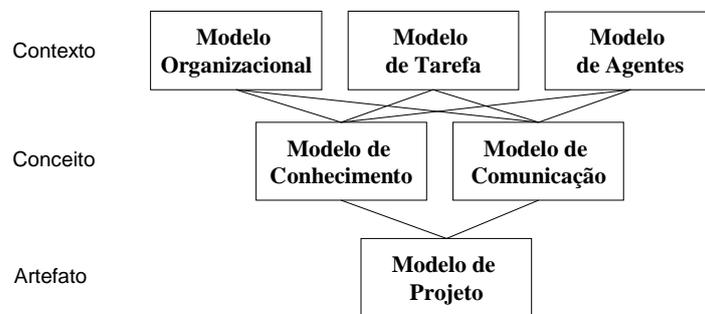
Ao longo deste capítulo, será apresentada a estrutura do ambiente proposto, permitindo o entendimento dos seus componentes, seus inter-relacionamentos e implementação.

### 3.1 – Metodologias Utilizadas

Abaixo, explicaremos as metodologias utilizadas neste trabalho. A primeira está relacionada à concepção do ambiente computacional e a outra é referente à construção de ontologias de domínio.

#### 3.1.1 – CommonKads

CommonKads (SCHREIBER, 1999) é uma metodologia que tornou-se, principalmente na Europa, uma referência no desenvolvimento de ambientes computacionais de apoio à Gestão do Conhecimento. Na CommonKADS são definidos alguns modelos divididos entre as camadas destinadas ao conhecimento do contexto, do conceito e do artefato (“software”), como mostrado na Figura 4.



**Figura 4 - Os modelos propostos pela CommonKADS (SCHREIBER, 1999)**

O Modelo Organizacional auxilia na análise de funções principais de uma organização para descobrir problemas e oportunidades no desenvolvimento de sistemas baseados em conhecimento, estabelecer suas funções e avaliar o impacto que tais sistemas podem ocasionar na organização. O Modelo de Tarefa analisa tarefas globais (atividades), suas entradas e saídas, condições e critérios de desempenho, bem como, recursos e competências necessários. Ainda na camada de contexto, o Modelo de Agentes analisa os executores de uma tarefa (agentes), sejam humanos ou sistemas computacionais, e através deste modelo ocorre a descrição das características dos

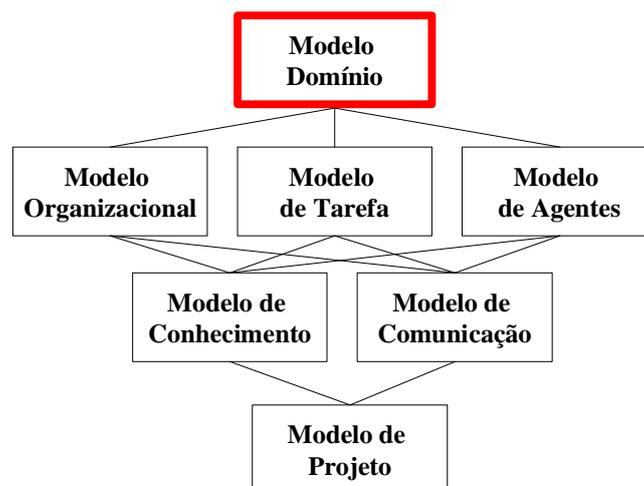
agentes, em particular suas competências, funções e responsabilidades. Este modelo também mapeia a comunicação entre os agentes.

Referente à camada de conceitos, o Modelo de Conhecimento foi proposto com o intuito de explicar, em detalhes, os tipos e estruturas de conhecimentos utilizados para se executar uma tarefa. O Modelo de Comunicação representa todas as transações realizadas entre os agentes envolvidos.

Finalmente, o Modelo de Projeto constitui a especificação técnica do projeto.

Como dito anteriormente, como a abordagem foi construída para ser abrangente e não específica de nenhum domínio, a CommonKADS não foi utilizada em nenhum cenário, mas todos os dados necessários para o preenchimento dos documentos de análise podem ser obtidos utilizando-se os mecanismos de busca e análises desenvolvidas no Methexis.

Para o cenário científico foi detectada uma necessidade para a qual esta metodologia não provê recursos: a análise do domínio, da área de pesquisa (Figura 5). Sendo assim, propomos um modelo mais geral, o qual chamamos de Modelo de Domínio. Este modelo seria especialmente útil para a análise da evolução de áreas da Ciência e identificação dos avanços em uma área desconhecida da Ciência (por exemplo, cura da AIDS), na qual estão envolvidas várias empresas ou instituições de ensino ou pesquisa. Outra possível utilidade provida por este modelo seria a análise do ambiente científico, podendo-se avaliar o desempenho de instituições em um determinado cenário, seja uma área de pesquisa, localidade geográfica, classes de problemas ou categoria de profissionais.



**Figura 5 - Necessidade de extensão da CommonKADS para o Cenário Científico**



Apesar da finalidade deste trabalho não ser a extensão da metodologia CommonKADS, implementamos alguns recursos que auxiliam nas análises propostas para o Modelo de Domínio.

Devido à necessidade de integração entre sistemas ou de uma maior semântica, no cenário científico tem-se usado ontologias como um mecanismo de representação do conhecimento. Prevendo isto, nossa abordagem também usa e provê funcionalidades para o tratamento de ontologias. Como a CommonKADS não provê modelos para a aquisição e representação do conhecimento utilizado em uma instituição, SCHREIBER(1999) criou uma metodologia para complementar a CommonKADS, englobando metodologias de aquisição do conhecimento e mecanismos de análise e representação até a construção de uma ontologia. Esta metodologia está descrita resumidamente na próxima seção.

### **3.1.2 – Construção de Ontologias**

A metodologia proposta por SCHREIBER(1999) utiliza 3 metodologias de aquisição do conhecimento: “Laddered Grid”, “Card Sort” e “Repertory Grid”.

Estas 3 metodologias, junto com um conjunto de procedimentos definidos pelo autor, servem para: criação de uma taxonomia preliminar (“Laddered Grid”); avaliação dos conceitos, propriedades, papéis, quantidades, partes e re-organização da taxonomia preliminar, criando relacionamentos mais complexos (“Card Sort”) e descoberta de novos relacionamentos (“Repertory Grid”).

Esta metodologia foi utilizada para a criação de uma ontologia no estudo de caso do GCE, a ser explicado no capítulo referente ao Estudo de Caso.

## **3.2 – A Arquitetura**

A arquitetura do ambiente é dividida em quatro camadas principais, conforme mostrado na

Figura 6, que são:

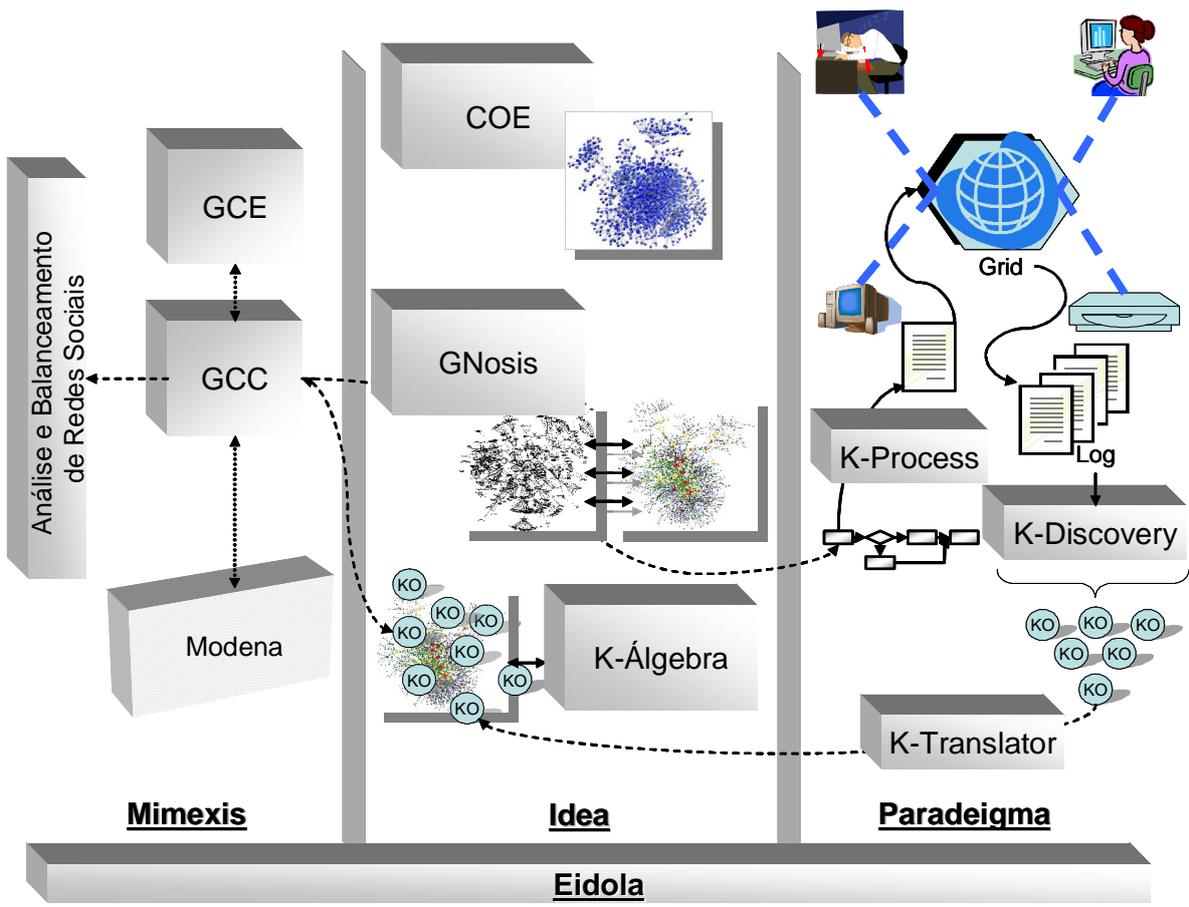
- § Eidola – Camada de integração entre os serviços providos entre as diferentes camadas;
- § Mimexis – Camada responsável por prover ferramentas de identificação de competências, análise da criação e fluxo do conhecimento, além de mecanismos de disseminação e aplicação do conhecimento. Além disto, é responsável por prover funcionalidades de apoio estratégico. O principal



foco desta camada é responder as perguntas “conhecimento de QUEM?” “conhecimento para QUEM?”. Ou seja, identificar pessoas ou instituições especialistas em um determinado assunto, quem possui perfis similares, quem precisa melhorar em certo aspecto, indicar os meios pelos quais as pessoas podem capturar conhecimento e aplicá-lo, bem como auxiliar responsáveis por um projeto ou comunidade. Esta camada é composta pelos módulos “GCC”, “GCE” e “Análise e Balanceamento de Redes Sociais”, além de ferramentas de comunicação com o ambiente gerenciador de modelos MODENA (MONTEIRO, 2006; BRITO, 2007; BRITO, 2007a; BRITO, 2006; BRITO, 2005);

- § Idea – Camada responsável pelo armazenamento e controles sobre as transformações e mapeamentos do conhecimento. Para isto, esta camada é composta pelos módulos GNosis (negociação de significado e mapeamento entre ontologias), COE (para edição e reuso de ontologias), KO (descrição de conhecimento científico) e K-Algebra (operações algébricas com o conhecimento armazenado). Esta camada é responsável por responder “QUAL é a natureza e estrutura do conhecimento envolvido?”;
- § Paradigma – Responsável pela monitoração e extração de conhecimento em grades computacionais. É composto pelas ferramentas K-Process, K-Discovery e K-Translator. Esta camada é responsável por responder “COMO o dado gerado está associado a conhecimentos já identificados?”

Cada módulo será detalhadamente explicado nos seguintes subcapítulos.



**Figura 6 - Arquitetura Methexis**

A camada Mimexis será explicada no capítulo 4, a Idea no capítulo 5 e a Camada Paradeigma no 6.

Este trabalho abriga outras teses de mestrado e projetos finais da graduação.

No Módulo GCC (Camada Mimexis), podemos destacar os trabalhos de:

- § RODRIGUES(2003) – Uma das maneiras de se identificar competências é através das publicações dos seus autores. Este trabalho é o SMiner, que minera as competências através das publicações e associa-as aos autores. Será descrito brevemente no item 4.1.1.1 –
- § KAWAMURA(2006) – Este trabalho é referente ao Módulo de Inteligência Competitiva, o qual provê ferramentas de análise e de comparação para entender como uma pessoa, setor, departamento ou instituição está colocado em relação ao ambiente externo. Sua descrição resumida encontra-se na seção 4.1.6 –.
- § BARBOSA(2006) – Este é o módulo de recomendação do GCC e será descrito na seção 4.1.7 –.



- § MARTINO(2006) – Este é um trabalho inserido no Módulo de Inteligência Competitiva e é responsável pela extração de dados dos currículos Lattes, além de ser composto por ferramentas de análise e de comparação utilizando estes dados. Sua descrição é encontrada na seção 4.1.6.2 –.
- § MACHADO(2008) – Este trabalho compreende uma metodologia de CRM Científico, bem como um módulo de suporte (Módulo de CRM Científico) que auxilia na identificação, monitoração e gerência dos relacionamentos com os clientes no meio científico. Este trabalho ainda está em desenvolvimento. Sua descrição é encontrada na seção 4.1.8 –.
- § MARTINO(2008) – Este trabalho, que ainda está em desenvolvimento, é responsável pela análise de tendências científicas e tecnológicas. Visa indicar como áreas da Ciência evoluíram, convergiram e divergiram ao longo do tempo, bem como os profissionais se posicionaram durante o desenvolvimento de tais áreas. Sua descrição é encontrada no capítulo de conclusão (seção 9.3 –).
- § SOUZA(2008) – Um conjunto de visualizações foram implementadas neste trabalho para auxiliar no processo de substituição e realocação de pessoal em ambientes científicos. Maiores detalhes podem ser obtidos na seção 4.1.3.2 –.

No Módulo GCE temos ainda o trabalho de SOUZA (2006) que utilizou a metodologia proposta por SCHREIBER(1999) na construção de uma ontologia de equipamentos.

Ainda na Camada Mimexis, temos o Módulo Análise e Balanceamento de Redes Sociais de STUDART(2008). Este trabalho é responsável pela identificação, mapeamento e análise de redes sociais científicas, com o intuito de descobrir problemas na sua formação e propor medidas para um balanceamento. Maiores detalhes, apesar de ainda estar em andamento, podem ser encontradas na seção 4.1.10 –.

Na Camada Idea, podemos destacar os trabalhos de:

- § SOUZA(2007) – Este trabalho é referente a um modelo de negociação para consenso de significado, além de um algoritmo para cálculo de similaridade entre conceitos de ontologias diferentes e uma linguagem de mapeamento de ontologias. Maiores detalhes podem ser encontrados na seção 5.2 –.



§ VILELA (2007) – Este é um editor colaborativo de ontologias em redes P2P (ponto-a-ponto ou “peer-to-peer”). A sua descrição resumida encontra-se na seção 5.1 –.

O detalhamento do problema, definição de caminhos para a solução e integração das soluções individuais foram feitos em fases distintas desta tese de doutorado (OLIVEIRA, 2005). O detalhamento das soluções específicas dos sub-módulos, como também as suas implementações, foram desenvolvidos em cada um dos trabalhos supracitados, sempre em sintonia com esta tese de doutorado.

Para explicar a arquitetura, dividimos cada camada em capítulos, como se segue.

## Capítulo 4 – A Camada Mimexis

*Neste capítulo, serão apresentados os módulos que compõe a camada Mimexis.*

Esta camada é responsável pelas principais ferramentas de Gestão de Conhecimento. Visa auxiliar o pesquisador nas principais atividades do meio acadêmico e prover mecanismos de aquisição, captura, disseminação, identificação e visualização do conhecimento encontrado em uma Instituição de Ensino e Pesquisa.

Como atividades relacionadas podem-se destacar a Gestão de Modelos Científicos e a Negociação Científica. Estas duas atividades são tratadas por MONTEIRO(2006), BRITO (2007; 2007a; 2006; 2005) e PAULA (2004), respectivamente, e por isto são fazem parte do Methexis. O Methexis provê uma integração com tais trabalhos.

### 4.1 – GCC

O GCC, acrônimo de Gestão de Conhecimento Científico, é dividido em alguns módulos, como mostrado na Figura 7.

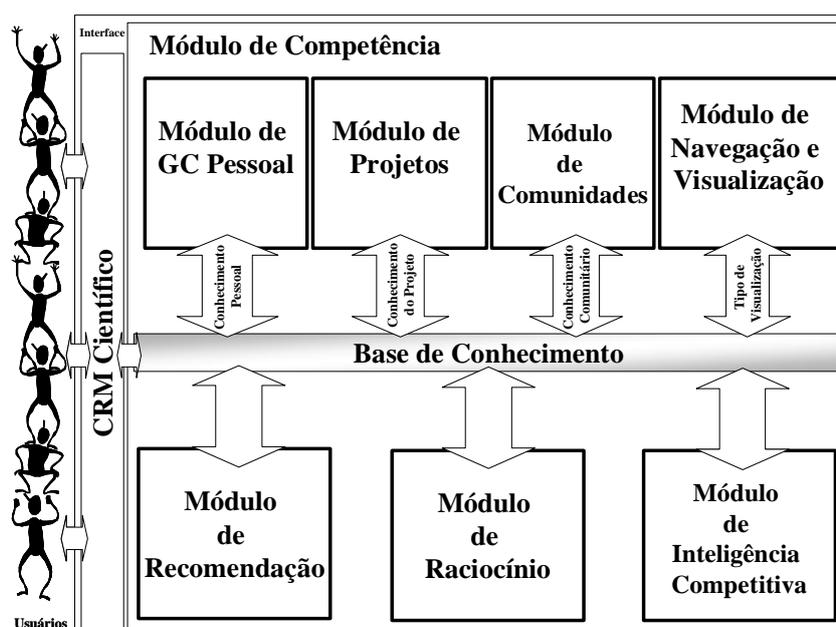


Figura 7 - Arquitetura do GCC



#### **4.1.1 – Módulo de Competência**

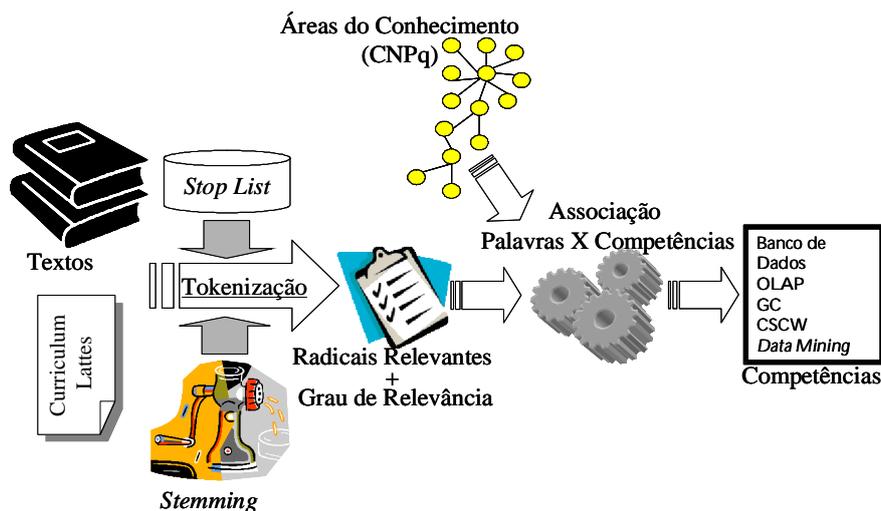
Um grande problema enfrentado na Gestão do Conhecimento é a incapacidade da organização descobrir o que ela sabe, ou seja, as competências que domina. Esta descoberta pode auxiliar bastante o processo de tomada de decisão, formação de grupos de trabalhos e o aprimoramento organizacional. Este problema é aumentado no ambiente científico pela liberdade na escolha de temas de pesquisa, pouca hierarquia, falta de estratégia e correlação dos trabalhos produzidos em uma instituição científica.

Atualmente, no GCC, a competência pode ser declarada pelo pesquisador, inferida pelo uso do GCC, extraída do Curriculum Lattes ou ainda mapeada pela mineração dos textos publicados pelos pesquisadores.

O GCC, além de identificar e mensurar as competências dos pesquisadores da instituição, apresenta-as de forma usual para a criação de novas comunidades, na indicação de pesquisadores para participação de determinado projeto e para verificar as áreas fracas e fortes da instituição, de um departamento ou de uma pessoa. Para isto, este módulo conta com outros sub-módulos, que serão descritos a seguir.

##### **4.1.1.1 – S-Miner: Mineração de Competências**

Uma abordagem para a descoberta de competências de um pesquisador é utilizar suas publicações. Identificando-se os assuntos relevantes de uma publicação, podemos inferir quais assuntos são competências dos autores desta publicação, tendo em vista que escreveram sobre o assunto. Desta forma, no GCC, os textos publicados são submetidos a um minerador e, ao final do processo de extração, é retornada uma lista de possíveis competências que o pesquisador domina, como mostrado na Figura 8. Estas competências são dispostas junto às demais (já contempladas no GCC) e armazenadas na base de dados para futuras pesquisas. O minerador utilizado nesta aplicação é denominado Sminer e foi desenvolvido por RODRIGUES (2003).



**Figura 8- As etapas executadas pelo SMiner**

Inicialmente, o texto é submetido ao algoritmo de geração de “tokens”. A Tokenização consiste na identificação de palavras (os “tokens”). Esta técnica sugere que os “tokens” sejam definidos como uma seqüência de caracteres alfanuméricos sem espaços.

Após a quebra do texto em “tokens”, o processo prossegue com a retirada das palavras que não possuem relevância significativa no texto – as chamadas “Stop Words”. O conjunto de “Stop Words” que será retirado do texto compõe a “Stop List”. Em geral, as “Stop Words” são compostas por artigos, pronomes, preposições, advérbios e outras palavras que são comuns à maioria dos textos. Esta lista de palavras irrelevantes é fortemente dependente da língua e do contexto utilizados – o SMiner suporta Inglês e Português (brasileiro).

Para realizar esta tarefa, basta elaborar uma lista (separada por língua) com todas as “Stop Words” referentes ao domínio que o sistema irá tratar. Esta lista é chamada de “Stop List” e pode ser elaborada manualmente, definindo-se as palavras que não devem aparecer no índice. Esta lista também pode ser elaborada de forma automática, a partir das palavras com grande freqüência em todos os textos, por exemplo.

O processo apresentado na Figura 9 exemplifica a etapa de preparação do texto com uma “Stop List” que contém artigos, preposições, conjunções e algumas seqüências de caracteres. As palavras que aparecem riscadas são as “Stop Words” presentes na “Stop List” (WIVES, 1997).



... Na maioria das vezes os documentos retornados pelas ferramentas de recuperação de informações envolvem um contexto mais amplo fazendo com que o usuário tenha que garimpar, ou seja, especificar ou filtrar estes documentos, o que demanda tempo e conhecimento a fim de obter as informações que ele realmente necessita.

**Figura 9- Remoção de “Stop Words” (RODRIGUES, 2005)**

A seguir, o algoritmo de “stemming” (Porter, 1997) é aplicado. Neste procedimento ocorre a eliminação dos sufixos das palavras e, desta forma, a contabilização das palavras relevantes é concebida a partir dos radicais das palavras filtradas. Isto possibilita que palavras como CONNECT, CONNECTION, CONNECTIONS, CONNECTED e CONNECTING sejam computadas apenas como CONNECT. O aplicativo suporta também “stemming” de palavras em português.

Com a retirada das “Stop Words”, as palavras restantes são consideradas filtradas: as chamadas “Relevant Words”. Após esta triagem, o procedimento seguinte é a criação de competências, a associação de cada competência com as “Relevant Words” extraídas da publicação. As competências criadas podem ser mapeadas com áreas do conhecimento contempladas na Árvore do Conhecimento do CNPq. Esta associação institui que cada área da Árvore do Conhecimento do CNPq pode ser encontrada a partir de um conjunto pré-definido de palavras e seus radicais. Esta base é recuperada a partir de um dicionário que pode ser alterado no próprio GCC, no Módulo de Competências.

A obrigatoriedade desta associação foi motivada pela concepção de que somente técnicos especializados poderão indicar quais palavras são relevantes no mapeamento de cada competência, tendo em vista que é necessário um conhecimento prévio do domínio. Esta classificação deve ser feita colaborativamente, de forma que a relevância de cada palavra seja corretamente indicada no contexto de cada competência. Uma maneira de tentar realizar o mapeamento entre competências x palavras relevantes x radicais de maneira semi-automática foi implementada no Módulo de Inteligência Competitiva, necessário quando precisamos analisar o desempenho de profissionais de domínios não conhecidos. O mecanismo de mapeamento semi-automático será detalhado em Importação e Mineração do Curriculum Lattes.

Ao final de todo processo de mineração, as competências extraídas são vinculadas aos respectivos autores (pesquisadores) e disponibilizada nos diversos



relatórios que envolvem competência do GCC, especialmente na Busca de Competências e na Busca de Publicações, abordados a seguir.

#### 4.1.1.2 – Busca de Competências

A arquitetura da busca é baseada nos dados do GCC, incluindo as competências mineradas e nos dados encontrados no Curriculum Lattes, conforme mostrado na Figura 10. As competências são pesquisadas conforme os seguintes critérios:

- § Competências Declaradas – são as competências que o próprio pesquisador julga ter e no seu suposto grau (alto, médio ou baixo) de “expertise”. Estas competências são cadastradas no Módulo do Pesquisador no GCC pelo próprio usuário.
- § Competências de Projetos – são as competências encontradas nos projetos dos quais o pesquisador faz parte ou já participou. Estas competências são armazenadas no momento de criação do projeto, no Módulo Projeto do GCC. Se um profissional participou de um projeto que necessitava de alguma competência, e este profissional executou atividades que tinham como pré-requisito tais competências, acredita-se que este pode ser um indicativo de que o profissional detenha tal competência.
- § Competências Extraídas – são as competências identificadas pelo SMiner, o qual foi descrito na seção anterior.
- § Competências de Comunidades – são as competências definidas pela(s) comunidade(s) que o pesquisador pertence, as quais são declaradas no Módulo de Comunidade do GCC. As comunidades abrigam pessoas que possuem interesses em comum sobre determinado assunto. A princípio, este é um atributo pouco relevante, mas indica se a pessoa está envolvida com o assunto ou ao menos conhece alguém que esteja.

Alguns critérios para identificação de competências são extraídos do *Curriculum Lattes*<sup>6</sup>. Devido à pouca descrição do *Curriculum Lattes*, para identificação das

---

<sup>6</sup> O Currículo Lattes é uma forma de padronização para coleta de informações curriculares, desenvolvida pelo CNPq. Hoje o Currículo Lattes é de uso obrigatório no pedido de bolsas, apoio financeiro, participação de editais, submissão de projetos e todas as atividades do cenário acadêmico. Com isto, tornou-se uma rica base que mapeia os profissionais de pesquisa no Brasil. Os dados são públicos, disponibilizados via web para consulta livre, ou em formato XML para uma instituição. No caso dos arquivos XML, a instituição apenas terá acesso aos currículos de seu pessoal.

competências utilizamos os títulos e descrições da produção bibliográfica, produção técnica, orientações e demais informações (na Figura 10, descrita como “Outros”) que são minerados em cada currículo (ver maiores detalhes em 4.1.6.2.1 –*Importação e Mineração do Curriculum Lattes*). No Lattes, extraímos como “Produção Bibliográfica” as publicações dos tipos: “Textos em jornais de notícias/revistas”, “Demais tipos de produção bibliográfica”, “Trabalhos em eventos (Resumo)”, “Trabalhos em eventos (Resumo Expandido)”, “Trabalhos em eventos (Completo)”, “Artigos publicados em periódicos (Resumo)”, “Artigos publicados em periódicos (Completo)”, “Capítulos de livros publicados” e “Livros publicados/organizados ou Edições”. Como “Produção Técnica” estão incluídas as produções derivadas de “Trabalhos técnicos”, “Softwares sem registro de patente”, “Produtos tecnológicos”, “Demais tipos de produção técnica”, “Processos ou técnicas” e “Softwares com registro de patente”. Informações importantes, mas que normalmente não se encontram preenchidas nos currículos Lattes, foram agregadas no item “Outros” e são “Orientações” (de Graduação, Mestrado ou Doutorado), a área de formação de “Mestrado” ou “Doutorado” do pesquisador, as suas “Linhas de Pesquisa” e os “Projetos” que participa.

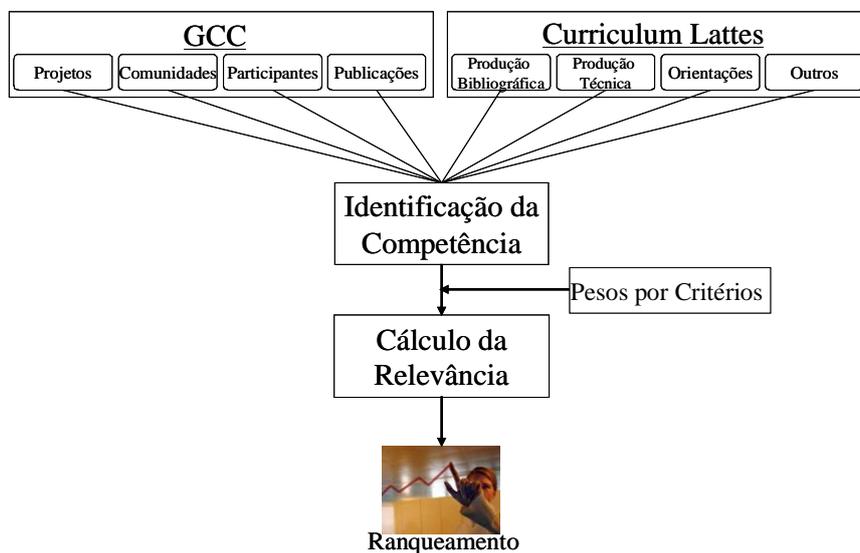


Figura 10 – Fases da Busca da Competência

Aliado a estas formas de mapear as competências, este sub-módulo considera pesos diferenciados para cada tipo de competência encontrada. Primeiramente, tais pesos eram pré-definidos, acreditando-se na importância de alguns indicadores sobre

outros. Atualmente, tais pesos são definidos a livre escolha do usuário. Esta abertura no critério de definição de pesos é importante porque o usuário que busca pessoas com determinada competência, ou conjunto de competências, pode priorizar a experiência profissional (via Projetos) ou participação acadêmica (via Publicação ou Orientação), por exemplo, bastando dar maior peso para os critérios escolhidos.

Ao contabilizar as competências descritas acima, o sub-módulo de Busca de Competências identifica na Árvore do Conhecimento do CNPq os níveis em que cada tipo de competência se encontra. Ao descobrir estes níveis, é possível mapear a relevância de cada pesquisador mediante as competências buscadas e, desta forma, reportar uma lista com os pesquisadores que possuem as habilidades procuradas.

Por outro lado, tinha-se previsto caso a Busca de Competências não encontrasse os níveis exatos, ou seja, se algum tipo de competência não estivesse diretamente associado à Árvore do Conhecimento do CNPq, a Busca de Competências percorreria a árvore subindo os níveis até a raiz. Neste caso, não haveria adição de pesos, dado que este recurso somente seria empregado na falta de competência diretamente associada. Este último recurso não foi implementado devido à extensão da consulta e do mau desempenho. Na Figura 11 encontra-se um exemplo de busca de competências e seus resultados.

**Gestão de Conhecimento Científico**  
Missão | Usuarios on-line | Sugestões | Lin

Administrador: Jonice de Oliveira Sampaio

Projeto | Participante | Comunidade | Visualização | Competência | Inteligência Competitiva | Ferramentas Administrativas | Sai

**Busca por Competências**

**Competências Disponíveis (Área de Conhecimento)**

- E-Gov (Banco de Dados)
- Eng. Requisitos (Engenharia de Software)
- Geometria Dinâmica (Física Matemática)
- Gestão de Conhecimento & Instituições de Ensino (Banco de Dados)
- Gestão do Conhecimento (Banco de Dados)
- Grid (Banco de Dados)

**Critérios de Seleção**

Gestão do Conhecimento (Banco de Dados)

**Usuários x Competências**

**Critérios de Seleção:**

Consulta: Gestão do Conhecimento (Banco de Dados)

Declaradas: 1

Projetos: 1

Publicações: 1

Comunidades: 1

Produção Bibliográfica: 1

Produção Técnica: 1

Orientações: 1

Outros: 1

Atualizar

Nome	Lattes	Relevância	Tipos de Competências							Out
			Declaradas	Projetos	Publicações	Comunidades	Produção Bibliográfica	Produção Técnica	Orientações	
<a href="#">Melissa de Souza Machado</a>		5	✓	✓		✓				
<a href="#">Jano Moreira de Souza</a>		4	✓	✓		✓				
<a href="#">Jonice de Oliveira Sampaio</a>		4	✓	✓		✓				
<a href="#">Simar Jose Massulo de Abreu</a>		2	✓			✓				
<a href="#">Dioego Kreieli</a>		2		✓		✓				
<a href="#">Edno Vicente da Silva</a>		2	✓			✓				
<a href="#">Ester José Casado de Lima</a>		2	✓			✓				
<a href="#">Rafael De Martino</a>		2	✓	✓						
<a href="#">Thiago Guimarães Moraes</a>		2	✓			✓				
<a href="#">Patrícia de Simone Gonçalves</a>		1				✓				
<a href="#">Patrícia Fiuza de castro</a>		1				✓				



## Figura 11 – Busca de Competências

Na figura acima é possível visualizar a seleção das competências a serem buscadas e, posteriormente, a lista com os pesquisadores que detêm o conhecimento procurado em diversas formas.

### 4.1.1.3 – Forças e Fraquezas

Identificando-se as competências contidas em uma organização e mensurando-as, pode-se identificar os seus pontos fortes e fracos de uma instituição. Os pontos fortes são áreas, competências, nas quais a instituição tem mais profissionais e trabalhos associados, enquanto os pontos fracos são áreas inexpressivas, de pouca atuação pela instituição. A partir destes dados, a instituição pode direcionar suas atividades, por exemplo, buscando parcerias em pontos que considera que deve aperfeiçoar-se.

Sendo assim, utilizando-se os mesmos critérios para a identificação das competências, pode-se, no GCC, mapear as áreas fortes e fracas da instituição, como mostrado na Figura 12. Neste exemplo, a área “Gestão do Conhecimento” é um ponto forte da instituição-exemplo, enquanto “Grid” é um ponto fraco.

Esta funcionalidade ainda permite especializar a análise das áreas fortes e fracas de departamentos, setores e ainda do próprio usuário. No caso do usuário, este visualizará as suas próprias áreas fortes e fracas, possibilitando assim um planejamento em sua vida acadêmica.

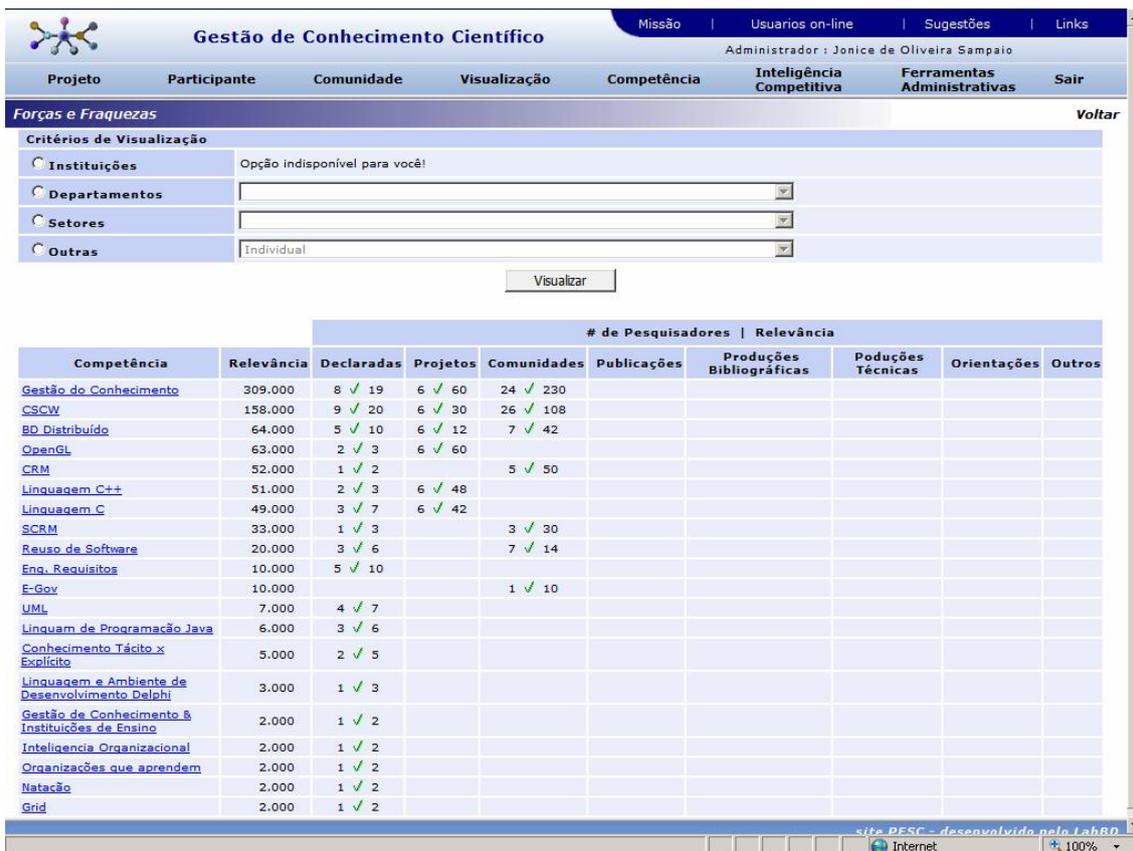


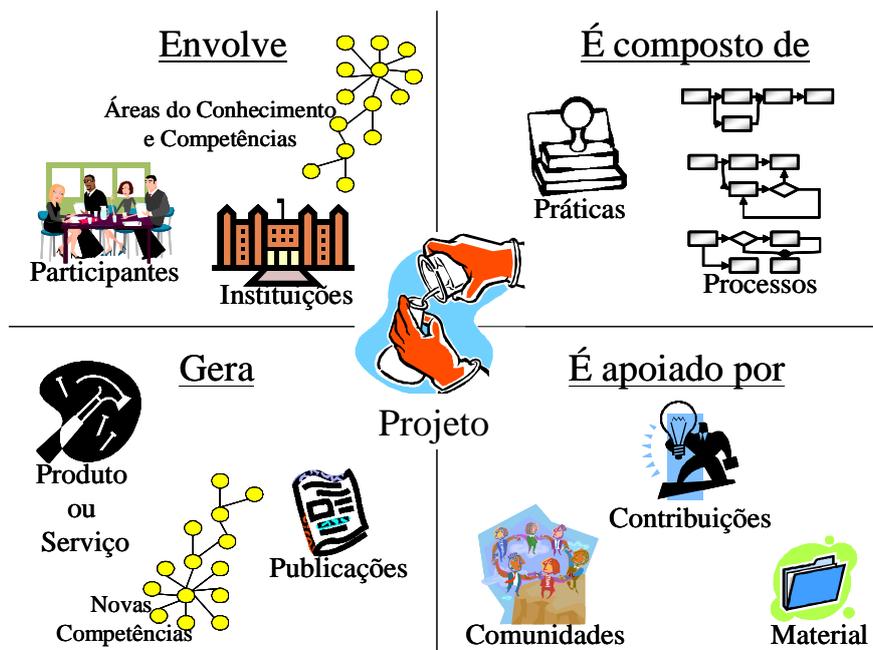
Figura 12 - Forças e Fraquezas

#### 4.1.2 – Módulo de Projeto

Tendo em vista que organizações de pesquisa possuem e desenvolvem projetos (sendo que em cada projeto pode-se ter vários processos relacionados), cada projeto, para o seu bom desempenho, necessita de conhecimento “certo” no momento “certo”. Além disso, muitos conhecimentos são gerados na criação e execução de projetos. Ou seja, os projetos são importantes fontes de conhecimento, como também são mecanismos de aplicação de conhecimento. Projeto é um plano de execução, com início, meio e fim, além de objetivos a serem alcançados e soluções a serem produzidas. Em empresas, um projeto pode estar relacionado com a criação de um novo produto ou serviço. No cenário científico ou acadêmico também pode estar relacionado a um produto inovador (como a criação de uma vacina ou um novo livro) ou um serviço (análise da relação de uma epidemia com redes sociais, por exemplo), podendo ser projeto de pesquisa, um experimento, a orientação de teses, um projeto de parceria ou a preparação de uma aula, por exemplo. Um projeto no cenário acadêmico ou científico

(que neste trabalho será simplesmente chamado de projeto científico) envolve vários elementos, como descrito na Figura 13.

O Módulo de Projeto possui duas finalidades. A primeira é a organização, para posterior uso, de todo conhecimento gerado em um projeto. O segundo objetivo é auxiliar na condução e execução do mesmo. Para isto, este módulo tenta descrever ou apoiar todos os itens mostrados na Figura 13.



**Figura 13 - Elementos Envolvidos em um Projeto**

Este módulo possui alguns serviços que são:

§ Reuso total de modelos de processos<sup>7</sup> – Como modelo de processo entende-se o conjunto de atividades e suas seqüências, seus pré-requisitos (como competências necessárias para a execução da atividade, ferramentas utilizadas na atividade, artefatos esperados e produzidos) e critérios de decisão. Um modelo de processo pode ser considerado um

<sup>7</sup> Alguns autores diferem “workflow” de processo. “Workflow” é a automação de um processo, na totalidade ou em partes, onde documentos, informações ou tarefas são passadas de um participante para o outro para a execução de uma ação, de acordo com um conjunto de regras ou procedimentos. Ou seja, para um mesmo processo podemos ter vários “workflows” associados. Neste texto, não fazemos nenhuma distinção entre “workflow” e processo. Aqui, um “workflow” representa (mesmo que parcialmente ou resumidamente) um processo. Um “workflow” científico é a materialização de um processo científico. Todo “workflow” é um processo.



conhecimento, e conseqüentemente, pode ser disseminado e reutilizado. A reutilização de um modelo de processo bem sucedido evita erros, otimizando assim o tempo de sua execução, além de ser um importante fator de aprendizado para alguém inexperiente – um pesquisador recém contratado, por exemplo - que necessita criar algum processo similar a outro já existente em um determinado contexto. Com isto, é possível ainda a criação de “templates” de processos, obedecendo a padrões já existentes (como os processos de ITIL) ou criados na organização (processos-padrão para experimentação, por exemplo).

- § Reuso parcial de modelos de processos – Tão importante quanto reutilizar um modelo completo de processo, é o usuário, em tempo de criação de um processo, poder reutilizar parcialmente modelos já existentes. Como reuso parcial pode-se definir o reuso de partes de um processo já existente, como um conjunto de atividades e decisões. Para realizar a busca por modelos de processos, são utilizados como parâmetros conjunto de palavras contidas na descrição ou no título do processo, autor, tipo de “workflow”, áreas de conhecimento e competências que são pré-requisitos para a execução de uma atividade.
- § Definição, instanciação e acompanhamento de um processo – criado ou reutilizado, o processo necessita ser instanciado para a sua execução, tarefas precisam ser alocadas e a execução destas tarefas necessita ser controlada. Para isto, o ambiente possui um sistema de “workflow” para definir, instanciar e acompanhar a execução do processo.
- § Armazenamento de conhecimento durante a execução e ao término de um processo – todo o conhecimento gerado ao término de uma tarefa, atividade e processo é armazenado para consulta futura. Conhecimentos adquiridos podem ser soluções, melhores práticas, descoberta de erros, sugestões, críticas, material de apoio, dentre outros.
- § Armazenamento do conhecimento gerado durante o projeto – publicações resultantes do projeto, práticas, material gerado e os próprios processos são tipos de conhecimentos resultantes de um projeto.
- § Reuso do Conhecimento – O motivo para se armazenar o conhecimento adquirido em um processo ou projeto é o seu reuso.

Cada projeto possui detalhes, como: a descrição do projeto, seus participantes, pré-requisitos (Áreas de Conhecimento do CNPQ e grau de relevância de cada área para o projeto, competências necessárias (com grau de relevância), contribuições, publicações resultantes do projeto, “workflows” ( Figura 14 e

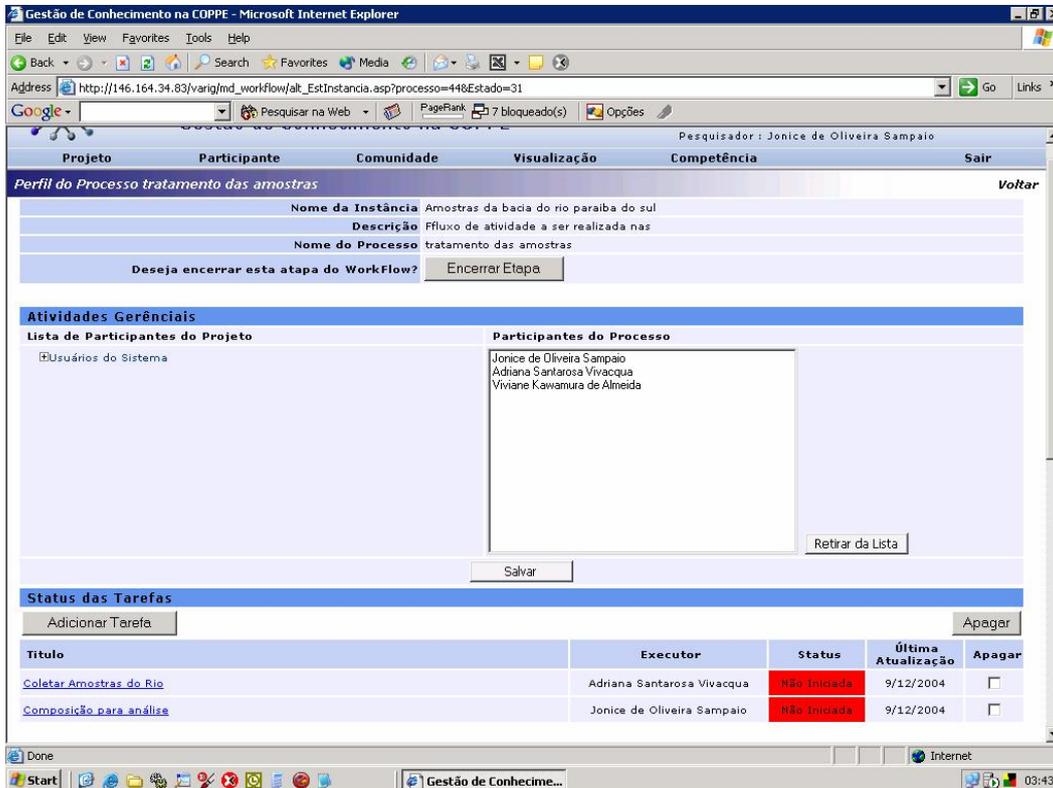


Figura 15) e Gerenciador de Convites. O Gerenciador de Convites é uma ferramenta que permite o gerente convidar pessoas para participar no projeto. Este convite é feito por busca de quem possui competências ou conhece áreas que são pré-requisitos do projeto. Este convite também pode ser lançado individualmente ou para membros de uma comunidade específica. Através desta ferramenta, além da criação e realização do convite, o gerente do projeto pode verificar as aceitações, recusas ou convites não respondidos.

Os usuários ainda podem consultar informações de outros projetos dos quais sejam membros da equipe, utilizando-se como parâmetros palavras-chaves a serem procuradas no nome e descrição do projeto, áreas de conhecimento e competências do projeto e intervalo de datas da criação do mesmo.

Este sub-módulo ainda possui ferramentas de análise, como mostrado na Figura 16.

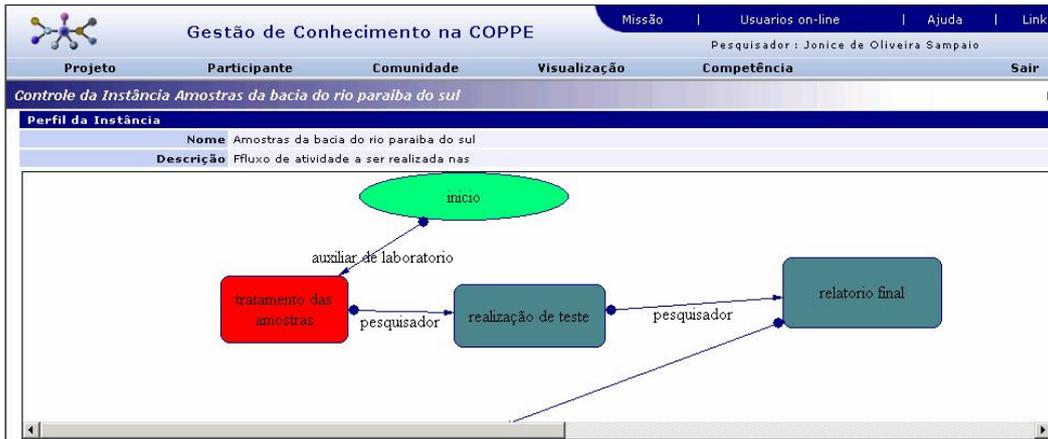


Figura 14 - Definição de um processo

**Perfil do Processo tratamento das amostras**

Nome da Instância: Amostras da bacia do rio paraíba do sul  
 Descrição: Fluxo de atividade a ser realizada nas  
 Nome do Processo: tratamento das amostras

Deseja encerrar esta etapa do Workflow?

**Atividades Gerenciais**

**Lista de Participantes do Projeto**  
 RUsuários do Sistema

**Participantes do Processo**  
 Jonice de Oliveira Sampaio  
 Adriana Santarosa Vivacqua  
 Viviane Kawamura de Almeida

**Status das Tarefas**

Título	Executor	Status	Última Atualização	Apagar
<a href="#">Coletar Amostras do Rio</a>	Adriana Santarosa Vivacqua	Não Iniciada	9/12/2004	<input type="checkbox"/>
<a href="#">Composição para análise</a>	Jonice de Oliveira Sampaio	Não Iniciada	9/12/2004	<input type="checkbox"/>

Figura 15 - Alocação e controle de execução de tarefas

Gestão de Conhecimento Científico				Missão	Usuarios on-line	Sugestões	Lin
Administrador : Jonice de Oliveira Sampaio							
Projeto	Participante	Comunidade	Visualização	Competência	Inteligência Competitiva	Ferramentas Administrativas	Sai
<b>Consultas</b>							
<b>Consultar Projetos</b>				<b>Análise</b>			
Gráfico dos gerentes com seus respectivos projetos				<a href="#">Barra</a>	<a href="#">Pizza</a>	<a href="#">Relatóri</a>	
Gráfico dos participantes por porcentagem de projetos				<a href="#">Barra</a>	<a href="#">Pizza</a>	<a href="#">Relatóri</a>	
Gráfico dos projetos por porcentagem de participantes				<a href="#">Barra</a>	<a href="#">Pizza</a>	<a href="#">Relatóri</a>	
Gráfico dos projetos por setores				<a href="#">Barra</a>	<a href="#">Pizza</a>	<a href="#">Relatóri</a>	
Gráfico dos projetos por instituição				<a href="#">Barra</a>	<a href="#">Pizza</a>	<a href="#">Relatóri</a>	
Gráfico dos projetos por departamento				<a href="#">Barra</a>	<a href="#">Pizza</a>	<a href="#">Relatóri</a>	
Gráfico das áreas de conhecimento por projetos				<a href="#">Barra</a>	<a href="#">Pizza</a>	<a href="#">Relatóri</a>	
Gráfico das competências por projetos				<a href="#">Barra</a>	<a href="#">Pizza</a>	<a href="#">Relatóri</a>	
Gráfico dos projetos por materiais				<a href="#">Barra</a>	<a href="#">Pizza</a>	<a href="#">Relatóri</a>	
Gráfico dos projetos por publicações				<a href="#">Barra</a>	<a href="#">Pizza</a>	<a href="#">Relatóri</a>	
Gráfico dos projetos por contribuições				<a href="#">Barra</a>	<a href="#">Pizza</a>	<a href="#">Relatóri</a>	
Gráfico dos projetos por processos instanciados				<a href="#">Barra</a>	<a href="#">Pizza</a>	<a href="#">Relatóri</a>	
Gráfico dos tipos de workflow por projetos				<a href="#">Barra</a>	<a href="#">Pizza</a>	<a href="#">Relatóri</a>	

Figura 16 - Critérios para análise de projetos

### 4.1.3 – Módulo de Participante

Este módulo visa gerenciar informações sobre o pesquisador, identificar o seu perfil e prover ferramentas para o gerenciamento do conhecimento pessoal. Para representar um usuário, são utilizados vários fatores, como mostrado na Figura 17 e descritos a seguir.

#### Afiliação

- + Interesses
- + Áreas de Conhecimento e Competências
- + Interatividade
- + Importância no Contexto
- + Perfil Keirse
- + Perfil MBTI
- + Rapidez de Aquisição de um Conhecimento



Figura 17 - Critérios utilizados para representar um usuário

§ Afiliação – Entidade, departamento, setor e laboratório onde o usuário está alocado. Esta informação é provida pelo próprio usuário.



- § Interesses – Conjunto de temas, assuntos, de importância para o usuário, mas nos quais ele ainda não possui conhecimento. Esta informação é provida pelo próprio usuário. Para cada interesse o usuário deve mencionar o grau do seu interesse no assunto. O grau varia em alto, médio ou baixo.
- § Áreas de Conhecimento e Competências – Áreas da Ciência, definidas pelo CNPq, e competências nas quais o usuário possui algum conhecimento. O grau de conhecimento em uma Área do CNPq ou em uma competência varia em alto, médio ou baixo. O próprio usuário pode informar estas informações, sendo que o ambiente tenta inferir competências que o usuário tem, conforme descrito no Módulo de Competência.
- § Interatividade – pode ser dividido em dois: o grau de interação em um assunto e o grau de interação com pessoas através das ferramentas de comunicação do GCC. Referente ao grau de interação em um assunto, este critério indica como e quanto um usuário realiza ações, na busca de aquisição ou compartilhamento de conhecimento, em um assunto. A interação com pessoas indica como e quanto o usuário interage, se socializa, com os demais usuários do sistema. Estas informações são automaticamente calculadas pelo sistema.
- § Importância no Contexto<sup>8</sup> - No caso de um projeto, a importância é medida por: função do participante no projeto, número de tarefas destinadas a ele, competências (e grau destas competências) que o usuário possui e que são de importância para o projeto e a contribuição do participante para o projeto (através da submissão de idéias, críticas, sugestões, notícias, dentre outros, na parte de “contribuições” e disponibilização de material didático na parte de “material”). No caso de uma comunidade, a importância é medida por: competências (e grau destas competências) que o usuário possui e que são de importância para

---

<sup>8</sup> Existem diversas definições para Contexto na literatura, mas podemos descrever este conceito como sendo o conjunto de fatores que envolve um determinado evento. Estes fatores normalmente determinam a maneira de se interpretar uma determinada experiência ou evento. No caso do GCC, o contexto pode ser diretamente ligado aos projetos, comunidades e a própria organização do usuário.



a comunidade e a sua contribuição para a mesma (através da disponibilização de materiais, participação de enquetes, disponibilização de eventos, links, materiais e notícias, além da interação em fóruns). No caso da organização como um todo, a importância do usuário é calculada levando-se em conta: o grau de suas competências e a sua rede de relacionamentos (conexões com os demais usuários). A importância é inferida pelo ambiente.

§ Perfil MBTI - Para a identificação da personalidade é utilizado o teste MBTI (MYERS, 1980). Baseado na psicologia de Carl Gustav Jung, psiquiatra suíço que criou a teoria dos tipos psicológicos, o MBTI é composto por um questionário cujos resultados apontam as diferenças existentes entre as pessoas. O MBTI estabelece 16 combinações para demonstrar as tendências de cada indivíduo. As pessoas podem concentrar sua atenção na Extroversão ou Introversão; obter informações pela Sensação ou Intuição; tomar decisões pelo Pensamento (“Thinking”) ou Sentimento (“Feeling”) e se orientar em relação ao mundo exterior pelo Julgamento (“Judgement”) ou Percepção (“Perceiving”). A maneira como alguém lida com os diferentes tipos de personalidade é fundamental para o sucesso em qualquer trabalho em grupo. Segundo o modelo MBTI, a personalidade de uma pessoa pode ser classificada em 16 tipos básicos, a partir do cruzamento de quatro componentes principais:

- Introversão/Extroversão;
- Sensitivo/Intuitivo;
- Racional/Emocional;
- Julgador/Perceptivo;

Neste módulo, é implementado o teste MBTI (“Myers-Briggs Type Indicator”) e é através deste teste que identificamos o perfil do usuário. A identificação da personalidade é igualmente importante quanto saber o nível de conhecimento de uma pessoa, para a realização de uma parceria ou projeto de pesquisa. Às vezes torna-se mais conveniente ter como membro de equipe uma pessoa menos especializada em um assunto, mas interativa e comunicativa, do que um gênio introverso.

§ Perfil Kersey – David Kersey desenvolveu uma categorização de temperamentos baseando-se no MBTI e nos quatro tipos de “humores”



definidos por Hipócrates, desenvolvendo assim os temperamentos Kersey (KERSEY 1984). Os temperamentos Kersey são ao todo quatro, divididos em “Artesão”, “Guardião”, “Idealista” e “Racionais”. O perfil MBTI está focado primeiramente em como as pessoas pensam e sentem e o perfil Kersey é focado principalmente em como as pessoas comportam-se. Outra diferença é que Kersey acredita que se alguém é “observador” ou “introspectivo” é uma distinção mais importante que se alguém é “expressivo” (algo correlato com extrovertido) ou “atento” (algo relativo a introvertido). Por outro lado, Jung e Myers, colocam mais ênfase se alguém é extrovertido ou introvertido. Este tipo de perfil foi utilizado também porque nos traz informações complementares e existem mapeamentos já definidos de um perfil MBTI com um temperamento Kersey. Além disto, a correlação feita entre os temperamentos Kersey e os perfis MBTI destaca algumas possíveis funções ou papéis, mais indicados entre pessoas com determinados temperamentos e perfis.

- § Rapidez de Aquisição de Conhecimento – Além de todos os critérios acima, um item importante é o quão rápido um usuário adquire conhecimento. Referente à aquisição de conhecimento, pode-se especializar este critério em dois: i)rapidez com que temas de interesse tornam-se competências e ii)rapidez com que a pessoa adquire mais conhecimento em assuntos de sua competência, aumentando a sua “expertise”. O primeiro representa o caso que pessoas não possuem um determinado conhecimento, mas depois de um tempo, adquirem-no. O segundo dimensiona o caso de pessoas que já possuem um determinado conhecimento, mas continuam se especializando no assunto. O primeiro será melhor descrito na sub-seção Ferramentas de Substituição. O segundo caso pode ser verificado através do conceito de curvas de aprendizado (ANZANELLO *et al.*, 2007). Esta métrica ainda não foi implementada no sistema, mas é discutida no capítulo final deste trabalho.

Para administrar informações sobre o usuário, o sistema possui um cadastro próprio com informações pessoais (como nome, titulação, e-mail, página pessoal e setor onde trabalha), as áreas de conhecimento que atua/conhece e o seu nível de conhecimento, as competências que detêm, bem como o seu nível e o setor onde

trabalha, como mostrado na Figura 18. O nível em uma área de conhecimento, competência ou interesse pode ser selecionado dentre as opções “alto”, “médio” e “baixo”. O usuário pode importar as áreas de conhecimento e competências do seu Curriculum Lattes, caso deseje.

The screenshot shows the 'Gestão de Conhecimento Científico' interface. At the top, there is a navigation bar with 'Missão', 'Usuarios on-line', 'Sugestões', and 'Lin'. Below this is a sub-menu with 'Administrador: Jonice de Oliveira Sampaio' and several tabs: 'Projeto', 'Participante', 'Comunidade', 'Visualização', 'Competência', 'Inteligência Competitiva', 'Ferramentas Administrativas', and 'Sai'. The main content area is titled 'Perfil do Participante' and shows the profile of 'Jonice de Oliveira Sampaio' with a list of links: 'Informações Pessoais', 'Áreas de conhecimento e Competências', 'Setores Participantes', 'Interesses', and 'Perfil'. To the right is a profile picture of a woman in a yellow shirt. Below the profile is a 'Dados do Usuário' form with the following fields: 'Nome' (Jonice de Oliveira Sampaio), 'Titulação' (M.Sc.), 'E-mail' (jonice@cos.ufrj.br), 'Web' (http://www.cos.ufrj.br/~jonice), 'Senha Atual', 'Nova Senha', 'Confirme Nova Senha', and 'Foto' (with a 'Procurar...' button and '\*(\*.jpg)') and a 'Salvar' button. A note at the bottom of the form states '\* Preenchimento necessário para alteração de senha'.

**Figura 18 - Informações do Pesquisador**

Os usuários, neste módulo, possuem algumas ferramentas para gerenciar, manter e expandir o seu próprio conhecimento. Tais ferramentas serão descritas na seção abaixo.

#### 4.1.3.1 – Ferramentas de Gestão do Conhecimento Pessoal

Pesquisadores costumam realizar as suas anotações em cadernos, bloco de folhas ou ainda em folhas avulsas.

Tentando reproduzir esta realidade, uma maneira de registrar as idéias, experiências diárias, problemas enfrentados e soluções é através de um **diário “web”** (“blog”), onde o pesquisador pode fazer seu registro e ter um acompanhamento temporal da criação, armazenamento ou disseminação de seu conhecimento.

Se analisado, o “blog” é uma importante ferramenta de gestão do conhecimento pessoal, porque é baseado em:

- § Edição pessoal – O conteúdo do diário é de responsabilidade de uma única pessoa. Em nosso caso, um cientista, um usuário do GCC, e neste caso o

“blog” reflete alguns tópicos de seu perfil, como informações sobre experimentos bem ou mal sucedidos, lições aprendidas, notas e outros tipos de informação científica;

- § Estrutura em hipertexto – o conteúdo do diário “web” consiste em texto livre e “links” que o usuário pode colocar associando a outras páginas de material didático ou páginas pessoais de colegas;
- § Primeiro passo para a criação de comunidades – Uma enorme quantidade de conteúdo é publicado diariamente na “Web”, tornando-se impossível ler e processar toda essa gama de informações. Com isto, pessoas necessitam de mecanismos de filtragem para encontrar um material que seja mais relevante para as suas necessidades. O diário “web” pode operar neste trabalho. Pela leitura de um “blog”, que é editado por alguém com interesses similares aos seus, você pode obter informações mais direcionadas e contatos com pesquisadores com os mesmos interesses que os seus;
- § Atualizações frequentes – desta maneira, o conteúdo é criado conforme o andamento e volume de trabalho do pesquisador;

The screenshot shows the 'Gestão de Conhecimento Científico' interface. At the top, there is a navigation bar with 'Missão', 'Usuarios on-line', 'Sugestões', and 'Lin'. Below this is a header with 'Administrador : Jano Moreira de Souza'. A menu bar contains 'Projeto', 'Participante', 'Comunidade', 'Visualização', 'Competência', 'Inteligência Competitiva', 'Ferramentas Administrativas', and 'Sai'. The main content area is titled 'Dados da Página' and contains a form for editing a page. The form has the following fields:

- Informações**
  - Título:** MEK
  - Texto:** Mobile Exchange of Knowledge
  - Caracteres:** 797
  - Estado:**  público  privado
  - Inserir Páginas:**  Exemplo: Competência - Knowledge Workers, Benchmarking knowledge management in a public organisation in Malaysia, Resumo - Sustainable KM performance Measures, Resumo - Transforming Organizational Learning into Organizational Learning.
- Áreas de Conhecimento CNPQ e Competências**
  - Áreas de Conhecimento e Competências:**
    - Ciências Exatas e da Terra
    - Ciências Biológicas
    - Engenharias
    - Ciências da Saúde
    - Ciências Agrárias
    - Ciências Sociais Aplicadas
    - Ciências Humanas
    - Linguística, Letras e Artes
    - Outros
  - Áreas|Competencias Seleccionadas:**
    - Ciência da Computação(A)
    - Gestão do Conhecimento(C)
  - Retirar da Lista** (button)

At the bottom of the form is a 'Salvar' button.

Figura 19 - Edição de uma Página

A idéia do diário “web” é simples. Baseado no conceito de “blog”, o usuário pode criar páginas e colocar qualquer conteúdo que deseja registrar. Cada página pode ser relacionada com áreas do conhecimento e competências. Cada página construída pode ser categorizada como “público” ou “privado”. As páginas configuradas como públicas podem ser buscadas e lidas por outros usuários. As páginas privadas serão acessadas apenas pelo seu próprio criador.

O usuário ainda pode inserir páginas correlatas a sua (Figura 19). Para isto, o usuário pode realizar buscas por palavras que estejam no título ou no corpo da página, data de criação, autor, áreas do conhecimento e competências com as quais as páginas estejam associadas. No resultado da sua busca, o usuário pode selecionar quantas páginas achar conveniente e relacionar a sua própria página.

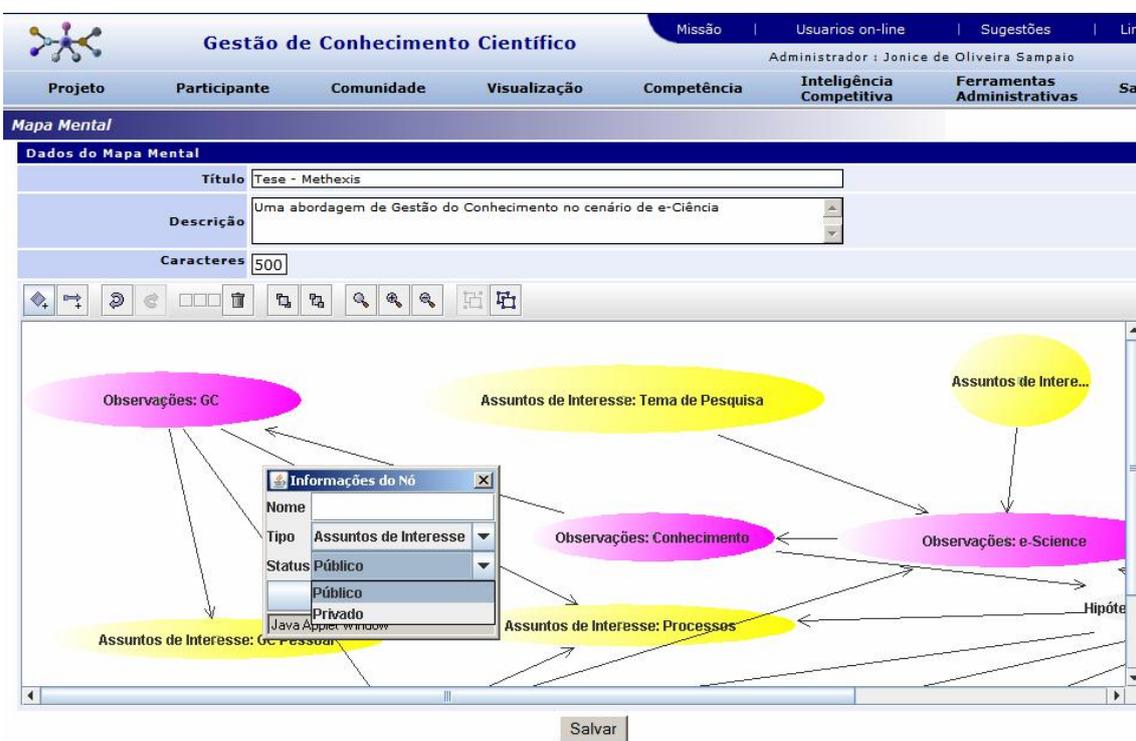


Figura 20 - Edição de mapa mental

Uma das maneiras de se representar o conhecimento pessoal é através dos **mapas mentais**, nos quais conceitos são organizados em classes e subclasses. Mapa mental é o nome dado para um tipo de diagrama, sistematizado pelo inglês BUZAN (2005), voltado para a gestão de informações, de conhecimento e de capital intelectual; para a compreensão e solução de problemas; na memorização e aprendizado; na criação de material didático; como ferramenta de “brainstorming” e no auxílio da gestão estratégica de uma empresa ou negócio.



Mapas mentais determinam como interpretamos ou reagimos ao mundo que nos cerca e dá significado as nossas experiências e comportamentos. E esta interpretação implica diretamente da maneira como identificamos resultados, planejamos nossas atividades de aprendizado e como aprendemos.

Como cada pessoa pode criar criativamente seus próprios mapas, estes certamente serão diferentes. Cada um de nós tem diferentes percepções da realidade, possuímos diferentes necessidades, diferentes estilos de aprendizagem e experiências. Compartilhar tais mapas e entender tais diferenças é um processo de criação do conhecimento. Trocando mapas mentais, analisando as diferentes representações da realidade, colaborando e discutindo sobre tais representações permitem pessoas a descobrirem novas definições, aprender e enriquecer o domínio.

No GCC, o pesquisador pode construir mapas mentais para definir conceitos, ajudar em sessões de “brainstorm” ou simplesmente discutir sobre um assunto utilizando uma maneira gráfica. Os usuários podem disponibilizar os conceitos descritos como públicos, permitindo que todos os usuários visualizem-os, ou privados, como mostrado na Figura 20. Cada item pode ser categorizado como assuntos de interesse, críticas, hipóteses, idéias, notícias, observações, publicações, textos e trabalhos.

Os mapas mentais podem ser procurados por alguns critérios, a serem descritos no item Consultas e Critérios de Análise.

#### **4.1.3.2 – Ferramentas de Substituição**

Um problema comum é a saída de um membro de projeto, o qual pode impactar na sua execução e comprometer os seus resultados. No cenário científico, a saída de uma pessoa pode ser por vários fatores, como a finalização do curso, obtenção de um estágio ou emprego, um doutorado-sanduíche, pós-doutorado, sabático, aposentadoria ou término da bolsa.

Diferentemente do cenário comercial, os projetos de pesquisa têm que lidar com grande volatilidade (no que se refere aos membros de equipes de trabalho) e poucos mecanismos de barganha, tendo em vista que o auxílio financeiro normalmente são por meio de bolsas, cujos valores são tabelados nacionalmente. Isto resulta em equipes altamente inconstantes.



Outro ponto relevante é a saída de um membro, pois nem sempre se pode contar imediatamente com um novo membro no projeto, tendo-se que conviver com uma equipe desfalcada.

Com isto, para evitar maiores danos na execução de um projeto de pesquisa é necessário que a alocação de membros seja feita de maneira otimizada. Ou seja, a pessoa que substituirá o novo lugar no projeto deve ser o mais similar possível com o membro que saiu (ou sairá) do projeto, ou ao menos, o se encaixar com as exigências requeridas.

A escolha de um novo profissional, ou a mudança de responsabilidades de um empregado que já faz parte da equipe, envolve vários fatores que vão além de uma simples apreciação curricular. É uma análise complexa, pois é multidimensional, e fazê-la exige técnicas melhores do que simplesmente o uso de relatórios e realizações de entrevistas.

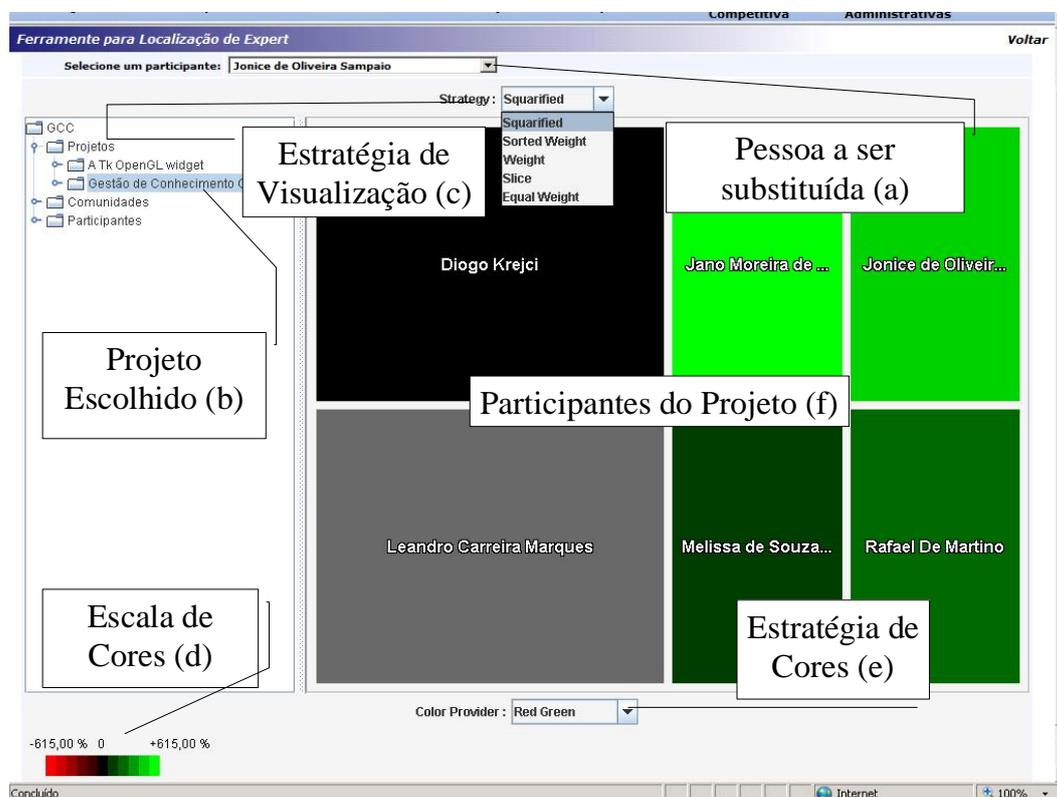
Por este motivo, foram utilizadas algumas visualizações que auxiliam exatamente este problema: achar a pessoa que melhor se adequa para substituir outro com foco na atividade-fim.

O primeiro passo é selecionar a pessoa que queremos substituir. A partir daí o usuário terá a seu dispor várias visualizações que podem o auxiliar na escolha de um substituto.

A primeira visualização utilizada é a “TreeMap”. “TreeMap” são mapas criados para a visualização de uma grande quantidade de dados, apresentando as informações baseadas em retângulos coloridos de acordo com algum atributo. Este tipo de visualização é utilizado no GCC para demonstrar a relevância de uma pessoa em um determinado contexto, seja este contexto projetos, comunidades ou a própria organização (no caso, a própria base do GCC). Ou seja, quanto maior for a área e maior for a cor na escala das cores, maior é a relevância do item no contexto escolhido.

O primeiro nível da visualização mostra as relevâncias das pessoas em relação a todas as comunidades e projetos existentes, além da importância de cada pessoa no contexto geral, em comparação aos demais usuários do sistema. Partindo-se desta visualização, pode-se especializar a consulta navegando-se pelos projetos ou comunidades e ver a importância das pessoas em um contexto, seja em projetos (como na Figura 23) ou comunidades (como na Figura 22), ou ainda em relação aos demais usuários do sistema.

A procura pode ser refinada, permitindo ao usuário selecionar um projeto ou comunidade específicos, como mostra a Figura 23. Neste caso, todas os membros do projeto ou comunidade selecionados serão comparados e mostrados neste tipo de visualização.



**Figura 21 - Relevância das pessoas em um projeto**

Maiores detalhes da visualização estão na Figura 21. Para este exemplo, foi escolhida a pessoa para quem queremos encontrar um substituto (Figura 21, item a) em um projeto específico (Figura 21, item b). A visualização dos retângulos e a escala de cores podem ser alteradas, conforme o gosto do usuário (Figura 21, item c e d, respectivamente). A parte central da visualização (Figura 21, item f) mostra as pessoas mais relevantes para o projeto escolhido.

Para um projeto, são utilizados como atributos para o cálculo de importância de um membro:

- § Função do participante no projeto – Caso o participante que sairá do projeto seja um gerente, ou seja, tenha um cargo de liderança, a sua importância será incrementada.
- § Número de tarefas destinadas ao participante – Quanto maior for o número de tarefas destinadas ao participante, maior a sua importância. É



também levada em consideração a prioridade das tarefas. Ou seja, quanto mais tarefas de prioridade máxima um usuário tiver, maior será a importância da pessoa no projeto.

- § Competências – Competências e grau destas competências que o usuário possui e que são de importância para o projeto. Neste caso é feito um comparativo de cada competência e grau exigidos pelo projeto com as competências e graus pessoais de cada participante. Assim, quanto mais competências uma pessoa tiver que sejam pré-requisito do projeto, e quanto mais próximo for o grau de competência da pessoa pelo exigido do projeto, mais importante é esta pessoa para o contexto do projeto.
- § Contribuição – Mede a interatividade e apoio do participante para os demais membros do projeto através da submissão de idéias, críticas, sugestões, notícias e disponibilização de materiais úteis para o projeto. Quanto maior for a contribuição da pessoa para o projeto, maior é a sua importância.

Para uma comunidade, os atributos são:

- § Função do usuário para a comunidade – Caso seja um moderador, este é um atributo que mostra maior importância.
- § Competências (e grau destas competências) que o usuário possui e que são de importância para a comunidade.
- § Contribuição - Através da disponibilização de materiais, participação de enquetes, disponibilização de eventos, links, materiais e notícias, além da interação em fóruns.

Quando não se utiliza nenhum projeto ou comunidade específicos, ou seja, compara-se apenas os participantes, são utilizados alguns atributos diferentes, que são:

- § Número e grau de suas competências.
- § O grau de interatividade.
- § A sua rede de relacionamentos, ou seja, número de conexões com os demais usuários. A princípio uma pessoa muito “conectada”, com vários relacionamentos, pode ser de extrema importância em uma organização.

O cálculo de importância é feito automaticamente, sem a necessidade de entradas de dados manuais. É analisado o conjunto de dados já existentes no ambiente.

A segunda visualização, chamada Radar, mostra o grau de conhecimentos das pessoas em relação aos graus de conhecimento exigidos pelo projeto ou comunidade.



Ou seja, o ideal é que uma pessoa “cubra” ao máximo a área que corresponde às competências dos projetos ou comunidades, ou as competências que o usuário sugere como sendo essenciais para a continuação do projeto ou comunidade. A Figura 24 mostra as competências do projeto (Gestão do Conhecimento e CSCW), as pessoas que as possuem e as demais competências pessoais dos selecionados.

Com este mesmo objetivo, a visualização de Linha foi criada (Figura 25).

Além da importância de uma pessoa em um contexto e o seu grau de conhecimento, um outro fator que pode ser significativo na escolha ou promoção de um membro em um grupo é o seu perfil, suas características psicológicas, seu jeito de agir. Para isto, uma visualização em forma de rede foi criada, baseando-se no perfil MBTI (Figura 26). Nesta visualização podemos escolher como referência o perfil que mais se assemelha com o da pessoa a ser substituída. Neste caso, quanto mais similar, mais próximo a pessoa fica do membro selecionado. Uma outra possibilidade é a escolha de certas características específicas.

O último critério escolhido é o grau de interação de uma pessoa em um assunto de seu interesse que seja uma competência requerida pelo projeto ou comunidade. Esta visualização é especialmente útil quando não encontramos pessoas com “expertise” em alguma competência essencial. Sendo assim, um possível indicador, já que a pessoa não tem a competência no assunto, é o seu interesse pessoal. Quanto mais interagir sobre o assunto, significa uma possível aquisição de conhecimento sobre o mesmo. Quanto mais interagir, maiores são as chances da pessoa transformar o seu interesse em competência. A Figura 27 mostra a comparação da interação de duas pessoas em um assunto (Gestão de Conhecimento).



Figura 22 - Relevância de uma pessoa em um contexto (no exemplo, em comunidades)

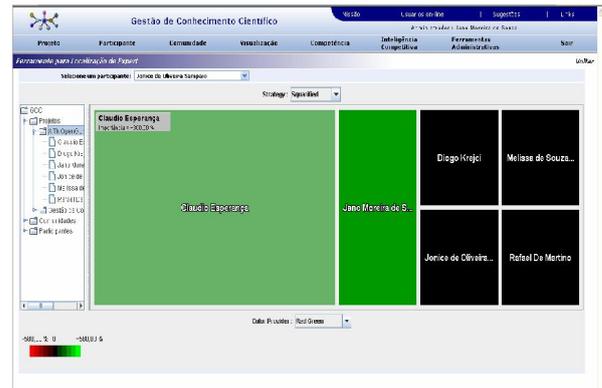


Figura 23 - Relevância de pessoas em um projeto específico

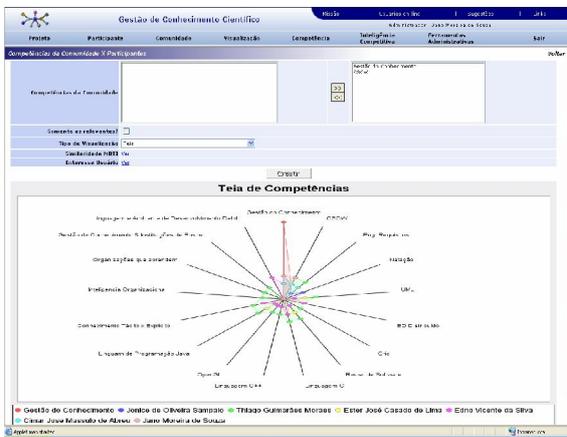


Figura 24 - Competências requeridas pelo projeto X Competências pessoais (Visualização Radar)

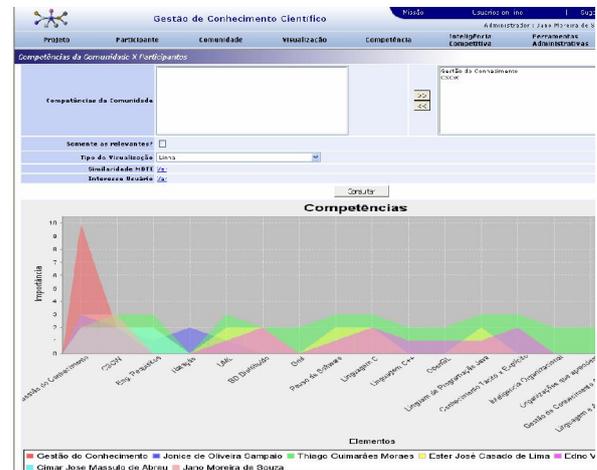


Figura 25 - Competências requeridas pelo projeto X Competências pessoais (Visualização Linha)

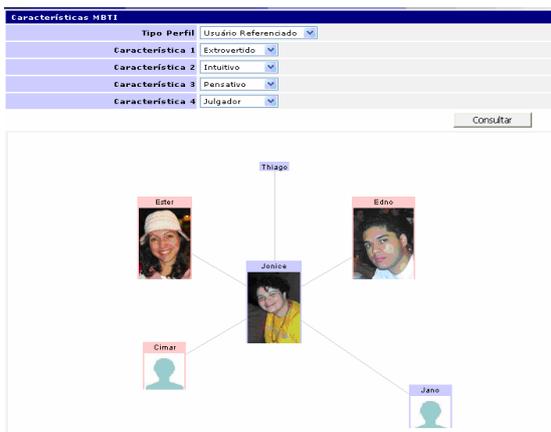


Figura 26 - Proximidade de Perfil MBTI

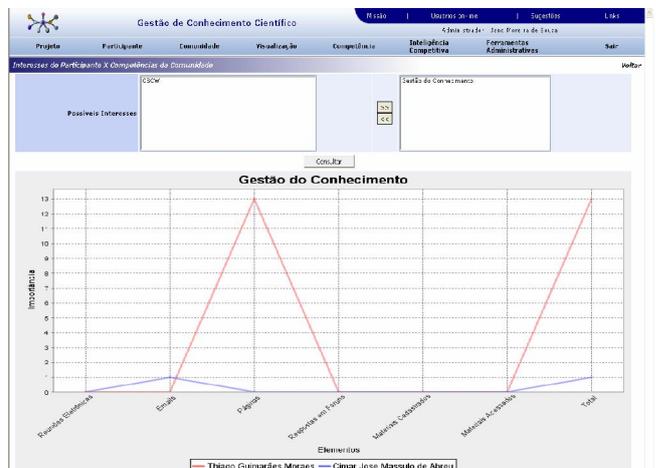


Figura 27 - Interação em temas de interesse



### **4.1.3.3 – Ferramentas de Comunicação**

Neste módulo existem duas ferramentas de comunicação, a Agenda e E-mail.

A agenda é uma agenda compartilhada, na qual um usuário pode acessar a agenda de outro e solicitar um compromisso. Este compromisso pode ser aceito ou recusado pelo dono da agenda.

Todos os e-mails podem ser categorizados conforme as áreas de conhecimento e competências. Esta categorização é importante exatamente para avaliarmos as interações feitas em um assunto.

### **4.1.3.4 – Consultas e Critérios de Análise**

Neste módulo, encontram-se algumas ferramentas de busca, divididas em consulta por usuários, publicações, mapas mentais e diários.

A busca por usuários pode utilizar vários critérios, como o nome, tipo de pessoa (jurídica ou física), temperamentos Kersey, características Kersey, características MBTI, Áreas de Conhecimento e Competência.

A diferença desta busca de participante, utilizando o critério de Competências, para a Busca de Competências é a simplicidade, tendo em vista que esta se baseia apenas nas competências declaradas pelo usuário.

A busca de publicações retorna os textos que foram submetidos para mineração (S-Miner: Mineração de Competências), a fim de auxiliar na identificação de competências de um usuário. A busca por publicações pode ser por palavras que contenham no título, data da publicação, tipo de publicação ou pelo(s) autor(es).

A busca por mapa mental por ser feita utilizando-se como parâmetros o usuário dono do mapa ou textos que estejam em algum item do mapa mental. O retorno são mapas mentais. Vale lembrar que apenas aparecerão os itens no mapa que os autores definirem como públicos.

As páginas dos diários, que foram definidas como públicas por seus autores, podem ser consultadas, tendo-se como critérios de busca palavras que estejam no título ou na página, a data da criação, o autor, áreas de conhecimento ou competências.



Além das consultas, algumas informações para análise são disponibilizadas neste módulo, como visualizações em formato de barra, pizza e relatórios que visam auxiliar aos profissionais de uma equipe de Gestão do Conhecimento a entender melhor a sua instituição, redes produtivas, seus membros e os usuários do GCC, bem como o conhecimento que está sendo construído.

Tais informações são disponibilizadas conforme características dos usuários, áreas de conhecimento, competências, interesses, interação pessoal, afiliação e publicações mineradas.

#### **4.1.4 – Módulo Comunidade**

Um dos pontos principais do GCC é a criação de comunidades virtuais para que as pessoas discutam, aprendam e possam trabalhar juntas. Este módulo, possui ferramentas de:

- § Enquete – uma dúvida é criada por um membro da comunidade e todos os membros a respondem.
- § Fórum – Para auxiliar no envio de mensagens e comunicação assíncrona. Desta maneira, os membros podem discutir sobre um assunto específico.
- § Notícias – Qualquer membro da comunidade pode enviar notícias para o grupo ou para todos os usuários do sistema.
- § Reuniões eletrônicas agendadas – cada membro pode pedir uma reunião privada com outros membros, como no caso de um aluno ou pesquisador inexperiente desejando esclarecer dúvidas com um pesquisador mais experiente em um assunto. Neste caso, um membro (o menos experiente) convida o outro (o mais experiente) para uma reunião. Se o membro da comunidade que recebeu o convite concordar com o convite, a reunião é confirmada e agendada. A conversa desta reunião é armazenada (se os participantes da reunião eletrônica desejarem) para acesso posterior, pois pode ser fonte de conhecimento para os demais usuários no futuro.
- § Biblioteca – Um espaço para a disponibilização de material eletrônico e referências. Cada usuário pode avaliar os materiais disponibilizados e é a partir desta avaliação que é calculada a similaridade entre os usuários e feita a recomendação via filtro colaborativo, explicado no Módulo de Recomendação.



§ Avaliação – algumas métricas são utilizadas para o controle e avaliação da comunidade, bem como interação e participação dos membros. Todas as avaliações são vistas apenas pelos moderadores da comunidade. As avaliações são:

- Crescimento Populacional (Figura 29) – mostra o quanto a comunidade cresceu, ou seja, adquiriu novos membros. Especialmente importante para avaliar se a comunidade está despertando novos interesses, bem como, se está perdendo valor e, conseqüentemente, perdendo membros.
- Interação dos usuários (Figura 30) – mostra o grau de interação dos usuários, útil para analisar se os usuários são ativos ou passivos, desta maneira, elaborar mecanismos par animar a comunidade. Ainda é possível analisar quais são os meios de comunicação mais comuns utilizados na comunidade e, desta maneira, identificar o perfil da interação.
- Utilização das Ferramentas (Figura 31) – Mostra as ferramentas mais utilizadas na comunidade. Auxilia ao moderador a identificar como a comunidade está sendo utilizada, bem como elaborar novos mecanismos e ferramentas que auxiliam a sua comunidade a disseminar melhor o conhecimento.
- Pontes Existentes (Figura 32) – Pontes são mecanismos utilizados para trazer novos conhecimentos em um contexto. No caso das comunidades, as principais pontes são os membros que, além de interagir nos assunto de uma comunidade, também interagem com outros assuntos diferentes. Ou seja, participam de outras comunidades e podem trazer conceitos inovadores para a comunidade em questão.

§ Eventos – Diversos eventos como conferências, seminários, palestras, chamadas de trabalhos, e outros, podem ser disponibilizados aqui.

Este módulo analisa para cada comunidade existente, seus tópicos (competências e áreas de conhecimento) e o grau de relevância dos assuntos para a comunidade e compara todos estes itens com as competências, as áreas de conhecimento e grau de conhecimento dos usuários do sistema. Caso esta comparação tenha uma grande margem de semelhança (este grau é configurável no ambiente, mas o seu valor

recomendado é 90%) o ambiente recomenda as comunidades de possível interesse, nas quais o usuário ainda não é membro, como mostrado na Figura 28.

Este módulo ainda possui mecanismos de busca, permitindo ao usuário pesquisar comunidades por palavras-chave encontradas no nome e descrição da comunidade, seus participantes, áreas de conhecimento e competências que são assunto da comunidade e período de criação.

Inúmeras outras informações podem ser obtidas para auxiliar aos membros das comunidades a entender melhor os seus grupos, bem como o conhecimento está sendo construído.

Figura 28 - Recomendação de Comunidades

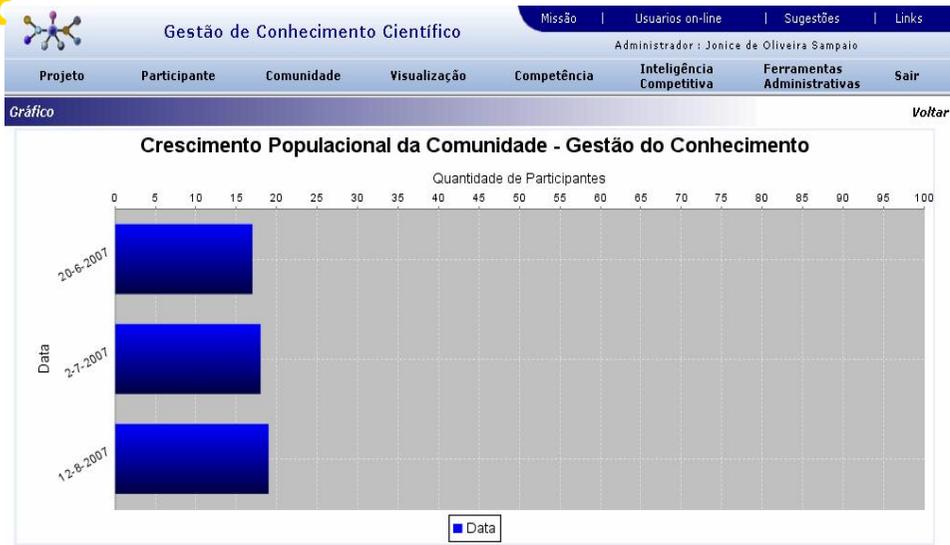


Figura 29 - Exemplo de Crescimento Populacional

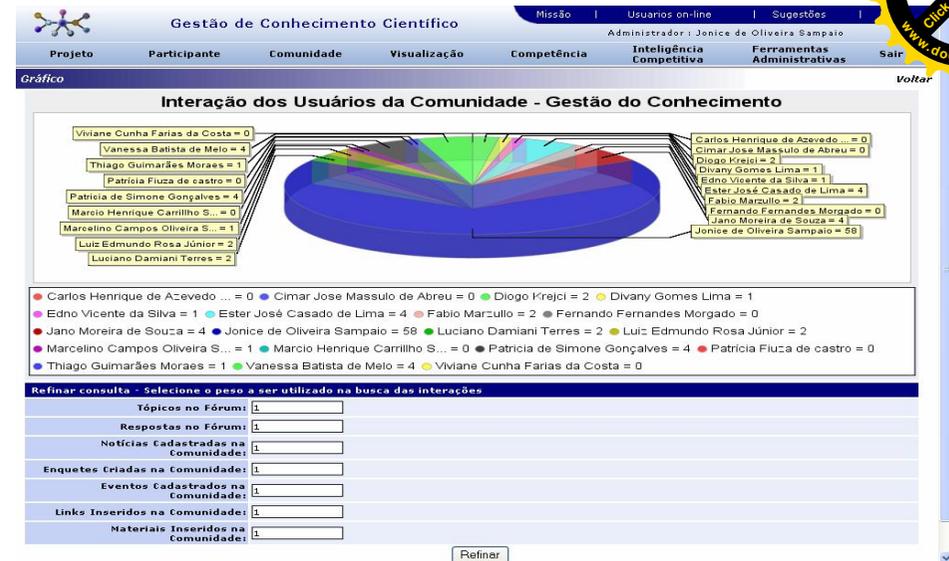


Figura 30 - Exemplo de Interação dos Usuários de uma Comunidade

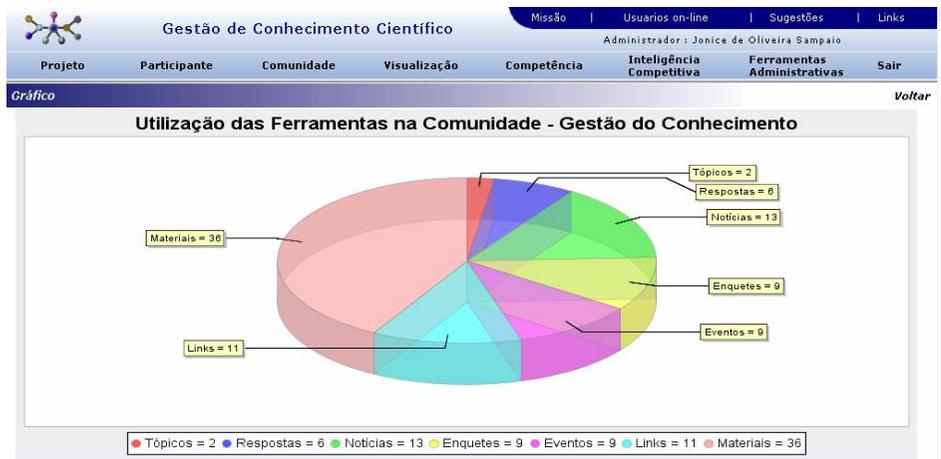


Figura 31 - Exemplo das Ferramentas Preferidas dos Membros de uma Comunidade

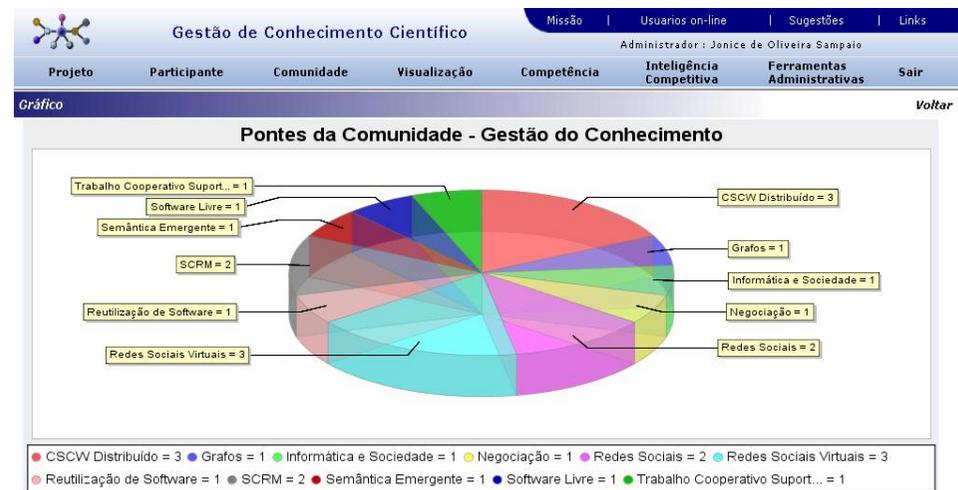


Figura 32 - Exemplo de Pontes



#### **4.1.5 – Módulo Visualização e Navegação**

A visualização típica na maioria dos sistemas propõe uma estrutura pobre de interfaces amigáveis, ausência de estruturas intuitivas de consultas e eventualmente existe a necessidade do usuário aprender linguagens ou convenções para interagir efetivamente com os sistemas. Baseando-se nestes problemas, além dos relatórios, listas e visualização gráfica provida no GCC, o ambiente tem mais dois tipos de visualização e navegação: A Árvore Hiperbólica e o Fluxo de Conhecimento.

Embora aqui só sejam mostrados dois tipos de visualização, vale lembrar que no GCC existem outras técnicas de visualização, como as descritas em Ferramentas de Substituição.

##### **4.1.5.1 – Árvore Hiperbólica**

O GCC utiliza a técnica da árvore hiperbólica na navegação em coleções de informações, organizadas de maneira hierárquica. Essas informações são os conceitos definidos pela Árvore de Conhecimento do CNPq, profissionais que conhecem o assunto, projetos relacionados e comunidades que abordam esse tema, como visto na Figura 34.

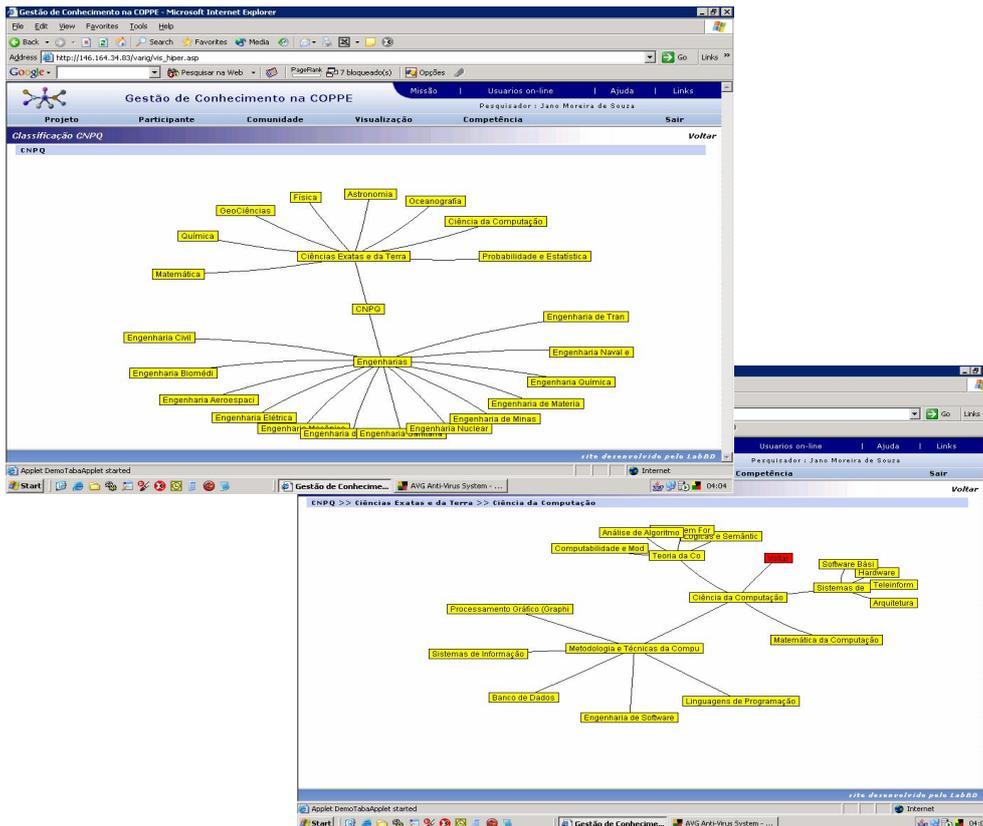


Figura 33 - Navegação na Árvore Hiperbólica

Segundo (FREITAS, CHUBACHI et al., 2001), esta técnica representa hierarquias através de um desenho radial disposto em um plano hiperbólico e depois mapeado para um disco 2D. Além disso, apresenta aspectos de construção - como o efeito “fisheye” - aliados a mecanismo simples de navegação pela indicação de um nó de interesse, que é exibido no centro da representação em detalhe e o contexto é mantido pela exibição do restante do diagrama com nós diminuindo de tamanho até serem suprimidos na borda do círculo, como mostrado na Figura 33. Ou seja, o plano hiperbólico permite a um usuário navegar através dos nós e visualizar a relação da porção visível do plano com a estrutura inteira sobre um único plano (HAO, HSU et al., 1999). Com isso, amplia-se o grau de cognição humana sobre determinado assunto.

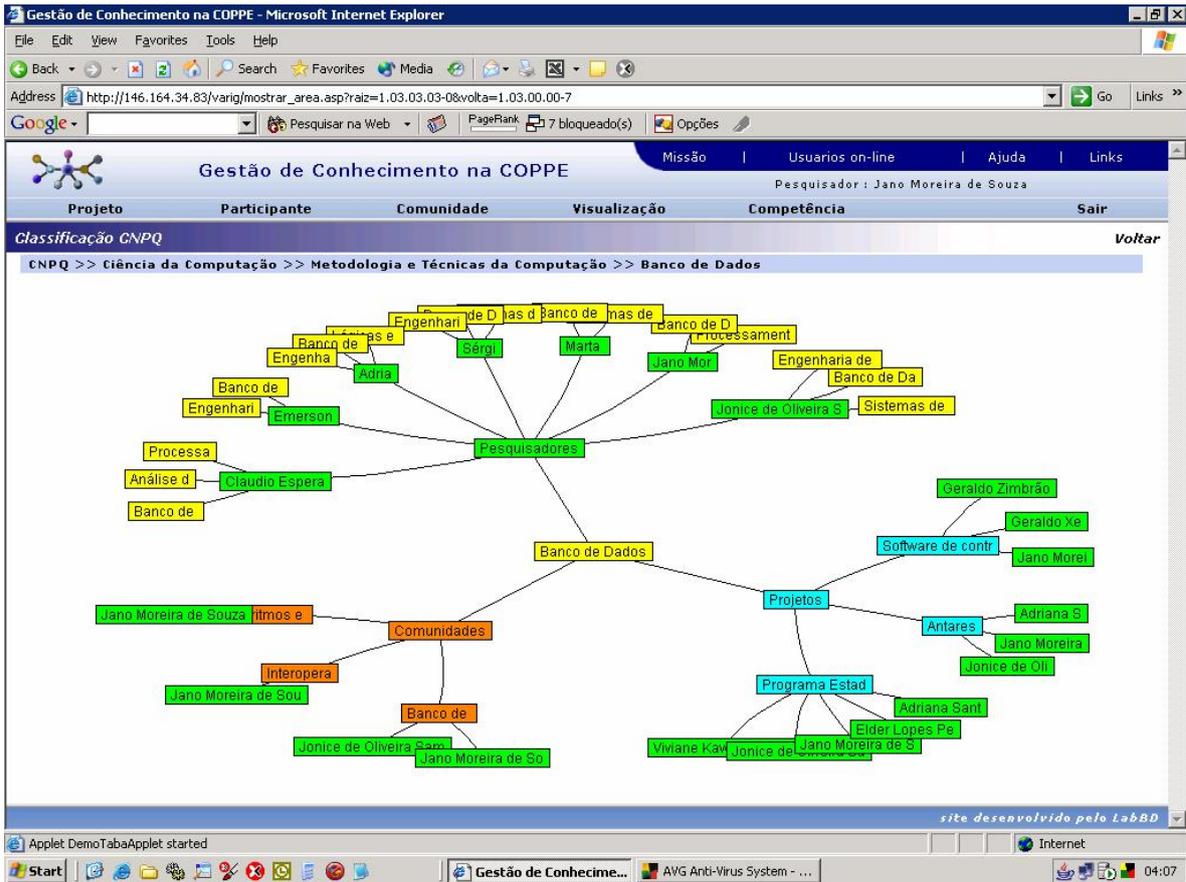
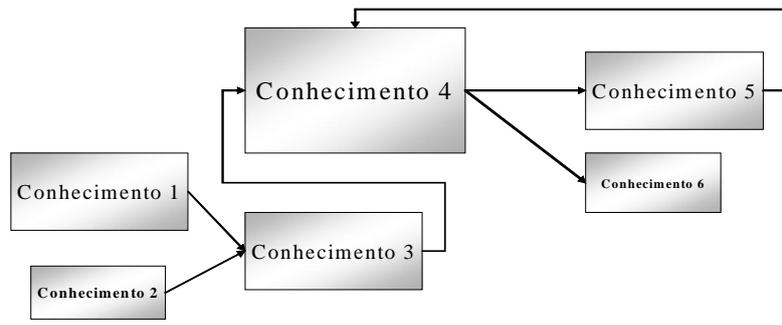


Figura 34 - Visualizando áreas de conhecimento, pessoas, projetos e comunidades.

#### 4.1.5.2 – Fluxo do Conhecimento

A maioria das representações do conhecimento demonstra o conhecimento como algo estático, embora ele seja dinâmico. Devido a isto, desenvolveu-se uma visualização do Fluxo do Conhecimento inspirada pelo trabalho do Prof. ZHUGE (2006). A idéia é representar como um conhecimento é gerado a partir do outro, indicar a relevância de um conhecimento em um contexto e mostrar como os diferentes conhecidos se relacionam. A visualização é análoga à representação de processos ou “workflow”, só que em vez de atividades temos seqüências de conhecimentos, conforme mostrado na Figura 35. Os conhecimentos também possuem, nesta representação, o seu tamanho alterado conforme a sua relevância.

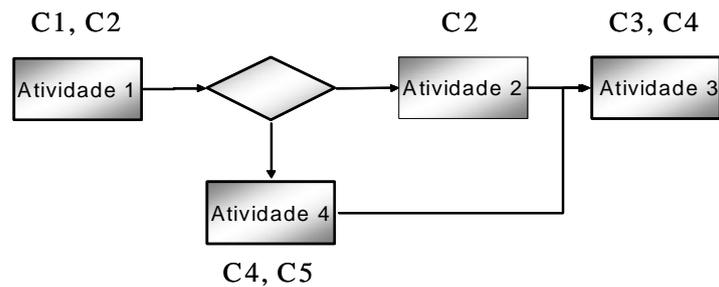


**Figura 35 - Fluxo do Conhecimento**

Os critérios levados em consideração para se traçar o fluxo do conhecimento são explicados a seguir:

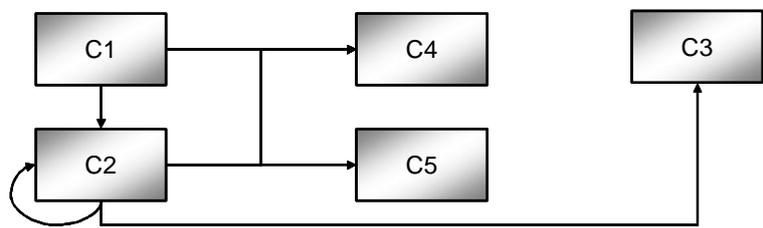
§ Processos

Um processo é composto por atividades e cada atividade precisa de pré-requisitos para ser executada, como artefatos de entrada e de saída, ferramentas e conhecimentos. A Figura 36 ilustra um exemplo de processo, apenas com os conhecimentos necessários para a execução de cada atividade.



**Figura 36 - Processo e as competências necessárias para a execução de cada atividade**

Um fluxo de conhecimento resultante do processo exemplificado pela Figura 36 é mostrado na Figura 37. O fluxo do conhecimento mostra qual foi a seqüência de conhecimentos necessária para a execução do processo.



**Figura 37 - Fluxo de Conhecimento**

Cada conhecimento representado em um fluxo de conhecimento pode ter variações em relação à sua importância no contexto. No caso de um processo, a relevância de um conhecimento é calculada pela Equação 1, ou seja, é o somatório do grau de relevância (importância) deste conhecimento para a execução de uma atividade,

adicionado ao número de convergências (conhecimentos que resultam nele). Por exemplo, o número de convergências do exemplo da Figura 36 é mostrado na Tabela 3.

**Equação 1 - Cálculo de Relevância de um Conhecimento no Fluxo**

$$F(x) = (\sum \text{Relevância}(x) * \text{Qtd. Atividades}) + \text{Convergências}(x)$$

**Tabela 3 - Convergências Encontradas no Exemplo da Figura 36**

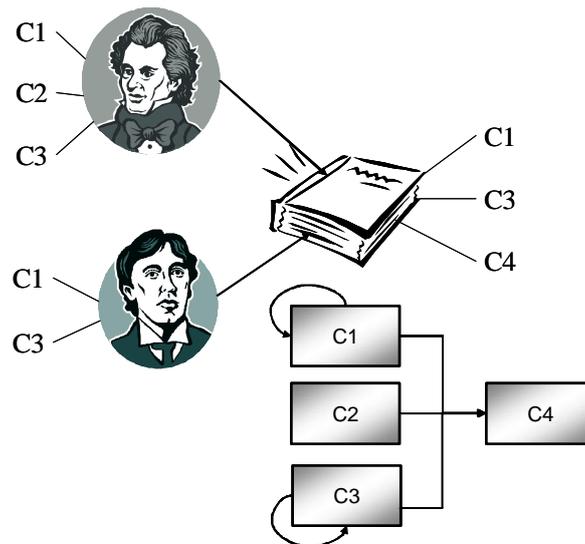
Conhecimento	Convergências
C2	2
C4	4
C5	3
C3	1

O valor da relevância do conhecimento é que dita o tamanho da representação do mesmo.

**§ Publicações**

Publicações são conhecimentos externalizados. Para serem gerados, provavelmente houve alguma troca ou criação de conhecimento, o qual é descrito ou mencionado em uma publicação.

O fluxo de conhecimento advindo de uma publicação é ilustrado pela Figura 38. Neste caso, os conhecimentos de seus autores dão seqüência aos conhecimentos relacionados à obra.



**Figura 38 - Fluxo de Conhecimento em uma Publicação**

O cálculo de relevância do conhecimento em um fluxo de conhecimento gerado a partir de uma publicação é feito pela Equação 2. A relevância é calculada pela relevância do conhecimento na publicação (calculado pelo S-Miner: Mineração de Competências) adicionado ao número de convergências.

**Equação 2 - Cálculo de Relevância de um Conhecimento na Publicação**

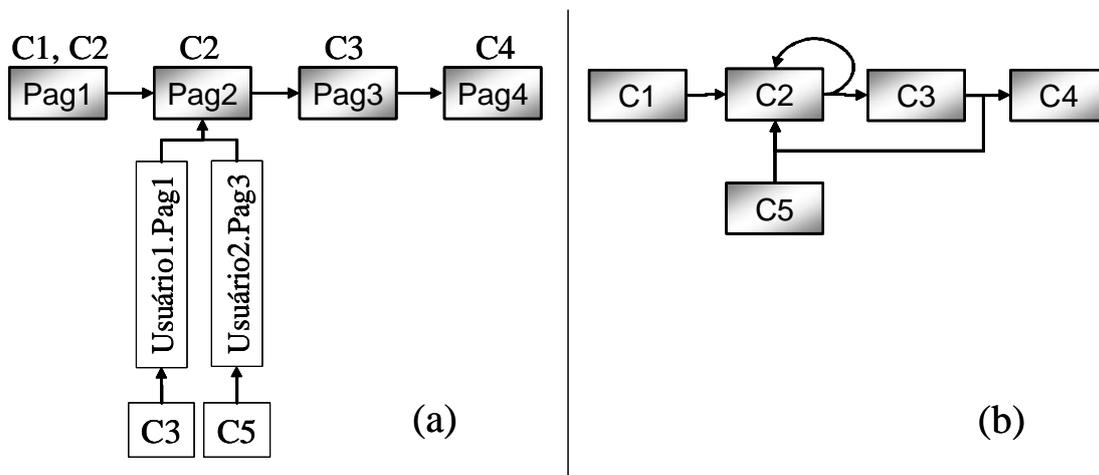
$$F(x) = \text{Relevância}(x) + \text{Convergências}(x)$$

§ Projetos

O fluxo de conhecimento de um projeto pode ser identificado pelo conjunto de seus processos e publicações, utilizando os mesmos mecanismos já descritos acima para o desenho do fluxo e cálculo da relevância dos conhecimentos.

§ Diário “Web”

O diário “web” é composto por páginas, escritas pelo próprio autor, sendo que cada página pode referenciar outras páginas de autores diferentes. Cada página pode estar relacionada a um ou mais conhecimentos, como pode ser visto na Figura 39(a). O fluxo de conhecimento pode ser visto na Figura 39(b). O cálculo de relevância é similar ao das publicações, descrito na Equação 2, ou seja, a soma da relevância do conhecimento para uma página adicionado ao número de convergências.



**Figura 39 - Seqüência de Páginas do Diário, com referências a outras páginas (a) e Fluxo do Conhecimento (b)**

Outros itens poderiam ser utilizados para a identificação do fluxo do conhecimento, tais como:

§ Referências e citações – As referências e citações mostram uma passagem, uma transmissão do conhecimento. Ou seja, para se criar uma publicação (que provavelmente possui algum conhecimento relacionado)



foi necessário ler, interpretar e adquirir conhecimentos das obras referenciadas e citadas. Neste caso, como no GCC não identificamos as referências e citações de cada publicação, não foi possível considerar este item.

- § “E-mail” – As mensagens podem estar relacionadas a conhecimentos também, e todo o fluxo de mensagens, como o envio, respostas e redirecionamentos, podem mostrar como os conhecimentos relacionados aos textos das mensagens podem ser relacionados. No GCC é oferecido apenas o envio do “e-mail”. Ações como respostas e redirecionamentos não são permitidos. Devido a esta singularidade, este item não foi considerado para a identificação do fluxo do conhecimento.
- § Reunião Eletrônica – Análogo ao “e-mail”, as seqüências de falas em uma reunião eletrônica podem ter diferentes conhecimentos relacionados. No GCC, cada reunião eletrônica é armazenada e são associados à reunião os conhecimentos relacionados à conversa. Cada fala poderia estar associada a um subconjunto dos conhecimentos da conversa ou ainda em conhecimentos mais especializados. Forçar o usuário a especificar para cada fala o assunto relacionado tornaria a reunião eletrônica inviável. A melhor solução para se identificar os conhecimentos relacionados a cada fala dos participantes é com a mineração dos textos, porque em algumas conversas existem falas que não são úteis ao contexto, como cumprimentos, exclamações, conversas paralelas, dentre outros. Este é um trabalho futuro, descrito no capítulo de Considerações Finais.
- § Mecanismos de Interação – A disponibilização e avaliação de materiais, disponibilização de “links”, eventos, enquetes e notícias não possuem fluxo. São ações singulares dos usuários com o item. Poderíamos detectar algum fluxo de conhecimento através das interações ocorridas nos fóruns, mas como os assuntos dos fóruns são muito específicos, não traria muitas contribuições identificar o fluxo através deste item.
- § Comunidade – A disseminação do conhecimento nas comunidades é através do uso de ferramentas de interações. Devido às singularidades citadas acima, não conseguimos ilustrar o fluxo de conhecimento em uma comunidade.



§ Dados advindos do currículo Lattes – Não conseguimos identificar o fluxo de conhecimento com os dados dos currículos Lattes porque as publicações não possuem referências, as orientações são ações de praticamente transmissão de um conhecimento e os detalhes dos demais itens do currículo são insuficientes para se identificar o fluxo de conhecimento.

Vale lembrar que uma visualização igualmente importante é de como as pessoas se relacionam e como o conhecimento é transmitido de uma pessoa a outra. Esta visualização é provida pelo módulo Análise e Balanceamento de Redes Sociais, explicado mais a frente.



#### 4.1.6 – Módulo de Inteligência Competitiva

Este módulo é responsável pela análise comparativa e posicionamento de uma pessoa, departamento ou instituição no seu ambiente.

Uma análise do “mercado” acadêmico tende a apontar os pontos fortes e fracos da instituição quando se analisa o ambiente interno e é possível verificar as ameaças ou oportunidades quando se investiga o ambiente externo. A partir dessas análises, a instituição consegue se posicionar de uma melhor forma, utilizando para isto situações identificadas no ambiente interno ou externo.

Portanto, o uso da Inteligência Competitiva pode trazer vários benefícios para as Instituições de Ensino e Pesquisa, tais como:

- § Conhecer o ambiente na qual a organização está inserido, permitindo definir estratégias adequadas para a instituição para que ela obtenha um posição de destaque e seja competitiva;
- § Conhecer melhor a si próprio (suas fraquezas e suas forças) – conhecendo seus pontos fracos e fortes poderia se posicionar melhor, fazendo planejamentos e estratégias para continuar ou melhorar a sua posição atual, e viabilizar uma contínua disseminação de conhecimento, e aumentar a interação e colaboração interna;
- § Permitir buscar e competir por melhores pesquisadores, professores, alunos e funcionários, que permitirá a instituição possuir um capital humano que agregue valor a ela;
- § Permitir investigar o meio empresarial focando também a detecção de parcerias com essas empresas;
- § Buscar uma melhor colocação no mercado;
- § Maximizar a chances de obtenção de recursos;
- § Permitir conhecer a área de atuação de outros pesquisadores e grupos – com isto, pode surgir uma oportunidade de colaboração e cooperação entre grupos de pesquisas externos e demais instituições.

Além disso, com o conhecimento sobre o ambiente acadêmico é possível analisar a evolução de áreas da ciência, permitindo a instituição investir em áreas novas, manter o investimento em áreas promissoras, ou seja, priorizar as áreas que podem trazer maior benefício para a instituição. Conseqüentemente, a contratação de



profissionais adequados, criação de novos cursos, entre outras oportunidades detectadas a partir da visão do “mercado” acadêmico, podem ser facilitadas.

Este módulo, que envolveu a tese de mestrado de KAWAMURA (2006) e o projeto final de MARTINO(2006), propõe mecanismos computacionais para apoiar o ciclo de Inteligência Competitiva proposto por KAHANER (1996) em Instituições de Ensino e Pesquisa, respeitando as suas peculiaridades e o tipo de ambiente que atuam. Indicadores foram levantados, os quais se encontram no Apêndice C de (KAWAMURA, 2006) e para isto foi realizado um estudo dos tipos de dados e avaliações feitas na área. O monitoramento destes indicadores pode ser feito em granularidades diferentes: a nível individual, setorial (linha de pesquisa ou grupo de pesquisa) ou institucional. Esta granularidade é importante porque a “competição”, análise ou comparação podem acontecer em níveis diferentes. Maiores detalhes podem ser obtidos em (KAWAMURA, 2006; MARTINO, 2006).

O módulo de IC tem como objetivo geral permitir que o pesquisador, linha de pesquisa, departamento ou instituição conheça-se melhor e também conheça seus “competidores”. Através dos indicadores, é possível detectar pontos fracos e pontos fortes, e permitir elaborar ações que acarretem em melhorias significativas para a instituição.

Com as informações do módulo de IC também é possível conhecer padrões da atividade em C&T, tais como projetos de pesquisa, produções, priorização de temas de trabalho, entre vários outros itens. Com isso é possível traçar um panorama da pesquisa científica dentro do escopo analisado.

O módulo de Inteligência Competitiva foi dividido nos seguintes sub-módulos: Sub-Módulo Lattes, Sub-Módulo CAPES, Sub-Módulo Notícias, Sub-Módulo Coleta e Sub-Módulo Geral.

Em todos os módulos, várias consultas estão disponibilizadas para os usuários (indicadores pré-definidos). Além dessas informações explícitas e recorrentes, os usuários apresentam esporadicamente à área de IC solicitações *ad-hoc*, que serão atendidas sob demanda (PRESCOTT e MILLER, 2001). Estas podem ser entendidas como sendo fruto de necessidades de informação ainda não explicitadas. Um dos objetivos da equipe de IC consiste em identificar necessidades de informação não explícitas que possuam padrão recorrente e integrá-las ao sistema.



#### **4.1.6.1 – Sub-Módulo Geral**

Este sub-módulo tem por finalidade reunir os indicadores comuns aos demais módulos e apresentar as informações agregadas.

#### **4.1.6.2 – Sub-Módulo Lattes**

Este módulo utiliza como principal insumo os dados disponibilizados no Curriculum Lattes (LATTES, 2005) dos pesquisadores e tem como objetivo comparar e conhecer os indicadores presentes no currículo. Com isso, a instituição pode conhecer o perfil detalhado de sua atividade de pesquisa a partir das informações individualmente fornecidas por seus pesquisadores, docentes e estudantes. A partir dessas informações muitos indicadores podem ser extraídos e agregados de acordo com a necessidade e interesse, permitindo visualizar informações a nível individual, setorial (linha de pesquisa ou grupo de pesquisa) ou institucional.

Com a análise dessas informações, é possível realizar um diagnóstico temporal dos indicadores extraídos, permitindo que se faça uma análise comparativa no setor acadêmico e possibilitando definir estratégias mais adequadas para a instituição. Um conjunto de consultas para análise do campo acadêmico e resultados experimentais são realizados neste sub-módulo.

Outras ferramentas da Plataforma Lattes como o Diretório de Grupos de Pesquisa e a parte de fomento fornecem muitas informações que podem ser exploradas mais profundamente de onde é possível extrair outros indicadores interessantes para a instituição. Porém, neste trabalho, essas ferramentas não foram exploradas.

Os indicadores listados são usados a nível individual, ou agregados para serem comparados a nível setorial (linha de pesquisa ou departamento) ou a nível institucional.

Uma visão mais proativa dos indicadores também é de extrema importância para a instituição. Por exemplo:

- § Detectar pessoas que têm competências para um determinado assunto, não está trabalhando no mesmo e a área é promissora.
- § Detectar competências complementares onde possam surgir parcerias para o desenvolvimento de trabalhos em conjunto.
- § Detectar congressos e conferências importantes para a comunidade acadêmica e convidar o pesquisador que seja da área para publicar.



§ Detectar tendências, ou seja, áreas de conhecimento que vêm crescendo e expandindo, a fim de investir na mesma.

§ Detectar áreas fracas, ou seja, com escassez de profissionais, assim é possível planejar uma forma de adquirir este conhecimento, seja por treinamento ou contratação de pesquisadores externos.

Com esses resultados, é possível estimular a produtividade de um pesquisador, sugerindo para o mesmo desenvolver trabalhos neste assunto. Uma ação para isso pode ser a associação entre chamada de trabalhos (“Call for Papers”) e as competências, ou seja, informar o pesquisador que tenha a competência necessária da conferência para que ele analise a possibilidade de enviar trabalhos.

Para se analisar os dados dos currículos Lattes, foi desenvolvido um mecanismo de importação dos dados, o qual será explicado na próxima seção.

#### **4.1.6.2.1 – Importação e Mineração do Curriculum Lattes**

Os currículos Lattes estão disponíveis de duas formas: “online” (disponível publicamente no próprio site da Plataforma Lattes) ou via XML. Os currículos dos pesquisadores de uma instituição são disponibilizados no formato XML apenas para a própria instituição, através do sistema Lattes Extrator.

Estes currículos são importados para análise no GCC, mas apenas nos permitem uma visão interna da situação. Como é necessária uma comparação com as demais instituições, departamentos, setores e pesquisadores de outras instituições torna-se necessário a importação dos currículos, os quais são disponibilizados “online” pelo CNPq. Para capturar tais dados, foi criado um mecanismo que permite a importação automática dos currículos desejados, onde as informações relevantes são guardadas na base de dados para posterior análise.

Após localizado o Currículo Lattes em HTML (“online”, provido pelo CNPq), para realizar a sua importação, o arquivo HTML do currículo é varrido buscando-se informações estruturais do arquivo, como “tags” de tabelas marcadas com determinados “css styles”<sup>9</sup> e títulos pré-definidos dos currículos (como por exemplo, “Formação acadêmica/Titulação”). O processo de importação sofre constante manutenção, para adequar-se a mudanças que por ventura apareçam na exibição do Curriculum Lattes.

---

<sup>9</sup> “Cascading Style Sheets” significa: Folha de estilos



A partir do HTML original, é gerado um documento XML estruturado com todas as informações relevantes para a importação. A partir desse documento XML, as informações são efetivamente importadas para a base de dados do GCC.

A base de dados onde os currículos são inseridos, na verdade, é uma base intermediária de importação, diferente da base utilizada para visualização dos dados pelos usuários. A justificativa surge do fato que os dados precisam ser tratados antes de serem disponibilizados.

A partir desse ponto, todos os passos são executados em seqüência, em um horário pré-determinado. O agendamento das atividades é importante porque são operações custosas e escolher um horário que o servidor não será muito requisitado pode evitar problemas de desempenho do sistema.

Quando os currículos dos pesquisadores são importados, não é verificado se os dados importados já existem ou não na base de dados. Por exemplo, é possível que dois pesquisadores tenham escrito o mesmo artigo juntos. Caso os dois sejam importados para a base, o artigo é importado duplamente. Após a importação completa, são retiradas as redundâncias da base de dados, fazendo com que não ocorram erros na posterior visualização de resultados.

Após a limpeza dos dados e retirada de redundâncias, os dados importados são apagados, uma vez que já foram copiados para o banco de dados real.

O Currículo Lattes é minerado pelo S-Miner, detectando-se as competências através da mineração da formação acadêmica (título da tese), linha de pesquisa (nome da linha), produção bibliográfica, produção técnica, projetos (nos três últimos casos, o título), orientações concluídas e participações em banca de teses (nos dois últimos casos, o título do trabalho desenvolvido).

A partir das competências cadastradas no sistema, é criado um relacionamento entre a produção acadêmica e as competências.

Este é um ponto muito delicado, como mencionado no Módulo de Competências, pois eventuais erros nesta associação entre radicais, palavras e competências podem afetar a análise. O ideal é que uma ou mais pessoas, conhecedoras do domínio de pesquisa dos pesquisadores, valide esta associação que deverá ser feita por um Analista do Conhecimento.

Para viabilizar a identificação de competências em domínios não conhecidos, o sistema utiliza como competências iniciais as especialidades definidas pelo pesquisador



em seu Currículo Lattes. Assim os radicais e palavras são associados a tais especialidades.

Nessa fase, a partir das competências mineradas para produção, são calculadas as competências do pesquisador como um todo, através da atribuição de pesos e da ponderação do tempo. O cálculo de competências será melhor detalhado na próxima seção, chamada Cálculo das Competências dos Currículos Lattes.

#### **4.1.6.2.2 – Cálculo das Competências dos Currículos Lattes**

Com os Currículos Lattes importados (todos os passos da importação dos currículos são explicados na seção anterior) é possível extrair competências a partir das informações existentes no currículo. Atualmente, informações sobre formação acadêmica, produção bibliográfica, produção técnica, projetos, orientações concluídas e participação em bancas são usadas para a extração de competências relacionadas ao pesquisador. Os títulos destes trabalhos são minerados, utilizando-se a ferramenta S-Miner do GCC (RODRIGUES, 2003), explicado no Módulo de Competências. Portanto, muitos indicadores podem ser consultados e analisados levando em consideração, ainda, a variável competência.

No cálculo da relevância da competência (ou seja, um indicador numérico para mensurar uma competência, ver Equação 3) foi usado um critério de peso, onde leva-se em consideração o tempo que o pesquisador trabalhou no assunto e o quão recente são os trabalhos realizados sobre determinado assunto.

Neste trabalho, para a avaliação das competências, teve-se a preocupação com a época em que a publicação foi criada, tentando diferenciar e destacar profissionais que atuam mais recentemente com um tema de pesquisa. No caso, foram consideradas publicações recentes aquelas publicadas nos últimos 5 anos e o seu peso é integral. Quando a publicação for anterior a 5 anos, foi criado um fator para diluir esse peso. Quanto mais distante da data atual for a publicação, menos pontuação o pesquisador ganha para uma determinada competência. Trabalhos produzidos há mais de 35 anos foram desconsiderados na avaliação da competência (isso somente acontece quando o pesquisador publicou sobre um determinado assunto e depois não teve mais nenhum trabalho relacionado a este mesmo assunto).

Para cada item do currículo onde os títulos são minerados (formação acadêmica, produção bibliográfica, produção técnica, projetos, orientações concluídas e participação em bancas) era dado um peso entre 1 e 3, pois acreditávamos que alguns



mecanismos de produção científica eram mais relevantes que outros. Por exemplo: dentro de produção bibliográfica, artigos publicados em periódicos tinham peso 3 (máximo), já textos em jornais de notícias/revistas tinham peso 1. Estes pesos foram substituídos, pois existem outras variáveis de qualidade do que o tipo da produção científica. Em um mesmo tipo existem critérios que alteram a relevância dos meios produzidos. Por exemplo, para cada “trabalho completo publicado em evento” um diferenciador de qualidade é a própria conferência e o seu critério QUALIS. Por existirem tantos fatores relacionados à qualidade dos itens, fatores com os quais não podemos trabalhar, o peso para o cálculo da relevância foi resumido apenas a quantidade da produção naquela competência, sem ponderarmos com a qualidade da produção.

A expressão que calcula a competência é dada por:

**Equação 3 - Fórmula para calcular a competência**

$$\text{Relevância} = \text{Peso} * \frac{35 - (\text{Ano Atual} - \text{Ano do Trabalho})}{30}$$

Por exemplo: Supondo uma situação onde dois pesquisadores publicaram um artigo completo em periódicos sobre grades computacionais (“grids”), o pesquisador A publicou no ano de 1996 e o pesquisador B publicou no ano de 2000. Aplicando a fórmula temos no primeiro caso (pesquisador A) relevância = peso \* 0,83, e no segundo caso (pesquisador B) relevância = peso \* 0,96. Como no caso foi uma única publicação, a relevância da competência grades computacionais para o pesquisador A é 0,83 e para o B é 0,96, ou seja, o pesquisador B ganhará uma pontuação um pouco maior do que o pesquisador A. A relevância é somada a cada título de trabalho minerado. Assim, é possível mapear a relevância de cada pesquisador mediante as competências buscadas.

§ Com a mineração, é possível extrair as competências de cada trabalho, conseqüentemente, do pesquisador.

#### **4.1.6.2.3 – Análise Temporal e de Cenário**

As informações históricas do pesquisador podem ser desmembradas por ano ou por um determinado período de tempo, permitindo acompanhar a evolução temporal de cada indicador (ou parcialmente agregados).



Neste sub-módulo, é possível utilizar muitos indicadores extraídos do Currículo Lattes, escolhendo-se a granularidade na qual se deseja visualizar as informações (nível institucional, setorial ou individual). Ainda está disponível a comparação por competência.

Em cada uma das granularidades, deve-se escolher qual ou quais instituições ou departamentos ou linhas de pesquisa ou pesquisador que se deseja comparar. A seguir, o critério deve ser escolhido também. Os critérios implementados são: Produção Bibliográfica, Produção Técnica, Projetos, Orientações, Participações em Comissões Julgadoras, Participações em Banca, Nível de Colaboração (atualmente, está disponível somente para consultas a nível individual), Competências e Prêmios e Títulos. Cada critério pode ser especializado conforme os critérios do próprio Currículo Lattes.

O nível de colaboração não é um indicador que está explícito no currículo Lattes, porém ele pode ser mensurado (verificando se a produção possui mais de um autor associado). Este critério utiliza co-autoria em Produção Bibliográfica, co-autoria em Produção Técnica e membros de um mesmo projeto. O percentual de colaboração é importante para avaliar o quanto os pesquisadores estão colaborando, permitindo à instituição, por exemplo, criar políticas para incentivar a colaboração e a produção de trabalhos em conjunto.

O usuário pode escolher a granularidade com que deseja visualizar as informações. A Figura 40 apresenta uma tela de comparação a nível individual. Vale a pena ressaltar que podem ser visualizadas informações de vários pesquisadores ao mesmo tempo (na comparação – segunda parte da tela).

Na primeira parte da tela um pesquisador pode ser encontrado na base de dados e suas informações podem ser visualizadas. Para facilitar, há também uma lista completa de pesquisadores cadastrados na base de dados, que pode ser visualizada de duas maneiras: em ordem alfabética ou em hierarquia (com a lista de todas as universidades que estão cadastradas na base, os departamentos que pertencem à universidade, as linhas de pesquisa de cada departamento e por fim os pesquisadores de cada linha de pesquisa) conforme pode ser observado na

Figura 41.

Para cada pesquisador há uma tela individual, onde seus dados pessoais, formação acadêmica, áreas de atuação e indicadores de produção são apresentados (Figura 42). Os indicadores de produção (última tabela da figura) estão divididos em: Produção Bibliográfica, Produção Técnica, Projetos Cadastrados, Orientações,



Participações em Banca, Participações em Comissões Julgadoras e Prêmios ou Distinções, e para cada um deles é apresentado a quantidade e a posição do pesquisador na classificação (“ranking”) em cada um dos critérios. Também é possível visualizar informações completas das produções bibliográficas e técnicas, projetos, participação em bancas e comissões, e os prêmios alcançados pelo pesquisador, clicando sobre o item “visualizar” do lado direito da última tabela da Figura 42<sup>10</sup>.

Um outro ponto interessante deste módulo é a possibilidade para o pesquisador se comparar e se situar em seu ambiente, o que chamamos de comparação com a média (Figura 43). Esta comparação está disponível para os seguintes indicadores: Produção Bibliográfica, Produção Técnica, Projetos Cadastrados, Orientações, Participações em Banca, Participações em Comissões Julgadoras e Prêmios ou Distinções.

No nível individual é mostrado um gráfico da produção do pesquisador comparando-o com a:

- § Média das pessoas da mesma linha de pesquisa;
- § Média das pessoas do mesmo departamento;
- § Média das pessoas da mesma instituição;
- § Média das pessoas de todas as instituições.

Este gráfico pode ser observado na Figura 43. É possível também fazer um estudo ao longo do tempo.

Para a comparação de uma linha de pesquisa, estão disponíveis:

- § Média das outras linhas de pesquisa
- § Média do setor no qual a linha de pesquisa pertence
- § Média da universidade na qual a linha de pesquisa pertence
- § Média geral, ou seja, de todas as pessoas da base de dados

Para a comparação a nível institucional, temos a média da instituição com a média geral.

Voltando à opção de escolha da granularidade de comparação, temos a opção de comparar ao nível individual, setorial (linha de pesquisa ou departamento) ou individual. Depois da escolha da granularidade, as pessoas/ linhas de pesquisa/ departamento ou instituições devem ser definidos, observando que o intervalo de tempo

---

<sup>10</sup> Para privilegiar o anonimato, os nomes da base foram alterados para compor as figuras.



pode ser configurado também. Para ilustrar, a Figura 44, mostra a comparação a nível setorial – por departamento, onde três supostos departamentos foram escolhidos com o critério de comparação Produção Bibliográfica e o período entre 1998 e 2006. A tela de resultados é apresentada na Figura 45.



Gestão de Conhecimento na COPPE - Microsoft Internet Explorer

Endereço: http://localhost/DESENV/md\_inteligenciacompetitiva/individual.asp

**Gestão de Conhecimento na COPPE**

Colaborador: Viviane Kawamura de Almeida

Comparação a Nível Individual

Buscar pesquisador na base de dados

Nome do Pesquisador:  Buscar

Visualizar Lista Completa

Comparar pesquisadores

Pesquisador:

Pesquisadores:

Critério: Produção Bibliográfica

Período:  Até  (Para comparar todo o período, deixe em branco)

Visualizar Gráficos

Ranking de Pesquisadores

- Ranking de Produção Bibliográfica
- Ranking de Produção Técnica
- Ranking de Projetos
- Ranking de Orientações Concluídas
- Ranking de Participações em Banca
- Ranking de Participações em Comissões Julgadoras
- Ranking de Prêmios ou Distinções

Concluído

Figura 40: Comparação a nível individual

Gestão de Conhecimento na COPPE - Microsoft Internet Explorer

Endereço: http://localhost/DESENV/md\_inteligenciacompetitiva/visualizaPesquisador.asp?id=124

**Gestão de Conhecimento na COPPE**

Colaborador: Viviane Kawamura de Almeida

**José José (JOSÉ, J.)**

Dados Pessoais

Nome: JOSÉ, J.  
 Maior Formação: Doutorado  
 Nível CNPQ: 1D  
 Instituição: Universidade Federal do Rio de Janeiro, UFRJ, Brasil.  
 Setor: Universidade Federal do Rio de Janeiro, Instituto Alberto Luiz Coimbra de Pós Graduação e Pesquisa de Engenharia, Programa de Engenharia de Sistemas  
 Linha de Pesquisa: Banco de Dados  
 Sexo: Masculino  
 Identificador Lattes: K436264  
 Data de Importação: 16/27/2006 10:10:42

Formação Acadêmica

Ano	Nível	Instituição	Título
1993	Doutorado	Engenharia de Sistemas e Computação, Universidade Federal do Rio de Janeiro, UFRJ, Brasil.	Bla Bla Bla
1987	Mestrado	Engenharia de Sistemas e Computação, Universidade Federal do Rio de Janeiro, UFRJ, Brasil.	Bla Bla Bla
1980	Graduação	Ciência da Computação, Universidade Federal do Rio de Janeiro, UFRJ, Brasil.	Bla Bla Bla

Áreas de Atuação

1)	Grande Área	Área	Sub-Área	Especialidade
1)	Ciências Exatas e da Terra	Ciência da Computação	Metodologia e Técnicas da Computação	Banco de Dados
2)	Ciências Exatas e da Terra	Ciência da Computação	Metodologia e Técnicas da Computação	Sistemas de Informação

Indicadores de Produção

Tipo	Quantidade	Ranking
Produção Bibliográfica	126	19
Produção Técnica	15	22
Projetos Cadastros	4	24
Orientações	37	18
Participações em Banca	40	28
Participações em Comissões Julgadoras	7	32
Prêmios ou Distinções	1	42

Concluído

Figura 42: Tela com informações individuais do pesquisador



Gestão de Conhecimento na COPPE - Microsoft Internet Explorer

Endereço: http://localhost/DESENV/md\_inteligenciacompetitiva/ListaMembrosArv.asp

**Gestão de Conhecimento na COPPE**

Colaborador: Viviane Kawamura de Almeida

Pesquisadores Importados

Base de dados Lattes

- Instituições
  - Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro, PUC-RJ, Brasil.
  - Universidade de São Paulo - São Carlos, USP-SC, Brasil.
  - Universidade Estadual de Campinas, UNICAMP, Brasil.
  - Universidade Federal de Minas Gerais, UFMG, Brasil.
  - Universidade Federal de Pernambuco, UFPE, Brasil.
  - Universidade Federal do Rio de Janeiro, UFRJ, Brasil.
  - Universidade Federal do Rio de Janeiro, Instituto Alberto Luiz Coimbra de Pós Graduação e Pesquisa de Engenharia, Programa de Engenharia de Sistemas
    - Banco de Dados
      - Geraldo Bononino Xexê
      - Jano Moreira de Souza
      - Marta Lima de Queiros Mattoso
    - Engenharia de Software
    - Inteligência Artificial
  - Universidade Federal do Rio Grande do Sul, UFRGS, Brasil.

Modo de exibição: hierarquia - ordem alfabética

Pesquisadores

- Ana Maria Machado Traina
- Alan Mitchell Durham
- Alberto Henrique Frade Laender
- Alfredo Goldman vel Leilman
- Alneu de Andrade Lopes
- Ana Carolina Brandao Salgado
- Ana Cristina Vieira de Melo
- Ana Lucia Ceterlich Bazzan
- Ana Regina Cavalcanti da Rocha
- Antonio Carlos da Rocha Costa
- Antonio Luz Furbado
- Arnaldo Vieira Moura
- Augusto Cezar Alves Sampaio
- Berthier Ribeiro de Araujo Neto
- Castano Traina Junior
- Carlos José Pereira de Lucena
- Cecilia Mary Fischer Rubira

Concluído

Figura 41: Modos de visualização dos pesquisadores

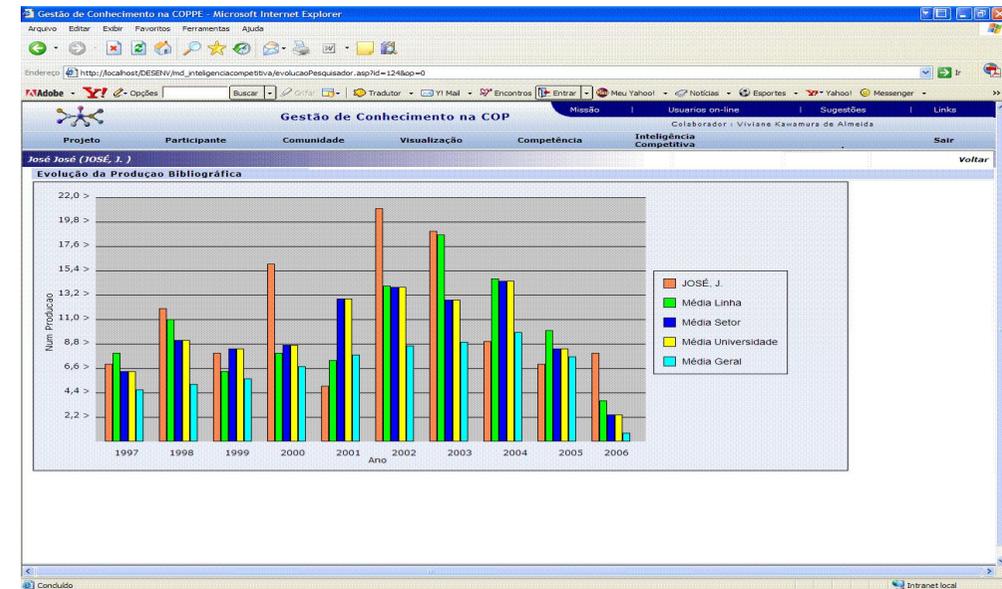


Figura 43: Comparação com médias



**Gestão de Conhecimento na COPPE**

Comparação a Nível Setorial

Buscar setor na base de dados

Nome do Setor:  Buscar

Visualizar Lista Completa

Comparar setores

Setor:

Setores

- Departamento de Ciência da Computação - Universidade AAA
- Departamento de Informática - Universidade BBB
- Departamento de Sistemas - Universidade CCC

Critério: Produção Bibliográfica

Período: 1998 Até 2006 (Para comparar todo o período, deixe em branco)

Visualizar Gráficos

Ranking Setorial

- [Ranking de Produção Bibliográfica](#)
- [Ranking de Produção Técnica](#)
- [Ranking de Projetos](#)
- [Ranking de Orientações Concluídas](#)
- [Ranking de Participações em Bancas](#)
- [Ranking de Participações em Comissões Julgadoras](#)
- [Ranking de Prêmios ou Distinções](#)

site desenvolvido pelo LabBD

Intranet local

Figura 44: Tela de comparação a nível setorial - Por departamento

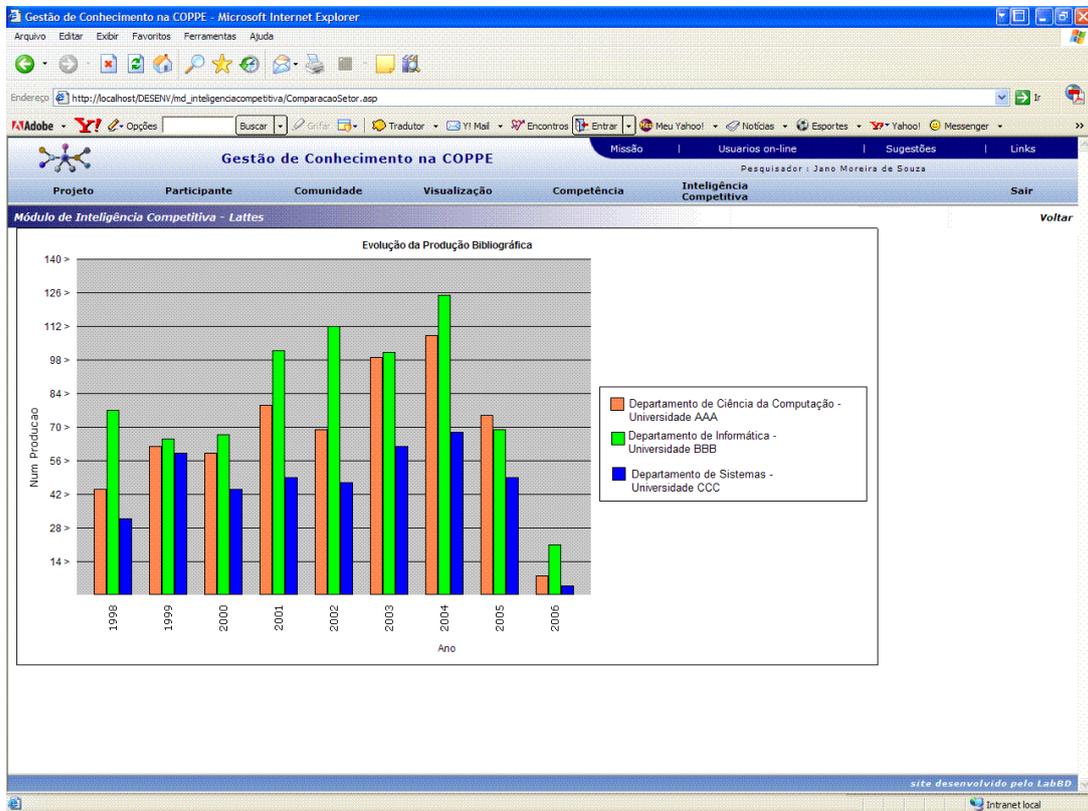


Figura 45: Tela de Resultados da comparação a nível setorial - Por departamento



Outro ponto tratado neste módulo é a questão do “ranking”. Para cada granularidade há o “ranking” para os seguintes critérios:

- § “Ranking” de Produção Bibliográfica
- § “Ranking” de Produção Técnica
- § “Ranking” de Projetos
- § “Ranking” de Orientações Concluídas
- § “Ranking” de Participações em Banca
- § “Ranking” de Participações em Comissões Julgadoras
- § “Ranking” de Prêmios ou Distinções

Cada um desses critérios têm seus subitens (por exemplo, para a produção bibliográfica, tem-se: Artigos publicados em periódicos – Completo, Artigos publicados em periódicos – Resumo, Trabalhos em eventos – Completo, Trabalhos em eventos – Resumo Expandido, Trabalhos em eventos – Resumo, Livros publicados/organizados ou edições, Capítulos de livros publicados, Textos em jornais de notícias/revistas, Demais tipos de produção bibliográfica). E cada um desses subitens um peso diferente pode ser dado pelo usuário para calcular o ranking. Desta maneira, o usuário pode colocar um maior valor para o critério que considera mais importante. No ranking mostrado diretamente todos os subitens têm pesos iguais (1), porém o usuário pode priorizar pontos considerados mais importantes (ou até mesmo anulá-los) e delimitar o período de tempo.

Neste sub-módulo ainda é possível visualizar as informações por competências. O usuário escolhe uma competência e então seleciona o critério que deseja que seja retornado sobre essa competência, podendo ser: os pesquisadores que detêm esta competência; ou os produtos de produção bibliográfica, produção técnica, orientações concluídas e participações em banca que estão relacionados com a competência escolhida.

Outros indicadores foram extraídos do Currículo Lattes, alguns associando com as competências extraídas. São eles:

- § Distribuição de pessoas por competências – Número de Pessoas (é possível visualizar quantos pesquisadores estão trabalhando em um determinado assunto);
- § Distribuição de competências - Relevância (é possível conhecer as áreas fracas e áreas fortes da instituição/ departamento/ linha de pesquisa);



- § Distribuição de professores por nível de bolsa de produtividade;
- § Áreas recentemente pesquisadas.

#### **4.1.6.3 – Sub-Módulo CAPES**

Este é o módulo que trabalha com os indicadores levados em conta na avaliação da CAPES (CAPES, 2005), que tem como objetivos: conhecer, comparar e monitorar os indicadores levados em consideração na avaliação da CAPES, tornando possível conhecer os pontos fracos e fortes do curso em questão.

O sistema de avaliação da CAPES tem sido continuamente aperfeiçoado, constituindo um instrumento para a ação direta da comunidade universitária na busca de um padrão de excelência acadêmica sempre maior dos mestrados e doutorados nacionais. Os resultados da avaliação servem de base para a formulação de políticas para a área de pós-graduação, bem como para o dimensionamento das ações de fomento - bolsas de estudo, auxílios, apoios -, estabelecendo, ainda, critérios para o reconhecimento pelo Ministério da Educação dos cursos de mestrado e doutorado novos e em funcionamento no Brasil (CAPES, 2005).

Devido a essa grande importância, os indicadores considerados pela CAPES são de fundamental interesse para as Instituições de Ensino e Pesquisa, por isso devem ser monitorados e analisados com a finalidade da busca constante pela excelência.

A avaliação utiliza dados fornecidos pelos próprios programas avaliados, os quais são ponderados e interpretados por meio de comissões. O sistema de avaliação da CAPES engloba: i) proposta do programa; ii) corpo docente; iii) pesquisa; iv) formação; v) corpo discente; vi) teses e dissertações e vii) produção intelectual.

Este módulo analisa as avaliações, realizadas pela CAPES, dos cursos de mestrado, mestrado profissional e doutorado realizadas trienalmente e anualmente. As avaliações trienais resultam em uma nota, um conceito, enquanto que a avaliação anual aponta deficiências, qualidades e o que pode ser melhorado. As avaliações anuais não resultam em notas diretamente, mas são embasadoras para a avaliação trienal.

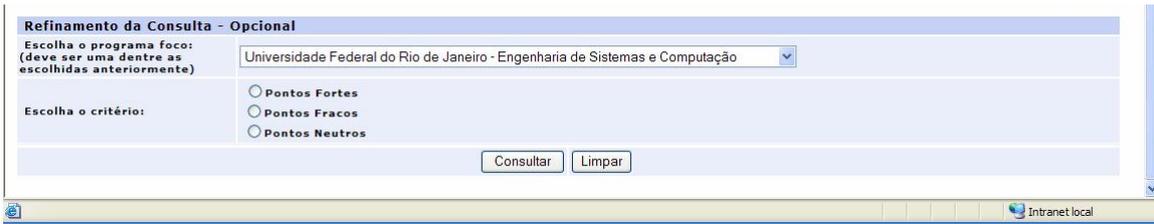
A avaliação trienal e anual utilizam o mesmo conjunto de indicadores, que são: Proposta do Programa, Corpo Docente, Pesquisa, Formação, Corpo Discente, Teses e dissertações e Produção Intelectual.

Este sub-módulo tem por finalidade auxiliar na análise e visualização dos resultados das avaliações anuais e trienais feitas pela CAPES, podendo a análise ser feita pelos conceitos dados pela avaliação da CAPES em cada um dos critérios e por um período de tempo. Como pode ser observado na Figura 46, na primeira parte da tela há dois filtros: as universidades/programas e os critérios. Um ou mais universidades/programas devem ser escolhidos para visualização dos critérios selecionados no outro filtro. Se nenhum critério for selecionado, serão apresentados os resultados de todos os critérios avaliados pela CAPES.

Neste sub-módulo ainda há um facilitador, onde é possível fazer um filtro por “pontos fracos”, “fortes” e “neutros”. A universidade ou o programa foco devem ser escolhidos e o que se deseja saber deles em relação aos demais universidades/programas escolhidos, os pontos fortes, os pontos fracos ou os pontos neutros (Figura 47).

Por pontos fortes entendem-se os critérios seus que foram superiores aos dos demais programas comparados. Pontos fracos são os itens nos quais a sua instituição recebeu uma avaliação menor aos demais programas. Pontos neutros são os pontos que as instituições são equiparadas com as suas, ou seja, não representam nem vantagem e nem ameaça competitiva.

Figura 46: Tela de Consulta do sub-módulo CAPES



**Figura 47: Refinamento da consulta do sub-módulo CAPES**

Um outro exemplo de consulta é apresentado na tela a seguir (Figura 48) onde foram escolhidas duas universidades/programas, foi solicitado quais seriam os pontos fortes de uma em relação à outra. O retorno da consulta são somente os pontos em que o conceito em algum dos indicadores é maior do que da outra universidade/programa escolhida, como pode ser observado na figura.

Ano	Critério	Item	Peso	PUC-RIO	UNICAMP
2004	Atividade de Pesquisa	Participação do corpo discente nos projetos de pesquisa	10%	Muito Bom	Bom
2004	Atividade de Pesquisa	Transferência de resultados da atividade de pesquisa para sociedade	20%	Muito Bom	Bom
2001	Corpo Discente	Dimensão do corpo discente em relação à dimensão do NRD6	30%	Muito Bom	Bom
2004	Corpo Discente	Número de titulados e proporção de desistências e abandonos em relação à dimensão do corpo discente	30%	Muito Bom	Bom
2004	Teses e Dissertações	Número de publicações de discentes em relação ao número de teses e dissertações concluídas	25%	Muito Bom	Bom
2004	Produção Intelectual	Qualidade dos veículos ou meios de divulgação	35%	Muito Bom	Bom
2004	Produção Intelectual	Quantidade e regularidade em relação à dimensão do NRD6; distribuição da autoria entre os docentes	25%	Muito Bom	Bom
<b>CONCEITO FINAL</b>				<b>7</b>	<b>5</b>

**Figura 48: Resultado da consulta refinada do sub-módulo CAPES**

Este sub-módulo contempla as seguintes análises das avaliações trienais e também anuais:

- § Instituições X Tempo;
- § Instituições X Critério ou Item;
- § Instituições X Critério ou Item X Tempo;

Sendo que cada uma destas análises ainda podem ser filtradas por pontos fortes, fracos ou neutros.

As análises realizadas sobre avaliações anuais são de caráter apenas qualitativo e não-mensurável, não é permitida a filtragem por pontos fortes, fracos ou neutros.



#### **4.1.6.4 – Sub-Módulo News**

Este módulo tem como objetivo detectar oportunidades e conhecer as mudanças/ inovações do ambiente externo. Isso pode ser feito através do monitoramento de editais (CAPES, CNPq, entre outros), notícias, eventos (congressos, seminários, “workshops”), mercado de trabalho (empresas), entre outros meios. A instituição deve se atentar para a possibilidade de parcerias dentro do próprio meio acadêmico ou com o meio empresarial.

Várias informações e oportunidades podem ser extraídas da “web”. Muitas fontes de informação podem (e devem) alimentar este sub-módulo. Devido a esta grande diversidade, as atividades de coleta e monitoração não podem ser totalmente informatizadas e é preciso que os coletores e analistas, membros da equipe de IC, desenvolvam boa parte do trabalho.

Muitas fontes podem ser usadas neste módulo, algumas prováveis são: congresso, seminários, “workshops”, publicações especializadas, “sites” da “web”, páginas pessoal, “sites” de empresas, novos cursos lançados por programas concorrentes, contato pessoal, páginas de eventos, jornais, revistas.

Para o sub-módulo “News” há um espaço reservado na primeira tela do sistema. Assim que o usuário acessa o sistema, ele pode verificar as notícias do dia.

Assim que um usuário analisar as notícias e detectar oportunidades ou alguma informação relevante, ferramentas de comunicação (e divulgação), tais como enquete, fórum e “e-mail” podem ser usadas, a fim de divulgar a informação a quem possa ser útil. Os usuários podem interagir através das ferramentas do módulo de comunidades do GCC, podendo criar comunidades conforme assunto a ser debatido.

#### **4.1.6.5 – Sub-Módulo Coleta**

Na maioria das organizações não existe um sistema informatizado para que os funcionários possam fornecer informações por eles consideradas importantes para o negócio da organização.

O objetivo deste módulo é coletar informações do ambiente que envolve a instituição, de maneira manual ou automática. A maneira manual permite que os colaboradores (alunos, professores, pesquisadores, funcionários, ex-alunos, ex-professores, ex-funcionários) possam inserir dados que obtiveram ou assimilaram do ambiente interno ou externo. Esses dados devem ser classificados quanto à estrutura



(formal ou informal) e confiabilidade e são posteriormente analisados e trabalhados pelos coletores e analistas.

O usuário entra com as seguintes informações: os autores da informação, um possível título para a informação, fonte, data, estrutura (formal e informal), confiabilidade (baixa, média, alta), áreas de conhecimento ou competências associadas e o conteúdo propriamente dito. Ainda é permitido dar um “upload” de algum arquivo com conteúdo relacionado.

Quanto à estrutura, as informações podem ser classificadas em: i) formal: são as informações estruturadas (livros, revistas, “website”, jornais) e ii) informal: são as informações não estruturadas (palestras, conversas, reuniões). Já quanto à confiabilidade, podem ser classificadas como: i) baixa: são oriundas de fontes não confiáveis, mas que merecem serem acompanhadas; ii) média: possuem confiança subjetiva, são as fontes que disponibilizam algumas vezes informações confiáveis e outras não, mas devem ser acompanhadas; iii) alta: são as informações confiáveis e que devem ser constantemente acompanhadas.

A coleta automática se dá através da integração direta com outros sistemas acadêmicos da instituição, podendo-se extrair dados para análise diretamente. Esta parte não foi implementada, mas para o Programa de Engenharia de Sistemas e Computação da COPPE/UFRJ previu-se a coleta automática através dos sistemas CTRL-COPPE (controlador da vida acadêmica dos estudantes) e SIGA (sistema acadêmico da UFRJ).

Como não são limitados os assuntos para os quais os usuários podem fornecer informações ao módulo, questões que são tratadas em outros módulos podem ser fornecidas pelo usuário neste sub-módulo Coleta, através de um formulário (Figura 49).

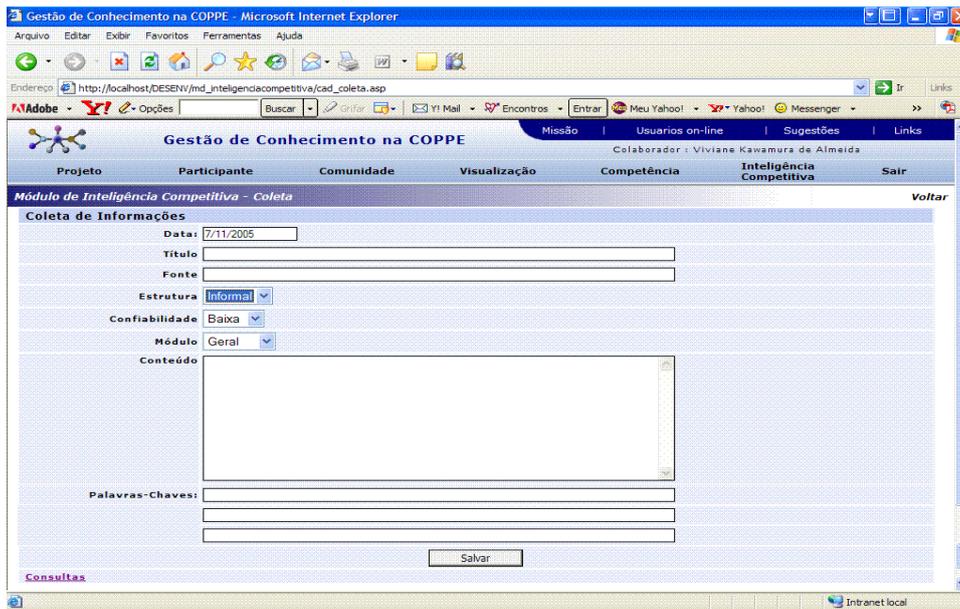


Figura 49: Tela de Coleta

O analista da informação da equipe de Inteligência Competitiva, após avaliar a informação inserida pelo usuário, pode inserir palavras-chave para a informação caso julgue necessário. Após essa avaliação, ele libera a informação para visualização dos usuários do sistema. Opções de filtro estão disponíveis para os usuários (por data, por módulo, por palavras-chave), como pode ser visto na Figura 50, os filtros podem auxiliar o usuário a procurar algo específico.

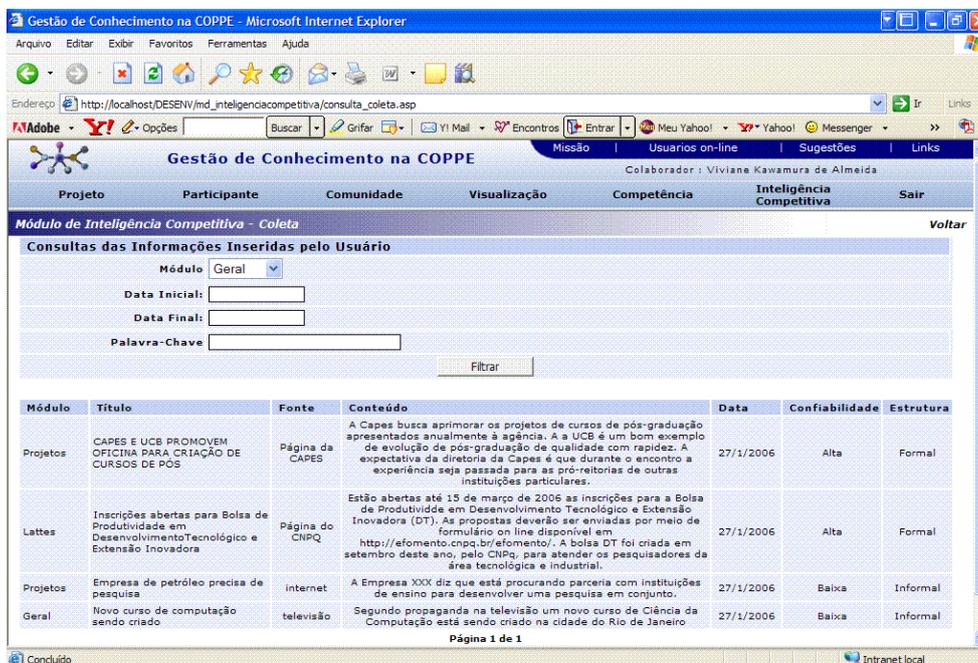


Figura 50: Tela de Consultas - sub-módulo Coleta

Muitas consultas podem ser realizadas no sistema, nas quais os usuários poderão conhecer os resultados dos indicadores analisados, tais como mecanismos de alerta.



Existem ainda outras ferramentas de comunicação e disseminação de informação que promovem um trabalho colaborativo, tais como: fórum de discussões para a equipe de IC, opções de compartilhamento de pastas entre usuários que funcionam como uma espécie de ‘diretório’ comum para o trabalho colaborativo entre grupos de analistas, etc.

Além disso, para o Módulo de Inteligência Competitiva contempla-se ainda a análise dos tópicos abordados nas principais conferências ao longo dos anos e a avaliação do conhecimento dos pesquisadores em relação aos temas de interesse do meio acadêmico, analisando assim tais profissionais em relação à atualidade e capacidade de predição nos assuntos publicados. Este trabalho, chamado de “Análise de Tendências”, é um trabalho futuro que será melhor descrito no capítulo de conclusão desta tese.

#### **4.1.7 – Módulo de Recomendação**

Os Sistemas de Recomendação provêm o acesso a informações pertinentes, fazendo sugestões baseadas em exemplos prévios sobre as preferências do usuário. Funcionam como fontes de informação pró-ativa a seus usuários, antecipando aquilo que teriam que procurar no futuro e permitindo também acompanhar, de maneira síncrona, a vanguarda das áreas de interesse do usuário.

A aplicação de um módulo de recomendação para o GCC abre um novo horizonte, expandindo a integração entre seus membros através do compartilhamento de informações recomendadas, o que amplia não só a experiência curricular, como também o conhecimento em cada campo. Além dos ganhos com a possibilidade de internalização do conhecimento entre os usuários, o sistema também é uma ferramenta de avaliação qualitativa das informações e, conseqüentemente, de seus autores. Através da recomendação, qualquer espécie de informação pode obter diversos níveis de aceitação, aprovação e reconhecimento.

Este módulo, de autoria de BARBOSA e MAIA (2006), implementa um sistema de recomendação colaborativo. Maiores detalhes podem ser obtidos em (BARBOSA *et al.*, 2006).

Após analisar as comparações de abordagens, modelos e tipos de algoritmos que podemos desenvolver, relacionados com a realidade com a qual o GCC se encontra, decidiu-se investir na abordagem Colaborativa, utilizando o modelo em memória e o algoritmo de Correlação de Pearson (BREESE *et al.*, 1998).

Podemos dividir o processo de Recomendação Colaborativa em duas etapas: uma etapa de predição e outra de recomendação (BREESE *et al.*, 1998). Na etapa de predição, o algoritmo procura por documentos que o usuário não avaliou e calcula uma nota para cada um que for encontrado, baseando-se em cada nota dada e na similaridade com o outro usuário específico que avaliou. Na etapa de recomendação, são selecionados documentos cujas notas preditas foram superiores a um limite estipulado. Podemos utilizar outros critérios para efetuar a seleção dos documentos.

A Figura 51 mostra a matriz de usuários e documentos, as duas etapas do processo e as saídas geradas em cada uma delas.

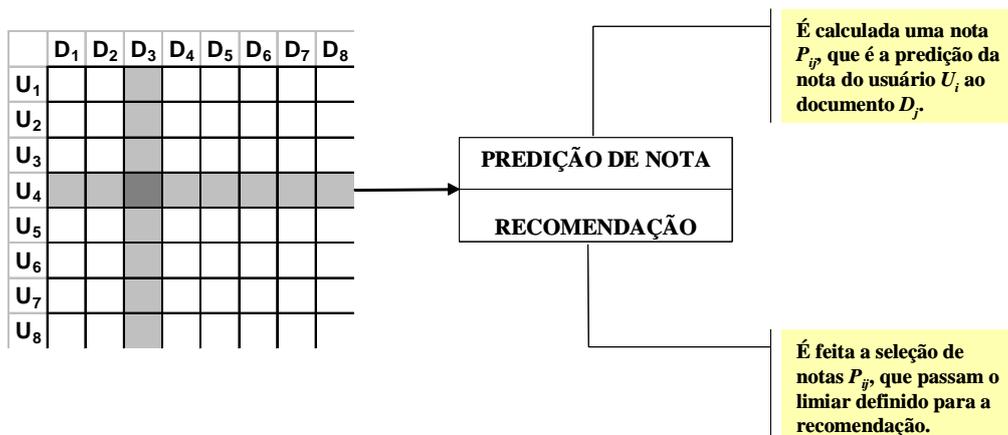


Figura 51 - Esquema do Processo de Recomendação Colaborativa (BARBOSA *et al.*, 2006).

Na primeira etapa, a similaridade entre os usuários é calculada levando em consideração a matriz de “usuários x documentos”. Cada linha da matriz contém uma série de notas que são as avaliações do usuário  $U_i$  para o documento  $D_j$ . Caso o usuário  $U_i$  não tenha avaliado um determinado documento  $D_j$ , são selecionados todos os usuários que avaliaram o documento  $D_j$ . Então, são calculadas as similaridades entre cada um dos usuários selecionados e  $U_i$ . Em seguida, a predição da nota é calculada a partir da avaliação de cada usuário e sua respectiva similaridade.

Na etapa seguinte, todas as notas preditas são verificadas e, caso a predição de nota seja superior ao valor escolhido como referência, o documento em questão será selecionado para ser recomendado ao usuário.

Esta escolha se mostra ideal para nosso caso, pois nós não queremos apenas recomendar documentos, eliminando a abordagem por Conteúdo. O modelo baseado em memória foi escolhido por ser mais eficaz e de fácil implementação. Foi escolhido o algoritmo de Correlação por ser o mais eficaz nas pesquisas feitas por (SHARDANAD *et al.*, 1995).



Nesta seção vamos traçar em linhas gerais o algoritmo de Correlação de *Pearson*. Inicialmente, para o cálculo da predição da nota [2], utilizamos a Equação 4.

**Equação 4- Fórmula de Predição de Notas**

$$P_{a,j} = m_a + \frac{\sum_i w(a,i) \times (n_{i,j} - m_i)}{\sum_i |w(a,i)|}$$

Onde:

$P_{a,j}$  é a nota predição do usuário  $a$  para o item  $j$ ;

$a$  é o usuário para o qual desejamos fazer a predição;

$i$  são os demais usuários;

$j$  corresponde ao documento, para o qual se deseja calcular a avaliação;

$w(a, i)$  é a correlação entre o usuário  $a$  e o usuário  $i$ ;

$m_i$  é a média aritmética das avaliações do usuário  $i$ ;

$n_{ij}$  corresponde à nota dada ao documento  $j$  pelo usuário  $i$ ;

O cálculo da média aritmética das notas de um usuário é dado pela Equação 5.

**Equação 5 - Média aritmética das avaliações para o usuário  $i$**

$$m_i = \frac{\sum_j n_{i,j}}{N_i}$$

Onde:

$m_i$  é a média aritmética que queremos calcular;

$j$  é um documento que o usuário já avaliou;

$N_i$  é o número de documentos avaliados pelo usuário  $i$ ;

$n_{ij}$  corresponde à nota dada ao documento  $j$  pelo usuário  $i$ ;

Para o método de *Pearson*, o valor de  $w(a, i)$  é calculado com base na correlação dos usuários. A correlação entre o usuário  $a$  e o usuário  $i$  é calculado como na Equação 3, onde  $j$  é um documento avaliado por ambos usuários.



### Equação 6 - Coeficiente de correlação *Pearson*

$$w(a, i) = \frac{\sum_j (n_{a,j} - m_a) \times (n_{i,j} - m_i)}{\sqrt{\sum_j (n_{a,j} - m_a)^2} \times \sqrt{\sum_j (n_{i,j} - m_i)^2}}$$

O coeficiente de *Pearson*  $w(a,i)$  obtém valores no intervalo  $[-1, +1]$ . Quanto mais próximo de  $-1$ , menos relacionados são os usuários. Em contrapartida, quanto mais próximo de  $+1$ , mais similar eles são.

A implementação é dividida em duas partes: i) “interface” com o usuário e ii) serviço para cálculo do algoritmo de *Pearson*.

O usuário, após disponibilizar um material para a comunidade, pode avaliar o material dando uma nota no valor de 1 a 5. Desde o momento que um material é disponibilizado para a comunidade, qualquer membro desta pode avaliá-lo, como visto na Figura 52. Caso um usuário faça o “download” de um documento, ele é marcado como visualizado no banco de dados. É importante esta diferenciação, pois a princípio um documento visualizado não precisa ser recomendado.

No GCC colocamos, na página inicial, uma seção de destaque para a recomendação, mostrada na Figura 53, onde todos os documentos com uma nota maior que um limiar pré-determinado são recomendados em ordem decrescente de nota predita. Os usuários podem visualizar ou avaliar o documento.

Caso não exista nenhuma recomendação para o usuário, a seção de Recomendação do GCC exibe uma mensagem como a da Figura 54.

Projeto	Participante	Comunidade	Visualização	Competência	Inteligência Competitiva	Sair
<b>Material da Comunidade CSCW Distribuído</b>						
<a href="#">Adicionar Material</a>						
Título	Descrição	Nota	Média	Arquivo	Ação	
<a href="#">A Comparison of Groupware Evaluation Methodologies</a>	Single user system evaluation techniques are less than ideal to evaluate groupware, for they don't take into account important aspects, such as user and work contexts or communicability between users	★★★★★	★★★★☆			
<a href="#">Um Framework de Apoio à Colaboração no Projeto</a>	O trabalho de pesquisa apresentado neste artigo tem por objetivo possibilitar a distribuição flexível de recursos e ferramentas de apoio ao projeto de sistemas integrados, considerando especificamente a necessidade de interação colaborativa entre os projetistas. O trabalho enfatiza particularmente alguns problemas que foram considerados apenas marginalmente em abordagens anteriores, como a abstração da distribuição em rede dos recursos de automação de projeto, o controle de consistência na interação síncrona e assíncrona entre projetistas e o suporte a modelos extensíveis de dados de projeto.	★★★★★	★★★★☆			
<a href="#">CSCW: conceitos e aplicações para cooperação</a>	O fato das organizações estarem distribuídas em lugares diferentes, de forma que seus profissionais precisam trabalhar com colegas distantes, é necessitem de resultados rápidos.	★★★★★	★★★★☆			
<a href="#">Sistema Colaborativo Para Simulação Em Eletromagnetismo</a>	Este trabalho apresenta a descrição do sistema SICSE (Sistema Colaborativo para Simulação em Eletromagnetismo via Web), caracterizado como CSCW. O sistema foi desenvolvido na forma de applet Java, utilizando-se a interface de programação JETS baseada em CSCW. O SICSE permite a interação de vários participantes com o objetivo de compartilhar um ambiente que disponibiliza a simulação de cargas elétricas discretas, bem como o traçado das linhas de força correspondente ao campo elétrico. O sistema possui arquitetura centralizada e características de suporte a latecomers, gerenciamento, compartilhamento, restrição, colisão de eventos e awareness.	★★★★★	★★★★☆			
<a href="#">Homero - Um Editor VHDL Cooperativo via Web</a>	Este artigo descreve um editor de VHDL cooperativo via Web chamado Homero, que utiliza tecnologias Jini e JavaSpaces. O projeto propõe a interação entre projetistas de circuitos integrados trabalhando sobre uma mesma tarefa, mesmo estando separados geograficamente.	★★★★★	★★★★☆			

Figura 52 - Página de Gerência de Material

Figura 53 - Página de entrada do GCC, com material recomendado ao usuário

Sem recomendações de material para você no momento. Para um melhor uso do Sistema de Recomendação, é apreciável que você faça o maior número de avaliações de material possível.

Figura 54 - Mensagem que indica a inexistência de documentos recomendados

O cálculo da predição foi feito em um sistema a parte, o qual é executado como serviço no Windows. A sua implementação foi feita utilizando a linguagem de programação Delphi e, além disto, um sistema de configuração que permite a configuração de certos parâmetros do serviço também foi implementado na mesma linguagem.

Fazendo o sistema como um serviço, ele passa a ser executado pelo Windows sempre que o computador for ligado, quase que se integrando ao sistema operacional. Como uma desvantagens deste tipo de desenvolvimento podemos ressaltar a maior dificuldade de programação e a impossibilidade de se utilizar uma interface gráfica.

Para reduzir essas limitações, foi criado um programa somente para a configuração do serviço, como visto em Figura 55. Para a passagem de dados de configuração entre os programas, ambos acessam um arquivo de configuração específico. O programa configurador registra as configurações no arquivo e o serviço o acessa para a leitura durante a sua execução. O código que implementa este serviço pode ser visto na seção 3.4 de (BARBOSA e MAIA, 2006).



**Figura 55 - Interface de configuração de execução**



#### 4.1.8 – Módulo de CRM Científico

A sobrevivência da pesquisa no Brasil está diretamente relacionada com o financiamento da pesquisa e a boa administração dos recursos (humanos e físicos) existentes, tendo em vista que estes são escassos e pouco investimento é feito ainda no cenário científico brasileiro.

No que se diz respeito a administração dos recursos humanos, as IEP no Brasil enfrentam ainda outro problema que é manter o vínculo, ainda que informal, com seus clientes. Este vínculo com os clientes é especialmente importante uma vez que a formação de novos especialistas capazes de gerar produção intelectual e uma parceria bem sucedida exige tempo, investimento e dedicação para serem alcançados. Um bom exemplo é o caso de ex-alunos que recebem uma formação especializada, desenvolvem pesquisa ao longo da sua vida acadêmica, mas quando conquistam o título se desvinculam da instituição, muitas vezes deixando de colaborar com a mesma. Neste contexto, a preocupação em conhecer e satisfazer seus clientes não é uma preocupação apenas de organizações empresariais, fazendo com que a área científica se torne mais um nicho interessado nas técnicas de CRM.

Em adição, o contraste entre o prazo necessário para desenvolver um resultado científico e a sua divulgação ainda em tempo de se tornar uma proposta inovadora, faz com que questões gerenciais e estratégicas a respeito do cenário fiquem em segundo plano na agenda de pesquisadores, colaboradores e instituições.

A motivação para este módulo é a de criar uma solução que ofereça suporte à Gestão do Relacionamento com o Cliente em Ambientes Científicos, com a capacidade de gerenciar ativos tais como tempo, relacionamentos e seus benefícios ao longo do tempo, responsáveis por garantir vantagem competitiva à IEP. Este módulo está sendo desenvolvido por MACHADO (2008) e maiores detalhes podem ser obtidos nessa obra.

O CRM Científico é um processo que tem a preocupação de gerenciar de forma personalizada os possíveis relacionamentos entre clientes com o objetivo de avaliar tais relacionamentos, verificar o estado de cada relacionamento com o cliente, auxiliar na tomada de decisões sobre os relacionamentos (fortalecê-los, enfraquecê-los ou simplesmente mantê-los) e monitorar as conseqüências de tais decisões. A tecnologia, neste contexto, surge para apoiar o processo fornecendo dados e informações necessárias para identificar, conhecer e diferenciar o cliente além de condições para gerenciar os relacionamentos do cenário científico.



#### 4.1.8.1 – Clientes

No contexto científico, o relacionamento com o cliente não acontece apenas de forma bilateral, empresa à clientes e clientes à empresa, mas sim, entre todos os atores deste cenário. Devido a esta diferença, as interações e os tipos de clientes que se relacionam receberam uma atenção especial e por isso, também foram identificados e analisados. Como principais tipos de clientes no cenário científico, podemos mencionar:

- **Aluno:** a pessoa que está matriculada em algum curso, sendo diferenciado em outras três categorias: aluno de graduação, aluno de mestrado e aluno de doutorado<sup>11</sup>. Surgiu a necessidade da categorização, uma vez que, alunos de graduação, de mestrado e de doutorado podem interagir de forma diferenciada no ambiente.
- **Colaborador:** pessoa ou organização que realiza trabalhos em parceria com a Instituição de Ensino ou Pesquisa, ou com um cliente que possua vínculo formal com a mesma. De acordo com o vínculo com a Instituição de Ensino ou Pesquisa, os colaboradores podem ser classificados como internos ou externos. Se o vínculo for formal, em outras palavras, o colaborador fizer parte da Instituição, ele é classificado como interno, caso contrário, externo. Outra divisão didática adotada a respeito dos colaboradores é a identificação como pessoas-físicas ou pessoas-jurídicas.
- **Instituições:** são organizações governamentais, comerciais, de ensino ou de pesquisa. As Instituições Governamentais podem ser discriminadas entre aquelas que financiam os projetos de pesquisa, que avaliam as Instituições de Ensino, que geram dados e informações para pesquisa e empresas estatais ou mistas. Entre as Instituições Comerciais estão Empresas Privadas, Fundações e Cooperativas. As Instituições de Pesquisa constituem organizações públicas ou privadas que realizam e financiam projetos de pesquisa, sendo que as Instituições de Ensino são representadas pelos Centros Tecnológicos, Faculdades e Universidades

---

<sup>11</sup> Os alunos de cursos de especialização, mestrado profissionalizante e cursos de extensão foram ignorados porque a nossa proposta é destinada ao cenário científico.



particulares, estaduais ou federais. Entre elas as Universidades Públicas merecem destaque por serem responsáveis por grande parte do desenvolvimento da pesquisa nacional.

- **Pesquisador:** é o profissional que desenvolve pesquisas. Este tipo de cliente obrigatoriamente concluiu o doutorado e pode pertencer a uma das categorias<sup>12</sup> de pesquisador adotadas pelo CNPq.
- **Professor:** Profissional que leciona.
- **Sociedade:** São todas as pessoas que consomem, direta ou indiretamente, os frutos da pesquisa científica e serviços oferecidos pela comunidade científica. Outra relação essencial que a sociedade desempenha neste cenário é o pagamento de impostos, os quais financiam de forma indireta a pesquisa e a formação profissional no país.

Cada um destes clientes possui estados. Entende-se por estado os papéis que o cliente pode assumir ao longo do seu contato com uma IEP. Vale ressaltar que o vínculo formal que o cliente possui com a Instituição é responsável por identificá-lo no ambiente científico e que seu estado funciona como uma informação adicional, porém relevante, para conhecer suas necessidades e poder realizar a gestão do relacionamento com o cliente. Por exemplo, vamos considerar um cliente do tipo aluno que esteja exercendo seu papel de orientando. Este dado pode informar que o aluno está prestes a concluir um curso, possui um orientador, já passou por certas disciplinas (talvez por todas do curso que esteja matriculado), entre outras informações, as quais podem alertar que este cliente está deixando de ser aluno para tornar-se outro tipo de cliente. Tais transições, ou seja, mudança de um tipo de cliente para outro, constituem informações importantes para o acompanhamento do cliente, já que cada tipo de cliente possui necessidades próprias e relacionamentos distintos.

Para a criação de oportunidades é necessário conhecer o estado atual do cliente, bem como antever os seus estados futuros.

**Tabela 4 - Possíveis estados dos clientes**

Cientes	Aluno de Doutorado	Aluno de Mestrado	Aluno de Graduação	Pesquisador	Professor
Estados					
Aluno	X	X	X	-----	-----
Bolsista	X	X	X	X	-----

<sup>12</sup> Maiores detalhes em <http://www.cnpq.br/cas/ca-cc.htm>

Cientes Estados	Aluno de Doutorado	Aluno de Mestrado	Aluno de Graduação	Pesquisador	Professor
Colaborador	X	X	X	X	X
Consultor	X	X	X	X	X
Co-Orientador	X	----	----	X	X
Empregado	X	X	----	X	X
Estagiário	----	----	X	----	----
Orientador	X	----	----	X	X
Orientando	X	X	X	----	----
Pesquisador	----	----	----	X	----
Professor	X	----	----	----	X

A Tabela 4 apresenta os possíveis estados de cada cliente. Como nem todos os tipos de cliente ocupam diferentes papéis ao longo da sua vida na IEP, apenas os alunos, professores e pesquisadores compõem esta tabela.

Cada tipo de cliente pode passar por diversos estados. Estas variações podem acontecer devido às necessidades ou oportunidades. Um professor que possui vínculo empregatício com uma Instituição de Ensino, além de ministrar aulas, pode atuar como Orientador ou Colaborador. No primeiro caso é devido à necessidade que um Aluno tem de receber orientação em seu trabalho. No entanto, participar como Colaborador em um projeto de pesquisa pode ser visto como uma oportunidade para o desenvolvimento de sua pesquisa.

Um novo estado ou papel exercido por um cliente pode significar um acúmulo de funções. Em outras palavras, o cliente pode possuir mais de um estado ao mesmo tempo. Tome como exemplo o “aluno”, que além de “orientando”, é “orientador” e possui vínculo empregatício com alguma Instituição.

#### 4.1.8.2 – Relacionamentos

No processo de CRM não basta conhecer o cliente, é necessário também identificar as possíveis interações entre eles. A estas interações dá-se o nome de relacionamentos. No cenário científico os relacionamentos identificados foram:

§ **Aula:** são atividades exercidas na formação profissional de Alunos. Os alunos de doutorado podem exercer o papel de professor em cursos de graduação.

§ **Avaliação da Qualidade de Ensino:** no Brasil existem basicamente duas Instituições governamentais responsáveis pela avaliação do ensino superior e de pós-graduação: MEC e a CAPES.



- § **Avaliação da Instituição:** são avaliações para controle interno realizadas pelas Instituições, em especial as de ensino. Podem ser constituídas de questionários que objetivam conhecer a satisfação de seus clientes em relação a serviços prestados.
- § **Avaliação do Profissional:** assim como a Avaliação Institucional, avaliar o profissional também é uma iniciativa interna da Instituição de Ensino que, preocupada com a qualidade do seu corpo docente e seus funcionários, procura interagir com seus clientes através de questionários, fornecendo-lhes espaço para pedidos, reclamações e sugestões.
- § **Colaboração:** quando dois ou mais atores do ambiente científico envolvem-se em alguma atividade, a fim de produzi-la em tempo menor, com maior qualidade ou apenas viabiliza-la. Como exemplos de colaboração podemos mencionar palestras, transferência de conhecimento, publicações científicas em conjunto, parcerias informais em projetos de pesquisa, auxílio na orientação de alunos, entre outras atividades.
- § **Concorrência:** relacionamento existente apenas entre clientes que possuam a mesma atuação no cenário.
- § **Consultoria:** são serviços prestados por especialistas em algum assunto de interesse de uma Instituição ou mesmo de um profissional em troca de remuneração financeira.
- § **Co-Orientação:** direcionamento intelectual dado por um professor, pesquisador ou colaborador no desenvolvimento de monografias, teses, dissertações ou projetos de pesquisa. A co-orientação acontece de forma a auxiliar o trabalho do orientador.
- § **Emprego:** relação trabalhista, onde uma pessoa oferece sua mão-de-obra especializada a uma Instituição em troca de um salário.
- § **Estágio:** oportunidade oferecida pelas Instituições aos alunos de graduação com o objetivo de colocar em prática, conceitos aprendidos durante o período de formação. Pode ou não ser remunerado.
- § **Financiamento de Projetos de Pesquisa:** investimento em material de pesquisa, equipamentos e bolsas a fim de dar suporte financeiro ao desenvolvimento de pesquisa científica ou tecnológica.



- § **Formação Profissional:** serviço oferecido pelas Instituições de Ensino aos alunos.
- § **Orientação:** direcionamento intelectual dado por um orientador (pesquisador ou professor) a um orientando (aluno) que está desenvolvendo um trabalho de conclusão de curso ou um projeto de pesquisa.
- § **Parceria em Trabalhos Acadêmicos:** uma espécie de colaboração ou parceria entre alunos que desenvolvem trabalhos realizados dentro das Instituições de Ensino como parte das avaliações exigidas para aprovação em disciplinas.
- § **Parceria em Projeto de Pesquisa:** interação entre membros de uma equipe que tem como finalidade o desenvolvimento de um projeto de pesquisa.
- § **Participação em Bancas:** ato de avaliar alunos durante a defesa de um trabalho de conclusão de curso ou teses. Podem compor uma banca professores e pesquisadores. No caso de uma banca de graduação, alunos de doutorado também podem participar da banca.
- § **Participação em Projetos de Pesquisa:** a participação efetiva neste relacionamento ocorre por parte das Instituições responsáveis por financiar projetos de pesquisa.
- § **Projeto de Final de Curso:** este tipo de projeto pode ser apresentado na forma de monografia, por um sistema, uma pesquisa inovadora, um estudo de caso, levantamento bibliográfico, experimentos, entre outros. É realizado ao final de um curso, seja ele de graduação, mestrado, doutorado ou especialização e serve para avaliar se um aluno está apto a concluir um curso.

#### 4.1.8.3 – Atributos

Os atributos são indicadores que podem ser qualificados ou quantificados e servem de parâmetro para avaliar um determinado relacionamento com um cliente. Como exemplo de atributos, pode ser mencionado o número e a qualidade dos artigos publicados, além do índice de rendimento acadêmico de um aluno.

#### 4.1.8.4 – Análise Vertical

Após mapear os clientes e todos os possíveis relacionamentos é importante conhecer como os clientes interagem, selecionando os relacionamentos por interação. Por esta razão, foi desenvolvido e aplicado um mecanismo chamado de análise vertical.

A análise vertical consta de escolher um tipo de cliente por vez, designado aqui por questões didáticas de cliente central, ligá-lo a cada um dos tipos existentes (chamados de periféricos) e discriminar todos os relacionamentos que o tipo central possui com o periférico.

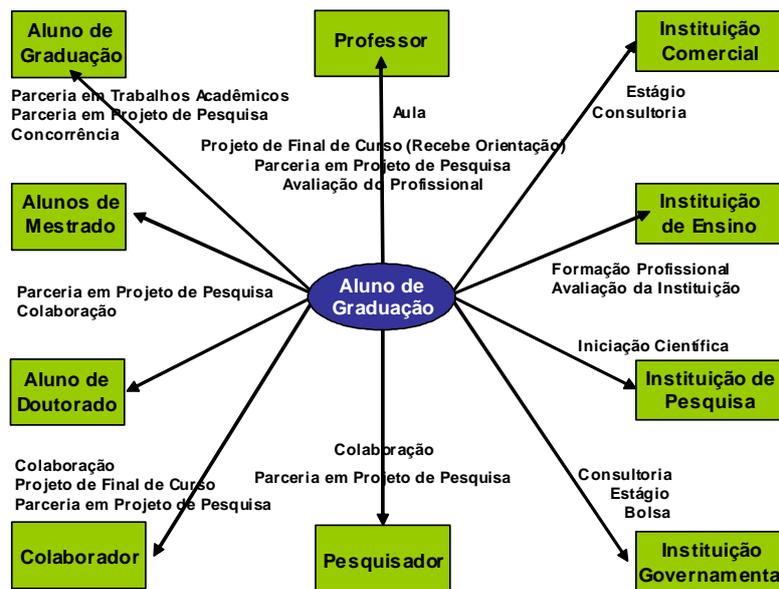


Figura 56 - Análise Vertical com o Cliente Aluno de Graduação.

No intuito de reproduzir com mais fidelidade a realidade de uma Instituição de Ensino e Pesquisa, para o mapeamento dos relacionamentos, foram consideradas também as categorias de clientes devido à diferença de funções exercidas por cada uma delas. Um dos gráficos gerados como produto desta análise é ilustrado na Figura 56.

Neste gráfico o cliente central é o Aluno de Graduação que interage com o tipo de cliente Pesquisador através da Colaboração e de Parcerias em Projetos de Pesquisa por intermédio, por exemplo, de um projeto de iniciação científica.

#### 4.1.8.5 – Análise Horizontal

O mecanismo da Análise Horizontal pode ser entendido como o mapeamento do plano de “carreira” dos clientes, em outras palavras, todos os tipos e cargos (postos) que

um cliente pode atingir enquanto estiver relacionado à uma Instituição de Ensino ou Pesquisa.

A Figura 57 ilustra o plano de carreira do tipo de cliente Aluno. À esquerda da figura a linha do tempo mostra a quantidade de anos necessária, por exemplo, para um Aluno de Mestrado tornar-se Mestre, o equivalente ao período de 2 a 3 anos. Outras informações encontradas na figura são postos que o Aluno pode acumular durante sua permanência na Instituição. Mesmo mantendo o vínculo formal de Aluno ele pode atuar como Consultor, Colaborador, Estagiário, Profissional de Mercado e Professor. A atuação nestes cargos dependerá da categoria do Aluno, se ele for um Aluno de Doutorado, ele poderá ministrar aulas para Alunos de Graduação. Já o cargo de estagiário só poderá ser ocupado pela categoria graduação.

As setas da Figura 57, paralelas à linha do tempo, indicam de fato a evolução na carreira profissional. Como por exemplo, um Aluno de Mestrado, após um período de 2 a 3 anos pode-se tornar Aluno de Doutorado e continuar sua vida acadêmica.

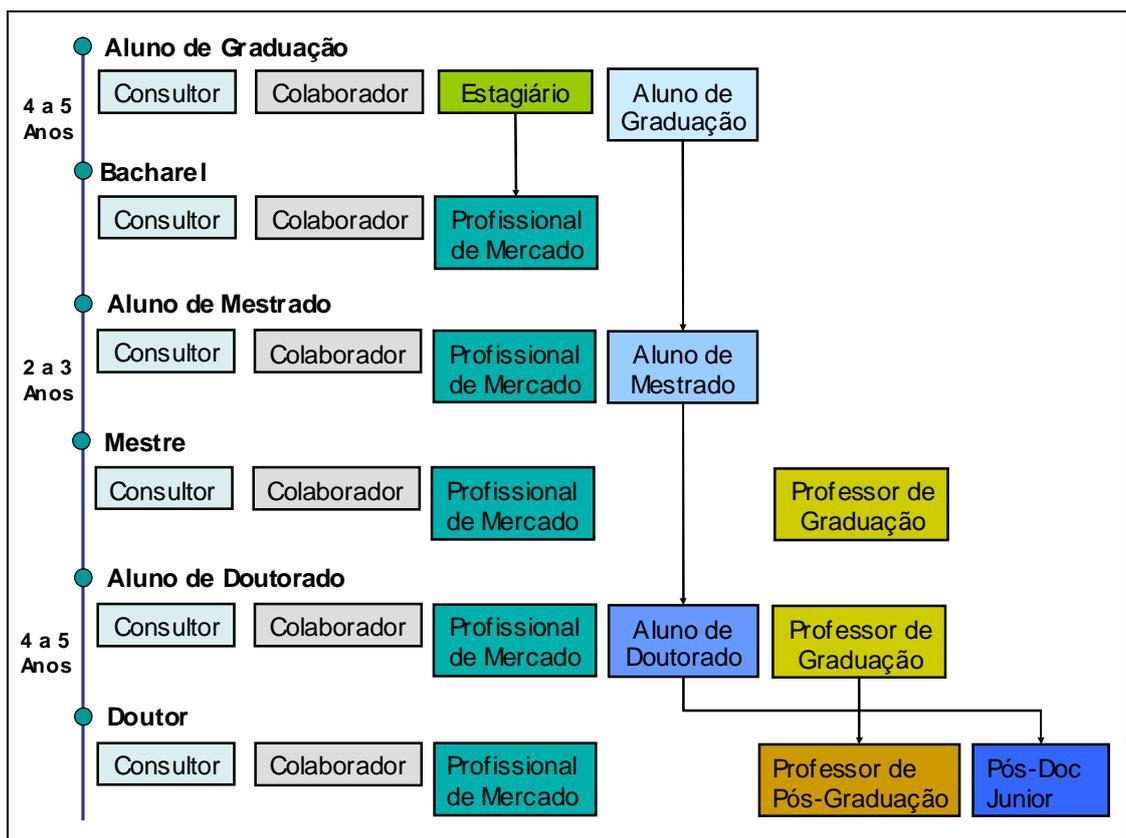


Figura 57 - Análise Horizontal do Cliente Aluno

#### 4.1.8.6 – Metodologia

De acordo com PEPPERS e ROGERS (2001) o processo do CRM possui quatro etapas: Identificar, Diferenciar, Interagir e Personalizar. Baseando-se neste processo foi criada uma Metodologia que atendesse às particularidades do processo de gestão do relacionamento com o cliente no ambiente científico. A Tabela 5 apresenta as etapas deste processo e todos os passos que compõem cada uma delas.

**Tabela 5 - Metodologia para a gestão do relacionamento científico**

<b>Etapas do CRM</b>	<b>Metodologia do CRM Científico</b>
Identificar	Identificar o Tipo de Cliente
	Identificar os Estados do Cliente
	Levantar o Histórico de Interações Anteriores
Diferenciar	Escolher os Relacionamentos com os Clientes
	Escolher os Atributos do Relacionamento
	Mensurar os Atributos
	Medir a Satisfação
	Escolher Estratégia para o Relacionamento
	Levantar Motivos de Sucesso e Insucesso
	Classificar o Cliente
	Acompanhar o Cliente
	Prever estados futuros
Interagir	Analisar Concorrentes
	Analisar Necessidades dos Clientes Potenciais
	Avaliar Impacto das Mudanças
	Tomar Decisão
Personalizar	Atualizar a base de dados
	Prever e Oferecer Novos Relacionamentos
	Estreitar o Relacionamento com o Cliente
	Agregar Valor ao Cliente
	Personalizar Serviços

Este módulo está relacionado ao trabalho de MACHADO (2008), o qual, após a elaboração da metodologia, proverá um ambiente computacional de apoio a esta. Este trabalho ainda não foi finalizado, sendo que maiores detalhes encontram-se no capítulo de conclusão.



#### 4.1.9 – Módulo de Raciocínio

Por meio de estratégias específicas, informações ocultas e previamente desconhecidas podem ser extraídas de grandes bases de dados na forma de regras e padrões. Tais estratégias são técnicas de Mineração de Dados.

Um dos objetivos deste tipo de extração de informações é dar apoio à tomada de decisões, independente da área de atuação. A atividade de mineração de dados é caracterizada como a principal fase do processo de descoberta de conhecimento em bancos de dados (“Knowledge Discovery in Databases”) em (Fayyad, 1996). De acordo com esta abordagem, que transforma dados em conhecimento, os dados são selecionados da base de dados, pré-processados, e após sofrerem algumas transformações necessárias, são minerados de forma a gerar padrões e regras que serão, em seguida, interpretados e avaliados (MENDES, 2001).

Segundo MENDES (2001), dentre os diferentes tipos de informação que podem ser minerados, tais como as regras de classificação, padrões seqüenciais e os segmentos de dados (“clusters”), destacam-se, por sua aplicabilidade, as regras de associação, que conforme o nome diz, identifica a associação, a ligação, a correlação entre diferentes itens.

Um exemplo da aplicabilidade das regras de associação no GCC pode ser ilustrado por análises envolvendo itens como: i)Competência X Pesquisador X Tempo, ii)Competência X Comunidade, iii)Competência X Comunidade X Tempo, iv)Comunidade X Pesquisador X Tempo, v)Competência X Tempo, vi)Competência X Publicação, vii)Publicação X Pesquisador, viii)Publicação X Tempo, ix)Projeto X Competências, x)Projeto X Pesquisador, xi)Pesquisador X Pesquisador

A partir da base de dados do GCC, uma estratégia de mineração de regras de associação poderia gerar o seguinte exemplo: { Aluno M.Sc., Publicação Qualis A>1 } à {Tempo de Defesa = 2 anos}, a qual indica que os alunos de mestrado que obtiveram pelo menos 2 publicações no padrão A da Qualis , com um determinado grau de certeza, defenderam a sua tese no tempo certo (2 anos). Este tipo de regra representa padrões de produção existentes nas transações armazenadas. As regras mais relevantes são aquelas que evidenciam informações previamente desconhecidas. Por exemplo, a regra {fralda} à {cerveja} é um exemplo muito citado (WITTEN, 2000) e indica uma associação entre a compra de fraldas e a compra de cerveja, realizadas por pais jovens, principalmente nos dias que antecedem o fim de semana. Esta associação é um exemplo



típico de informação previamente desconhecida, oculta em uma base de dados e obtida a partir de um processo de mineração de dados.

Também existe a necessidade de oferecer aos usuários outras variações deste tipo de regra, como por exemplo, regras negativas, tais como: “A maior parte dos alunos de mestrado que fazem a tese em mais de 3 anos não fazem doutorado, mesmo tendo ótimos resultados como publicações de qualidade, prêmios e participação em projetos de destaque”. Ou ainda, regras em taxonomias: “Quem realiza pesquisa em P2P (classe de Ciência da Computação) também pesquisa em Grades Computacionais (outra classe de Ciência da Computação).”. Há também aquelas definidas entre os atributos de uma relação (tabela): “Alunos de D.Sc. com dedicação integral e com menos de 30 anos são solteiros”.

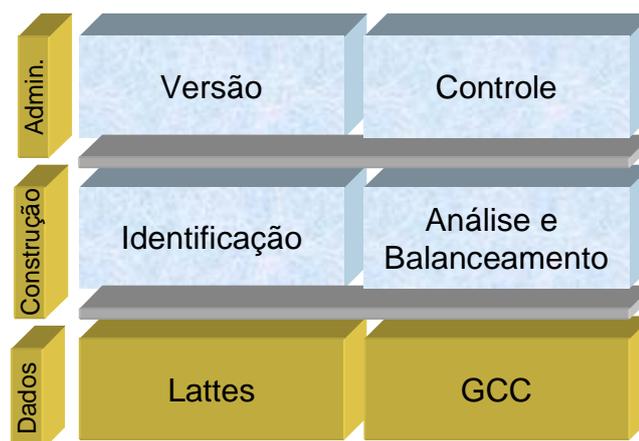
Diversas regras de associação podem ser descobertas, ainda mais em um cenário com dados tão ricos como no GCC. Este módulo, que não foi implementado, mas é um trabalho futuro a ser desenvolvido, visando implementar os algoritmos para a extração das regras de associações, fazendo com que os usuários destinados à gerência da Instituição de Pesquisa ou Ensino possam tomar decisões de maneira mais eficaz.

#### **4.1.10 – Análise e Balanceamento de Redes Sociais**

Uma rede social é o conjunto de elos que organiza pessoas, grupos e instituições de forma igualitária e em torno de um objetivo comum. Ou seja, um modelo dinâmico e flexível, com liberdade e espontaneidade entre os elos, respeito à individualidade e sendo baseado principalmente na confiança mútua. Os membros de uma rede social podem coletar e difundir dados, informações e conhecimentos (BERKOWITZ, 1982).

Os princípios de uma rede são simples: ausência de hierarquia; liberdade para entrar, sair e participar da rede; troca constante de dados, informações e conhecimentos; espontaneidade; confiança e cooperação entre os participantes. Devido ao crescimento dos meios de comunicação (sejam elas síncronas ou assíncronas) que possibilitam as pessoas, em diferentes turnos e localizações geográficas, se comunicar e interagir, a identificação de uma rede social tornou-se uma tarefa importante e ao mesmo tempo complexa. A importância de uma rede social é destacada, pois através dela é que ocorre o real fluxo de conhecimento entre pessoas, grupos ou instituições com um mesmo interesse, e permite ligações interdisciplinares quando há membros comuns entre essas redes. Esta ligação interdisciplinar possibilita a criação de novos conceitos, inovação de produtos e serviços e facilita a comunicação entre domínios diferentes.

Neste cenário, as redes sociais serão utilizadas no GCC para identificar como os pesquisadores se comunicam, como é o fluxo desta comunicação e o curso do conhecimento nesta rede (assunto, forma e direção). Além disto, o objetivo é manter sempre vivo o fluxo do conhecimento científico. Para isto, caso algum problema<sup>13</sup> da rede seja identificado, recomendações de novos relacionamentos são feitas. Para manter o controle e a rede social sempre balanceada, contamos com a arquitetura ilustrada na Figura 58, sendo que cada módulo é explicado a seguir.



**Figura 58 - Arquitetura do Módulo de Análise e Balanceamento das Redes Sociais**

#### **4.1.10.1 – Identificação**

A identificação de uma rede social utiliza como dados de entrada tudo o que representa a interação entre as pessoas, como dados advindos das ferramentas de comunicação. No nosso caso, para a identificação de uma rede social científica, utilizamos duas fontes de dados: os Currículos Lattes e o próprio GCC. Os dados utilizados são explicados a seguir.

- Currículo Lattes - Co-autoria, co-orientação, orientação, participação em projetos de pesquisa, produção técnica, participação em bancas, comissões julgadoras e comitê de eventos.
- GCC:
  - Projeto à Atividades à Tarefas – No GCC, podemos refinar a identificação da interação além da participação de um projeto, levando-se em consideração:

---

<sup>13</sup> Quando mencionamos “problemas em uma rede social” significa possíveis características que podem comprometer a estabilidade da rede. Os problemas são destacados na seção 4.1.10.2.2 –Problemas na Rede Social.



- Em um mesmo projeto, as pessoas alocadas na execução de uma mesma Atividade - a princípio, pessoas que juntas têm que exercer uma atividade, possuem um grau de interação maior;
- Em uma mesma atividade, uma pessoa passar ou receber tarefas de outra – este é um indicador direto de interação;
- Comunidades – a participação de comunidades indica que as pessoas podem interagir;
- Interação síncrona – através do uso da ferramenta de Reunião Eletrônica;
- Interação assíncrona - via ferramentas de E-mail, Fórum e Enquetes;
- Compromissos agendados com outra pessoa - através da ferramenta de Agenda;
- Publicações (co-autoria);

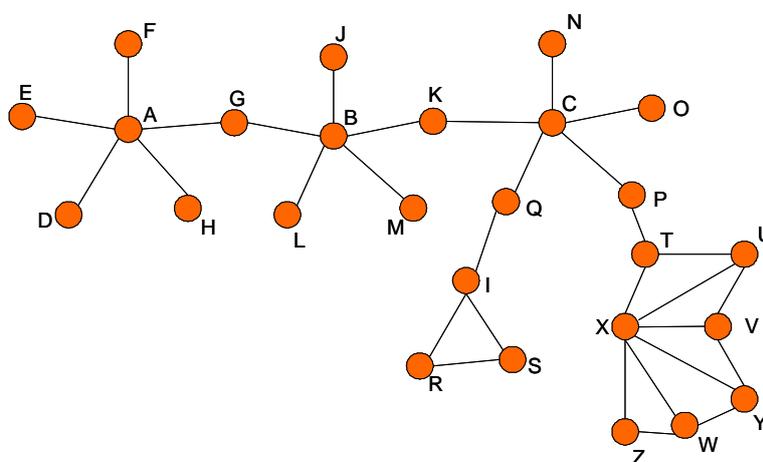
Estes dados são utilizados para identificar as interações existentes e apresentar o desenho do sociograma. Nele, optamos por representar as interações sem direções, para não poluir o desenho, tendo em vista que utilizamos muitos fatores para a identificação de interações pessoais. No nosso caso, é mais importante identificar a existência de interação do que a sua direção. Um fator importante é representar o grau de interação, o qual é calculado pela soma da quantidade das interações existentes. Todas as interações descritas acima possuem o mesmo peso.

Tão importante quanto identificar, é visualizar de maneira gráfica e intuitiva a rede social. Através de mecanismos gráficos, pode-se tirar conclusões sobre tendências de interesses, conexões entre assuntos de diferentes domínios, graus e formas de interação entre membros e tomar iniciativas mais adequadas e rápidas. No sociograma, o usuário pode visualizar a rede por cada tipo de interação, por todas as interações, por áreas de conhecimento ou competências e ainda procurar por um membro específico.

#### **4.1.10.2 – Análise e Balanceamento**

Para preservar o contínuo fluxo de conhecimento é necessário propor caminhos alternativos para a comunicação inter e intra-rede social, evitando que esta se rompa

com a saída de membros “concentradores” de elos de comunicações. Outro aspecto importante é balancear o fluxo, controlando o tamanho da rede, evitando que a quantidade de passos para acessar um dado, informação ou conhecimento na rede seja elevada, ocasionando um provável ruído, perda na qualidade durante o trânsito destes e dificuldade na aquisição e localização de recursos. Para isto, métricas são utilizadas para propor caminhos alternativos em redes sociais, como também gerar o balanceamento da rede para criação de novos elos entre pessoas ou grupos. Tais métricas são explicadas a seguir.



**Figura 59 - Exemplo de Rede Social**

#### 4.1.10.2.1 – Critérios de Análise

Os critérios para análise de uma rede social são baseados no estudo feito por SCOTT (2000). Os critérios são oriundos dos estudos de grafos, devido a forma de uma rede social ser parecida com os princípios dos grafos. Os critérios por nós utilizados são:

- Densidade – A densidade de um grafo é definida pela proporção do número de linhas conectadas em um grafo em relação ao número total de possíveis conexões. A fórmula da densidade é descrita na Equação 7, onde  $l$  é o número de linhas presente e  $n$  é o número de nós encontrados no grafo.

**Equação 7 - Fórmula da Densidade**

$$\frac{l}{n(n-1)/2}$$



- Inclusividade – refere-se ao número de pontos que estão incluídos em várias partes conectadas de um grafo. Pode ser representada pelo total de pontos menos o número de pontos isolados. A medida mais usada de inclusividade é o número de pontos conectados expressados como uma proporção ao total de número de pontos. Assim, um grafo com 20 pontos que possui 5 pontos isolados, possui inclusividade de 0,75 ( $= (20-5)/20$ ).
- Centralidade Local – Número de conexões de um nó. É utilizada a medida relativa, na qual o número real de conexões de um nó é relacionado ao máximo número de nós em um grafo. Assim, um nó com 25 conexões em um grafo que possui 100 nós, seu grau de centralidade é 0,25.
- Menor Distância – é o menor caminho feito, calculado pelo número de arestas, entre dois pontos.
- Centralidade Global – É baseada na idéia de “proximidade” e é expressa em termos de distância entre vários pontos. É calculada pela soma das menores distâncias de um ponto em relação a todos os demais pontos do grafo. Quanto menor for esta medida, maior será a “centralidade” de um ponto no grafo.

No exemplo da Figura 59 pode-se obter as seguintes medidas:

- § Densidade = 0,095, pode-se observar que não é uma rede social muito densa.
- § Inclusividade = 1 (todos os pontos pertencem ao grafo)
- § A centralidade local e a global podem ser vistas na Tabela 6.



**Tabela 6 - Centralidades Globais e Locais**

	A	B	C	X	G	K	Q	I	T	U	V	Y	W	Z	R	S	E	F	D	H	J	L	M	N	O
Centralidade Local-Absoluta	5	5	5	6	2	2	2	3	3	3	3	3	3	2	2	2	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Centralidade Local-Relativa	0,19	0,19	0,19	0,23	0,08	0,08	0,08	0,12	0,12	0,12	0,12	0,12	0,12	0,08	0,08	0,08	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04
Centralidade Global	110	82	74	110	95	77	91	110	96	113	131	131	131	132	132	132	133	133	133	133	105	105	105	97	97

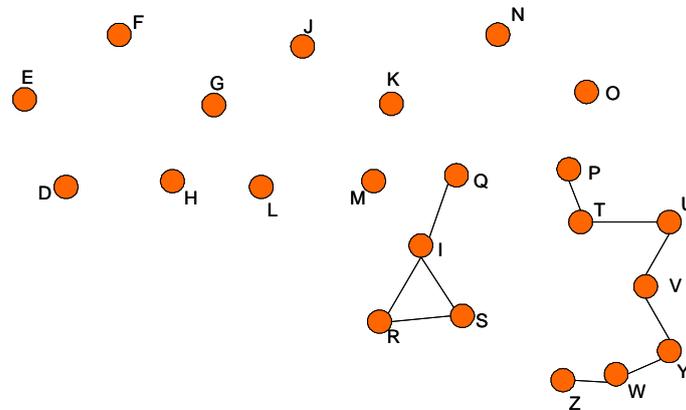
**Tabela 7 - Menor distância e Centralidade Global**

	A	B	C	X	G	K	Q	I	T	U	V	Y	W	Z	R	S	E	F	D	H	J	L	M	N	O	Centralidade Global
A	0	2	4	7	1	3	5	6	6	7	8	8	8	8	7	7	1	1	1	1	3	3	3	5	5	110
B	2	0	2	5	1	1	3	4	4	5	6	6	6	6	5	5	3	3	3	3	1	1	1	3	3	82
C	4	2	0	3	3	1	1	2	2	3	4	4	4	4	3	3	5	5	5	5	3	3	3	1	1	74
X	7	5	3	0	6	4	4	5	1	1	1	1	1	1	6	6	8	8	8	8	6	6	6	4	4	110
G	1	1	3	6	0	2	4	5	5	6	7	7	7	7	6	6	2	2	2	2	2	2	2	4	4	95
K	3	1	1	4	2	0	2	3	3	4	5	5	5	5	4	4	4	4	4	4	2	2	2	2	2	77
Q	5	3	1	4	4	2	0	1	3	4	5	5	5	5	2	2	6	6	6	6	4	4	4	2	2	91
I	6	4	2	5	5	3	1	0	4	5	6	6	6	6	1	1	7	7	7	7	5	5	5	3	3	110
T	6	4	2	1	5	3	3	4	0	1	2	2	2	2	5	5	7	7	7	7	5	5	5	3	3	96
U	7	5	3	1	6	4	4	5	1	0	1	2	2	2	6	6	8	8	8	8	6	6	6	4	4	113
V	8	6	4	1	7	5	5	6	2	1	0	1	2	2	7	7	9	9	9	9	7	7	7	5	5	131
Y	8	6	4	1	7	5	5	6	2	2	1	0	1	2	7	7	9	9	9	9	7	7	7	5	5	131
W	8	6	4	1	7	5	5	6	2	2	2	1	0	1	7	7	9	9	9	9	7	7	7	5	5	131
Z	8	6	4	1	7	5	5	6	2	2	2	2	1	0	7	7	9	9	9	9	7	7	7	5	5	132
R	7	5	3	6	6	4	2	1	5	6	7	7	7	7	0	1	8	8	8	8	6	6	6	4	4	132
S	7	5	3	6	6	4	2	1	5	6	7	7	7	7	1	0	8	8	8	8	6	6	6	4	4	132
E	1	3	5	8	2	4	6	7	7	8	9	9	9	9	8	8	0	2	2	2	4	4	4	6	6	133
F	1	3	5	8	2	4	6	7	7	8	9	9	9	9	8	8	2	0	2	2	4	4	4	6	6	133
D	1	3	5	8	2	4	6	7	7	8	9	9	9	9	8	8	2	2	0	2	4	4	4	6	6	133
H	1	3	5	8	2	4	6	7	7	8	9	9	9	9	8	8	2	2	2	0	4	4	4	6	6	133
J	3	1	3	6	2	2	4	5	5	6	7	7	7	7	6	6	4	4	4	4	0	2	2	4	4	105
L	3	1	3	6	2	2	4	5	5	6	7	7	7	7	6	6	4	4	4	4	2	0	2	4	4	105
M	3	1	3	6	2	2	4	5	5	6	7	7	7	7	6	6	4	4	4	4	2	2	0	4	4	105
N	5	3	1	4	4	2	2	3	3	4	5	5	5	5	4	4	6	6	6	6	4	4	4	0	2	97
O	5	3	1	4	4	2	2	3	3	4	5	5	5	5	4	4	6	6	6	6	4	4	4	2	0	97

#### 4.1.10.2.2 – Problemas na Rede Social

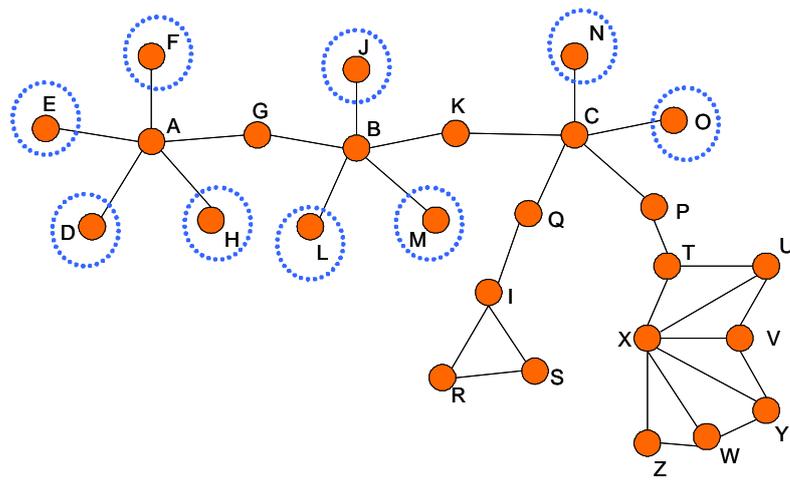
Com os dados citados em 4.1.10.2.1 –Critérios de Análise, podemos observar alguns possíveis problemas que uma rede social pode enfrentar, tais como:

- Núcleos Centralizadores – Membros “centralizadores” de relações, ou seja, aqueles com um alto grau de centralidade local, podem causar grandes danos a uma rede social com a sua saída, diminuindo a densidade e a inclusividade da rede. A saída destes membros (no contexto científico, podendo ser causada por falecimento, doença, aposentadoria, sabático, troca de empregos, finalização de um curso, dentre outros motivos) pode permitir que alguns membros ou sub-grafos fiquem totalmente desconectados. Recuperar a comunicação em uma rede que sofreu tal dano pode levar muito tempo, quando possível. No exemplo da Figura 59, os pontos com maior centralidade local (valores 0,23 e 0,19, respectivamente) foram removidos e o resultado causado é mostrado na Figura 60.



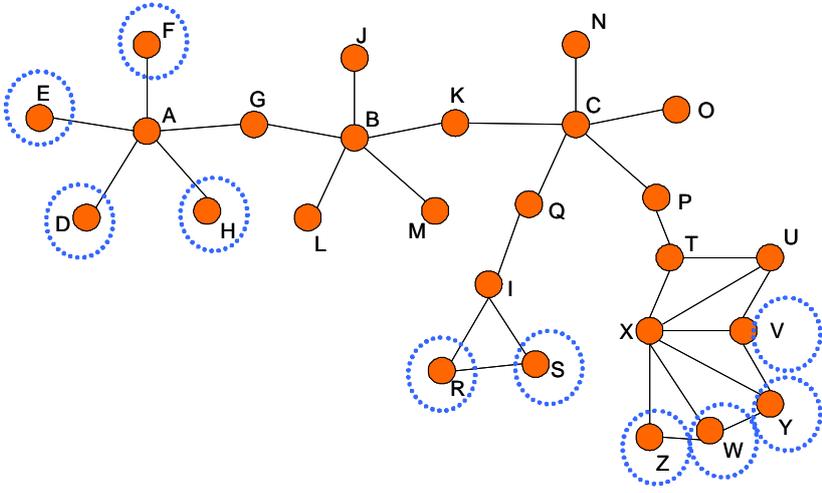
**Figura 60 - Sociograma sem os elementos centralizadores**

- Periferia – São os pontos com baixa centralidade e significam que são elementos fracamente ligados à rede. Não necessariamente é um problema tão forte como o anterior, mas provavelmente tais membros podem estar sendo sub-utilizados ou negligenciados. Este é um indicador que pessoas estão marginalizadas em uma rede. E como a ligação delas com a rede é fraca, o risco de perdê-las é maior.



**Figura 61 - Periferia**

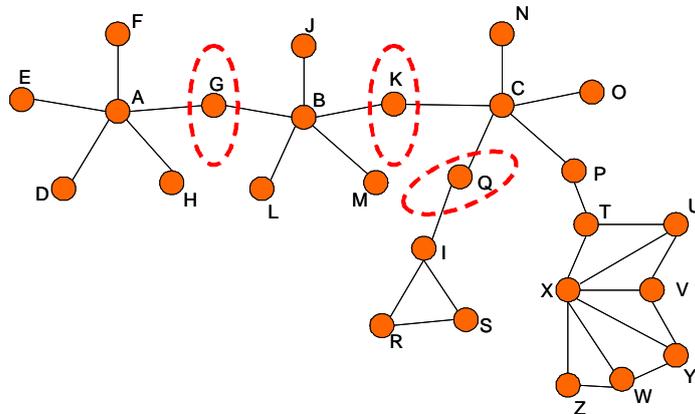
- Isolamento – Pode ser medido pela centralidade global. Quanto maior a centralidade global, maior é a distância de um membro com os demais. Isto significa que o trajeto de um dado, informação ou conhecimento para chegar a um destes membros isolados é maior, e conseqüentemente, pode demorar mais, como também podem chegar deturpados e com ruído. A Figura 62 mostra os pontos isolados, cujos valores globais são os mais altos no exemplo: 131, 132 e 133.



**Figura 62 - Isolamento**

- Ponte – Este é um fator curioso. São pontos de pouca representatividade, com baixa centralidade local, mas com alta centralidade global. Podem passar despercebidos se não repararmos nos seus vizinhos, que usualmente possuem alta centralidade local. São pontos intermediários, que ligam sub-redes, e podem representar pessoas com grande poder na rede, pois são gargalos e, com isto, podem exercer controle sobre os

demais membros filtrando dados, informações e conhecimentos. A Figura 63 mostra alguns elementos que são “ponte” no exemplo.



**Figura 63 - Pontes**

- “Clusters” – são organizações que não se sobrepõem e que mostram certa sintonia de seus membros. Exemplos de “clusters” são os conjuntos [I, R, S] e [T, U, X, V, Y, W, Z]. A existência de “clusters” não é um problema. O problema surge quando existem muitas formações “clusters”, pois mostra que não existe interação inter-grupos. Um outro problema são os chamados “peaks” (cumes), que são pessoas que conectam o “cluster” aos outros elementos da rede. Como as pontes, podem exercer poder sobre o “cluster”, como mostra a Figura 64.
- “Cliques” e Círculos Sociais – “Clique” é o subconjunto de pontos no qual cada possível par de pontos é diretamente conectado por uma linha, e onde um “clique” não é contido por outro “clique”. Os conjuntos [I, R, S], [T, U, X, V] e [X, V, Y, W, Z] são “cliques”, como mostra a Figura 65. Na realidade a presença de “cliques” não é um problema. Inclusive, é comum termos vários “cliques” em uma rede social densa, demonstrando a existência de círculos sociais. Este é só um indicador de que pode ocorrer um fluxo de informação viciada, dependendo da conexão dos membros de uma formação em “clique” com os demais membros da rede.

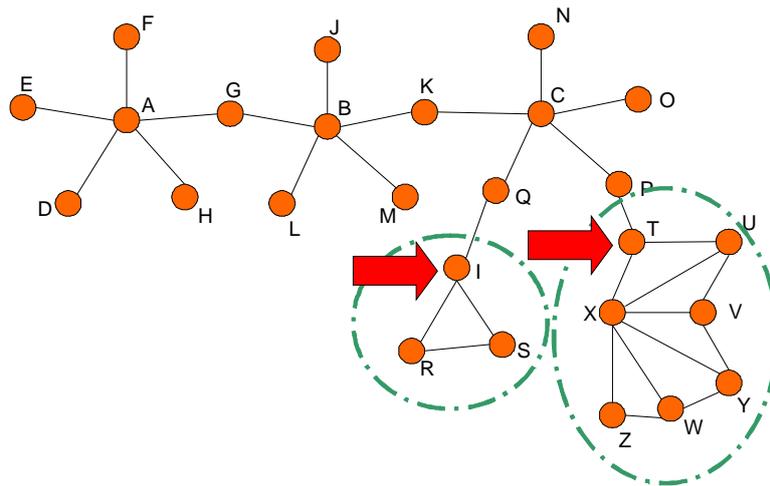


Figura 64 - "Clusters" e "Peaks"

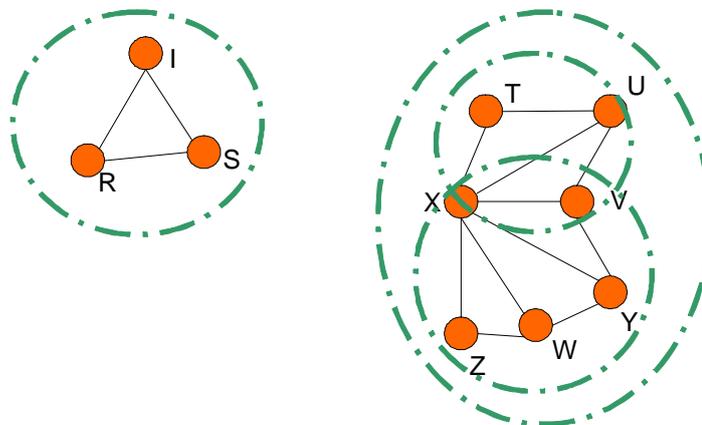


Figura 65 - Círculos Sociais

### 4.1.10.3 – Critérios para Balanceamento

Identificando-se os possíveis problemas em uma rede social, a idéia é sugerir novas conexões no grafo, utilizando para isto:

- Estrutura do Grafo – transformações no grafo para que ele se torne um grafo balanceado;
- Interesses x Competências – a ligação de quem possui interesse em um assunto e quem é especialista neste;
- Interesses x Interesses – a ligação de quem possui interesses similares;
- Competências x competências – a ligação de quem possui conhecimentos correlatos, obedecendo o grau de conhecimento. Ou seja, além de unir pessoas com competências similares, pessoas que tenham graus de competências similares também (“expert” com “expert”, iniciante com iniciante);



- Perfis complementares, através dos indicadores de tipos de Myers-Briggs (MBTI) e os tipos de temperamento de Kersey;
- Padrão de interação dos membros.

Para se alcançar uma rede social balanceada torna-se necessário optar por várias alternativas de comunicação a fim de se incitar a criação de novos relacionamentos e estabilizá-los, utilizando-se para isto inúmeras variáveis como: meios de comunicações (ferramentas de internet, por exemplo), parcerias em projetos, periodicidade e regularidade de encontros (presenciais ou não), dentre outras. Estas alternativas são utilizadas até que um relacionamento estável seja criado com sucesso. O fracasso de uma tentativa de criação de novos relacionamentos deve-se a muitos fatores, como: O contexto no qual está inserida a rede; perfil dos participantes; o dado, informação e conhecimento que flui na rede; o grau de sigilo da comunicação e por fim a qualidade do meio de comunicação.

#### **4.1.10.4 – Versão**

Este módulo visa fazer um controle das diferentes versões das redes, permitindo a comparação da rede social em diferentes momentos antes e depois de tentativas de balanceamento.

#### **4.1.10.5 – Controle**

O objetivo deste módulo é prover mecanismos de monitoração da comunicação após uma tentativa de balanceamento, para se identificar os sucessos e fracassos desta tentativa.

Manter um histórico das tentativas de balanceamento e avaliar os seus fracassos e sucessos permite identificar o perfil, graus de cooperação e socialibilidade dos participantes, detectar os padrões de relacionamento entre os membros de uma rede, descobrir os mecanismos de comunicação mais utilizados e suas eficácias, auxiliando assim na otimização em tentativas futuras.

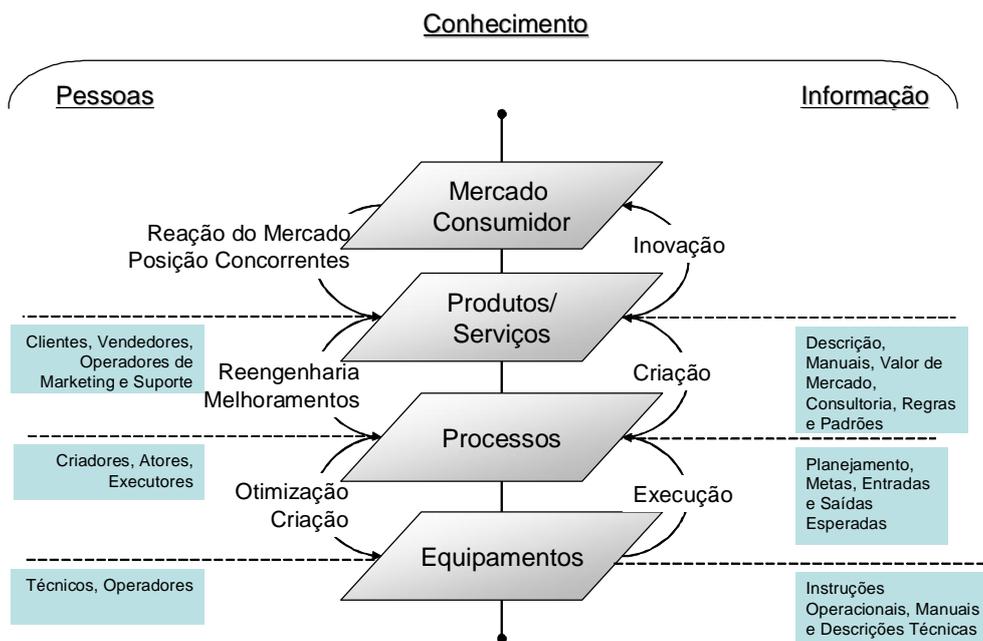
Além do monitoramento e identificação dos padrões descritos acima, é objetivo deste trabalho fornecer mecanismos de busca e recomendação para utilização de processos de balanceamento já utilizados no passado e que foram bem sucedidos. Esta recomendação será feita com base no contexto da rede social, perfil dos participantes, ferramentas de comunicação existentes e tarefas executadas pelos participantes.

Este módulo está relacionado a (STUDART, 2008) e ainda não foi finalizado, sendo que maiores detalhes encontram-se no capítulo de conclusão

## 4.2 – GCE

Os equipamentos sempre tiveram papel importante na Ciência. Os processos científicos os envolvem ou na maioria das vezes dependem deles. Assim, gerenciar o conhecimento sobre os equipamentos pode ser garantia de melhorar os processos científicos.

PENROSE (1959) defende que uma organização não é uma unidade homogênea, mas uma “coleção de recursos”, onde a heterogeneidade de serviços providos faz a diferença fundamental para a meta estratégica da firma. Como mostrado na Figura 66, no contexto da criação de produtos industrializados, existem quatro estágios que são relacionados e a vantagem competitiva e o sucesso no mercado dependem da sinergia e total integração entre esses níveis.



**Figura 66- Cadeia de Produção Industrial**

No primeiro nível estão os EQUIPAMENTOS, os quais são usados por operadores e manuseados por técnicos nas atividades de manutenção e instalação. Equipamentos são uma parte importante do processo industrial porque eles são responsáveis pela transformação da matéria prima em produto, são a base do processo de transformação e criação do produto. A não-operação ou sub-operação de um equipamento compromete todo o processo de produção. Nesta etapa, para o bom



funcionamento e operação dos equipamentos, os agentes humanos (técnicos e operadores) necessitam de certos tipos de informações, como manuais, descrições técnicas, instruções operacionais, normas de segurança, dentre outros. O uso deste tipo de informação, aplicada a este nível da Cadeia de Produção Industrial, pode proporcionar criação de conhecimento como as funcionalidades de um equipamento, vida útil, melhores práticas para manuseio e manutenção, etc.

No segundo nível, nós temos os PROCESSOS, que podem ser relacionados à criação, especificação (“design”) ou apenas à comercialização dos produtos. Atividades específicas de um processo necessitam ser executadas por pessoas com competências particulares. Para criar ou executar um processo, as pessoas (criadores, atores ou executores) necessitam ou geram informações como planejamento de metas, entradas e saídas desejadas, descrição de tarefas, cronograma e outros.

Como resultado de um processo, nós temos os produtos (terceiro nível). Estes produtos ou serviços relacionados (como “help desk”, consultoria ou suporte técnico), serão lançados ao mercado e terão diversas informações associadas, tais como descritores econômicos, manuais, valores de mercado, políticas de consultoria, regras de uso e segurança, dentre outras.

No último nível nós temos a posição de mercado, como a resposta dos consumidores e conseqüentemente a aceitação ou rejeição do produto e/ou serviço, além da reação dos competidores.

Em todos os estágios da cadeia há a criação de conhecimento, a qual deve ser gerenciada, e a boa execução em um nível proporciona significantes contribuições para o outro estágio. Por exemplo, o conhecimento sobre equipamentos permite que seja feita a escolha certa de um equipamento para ser usado em um processo de produção. Conhecer quais são as competências necessárias para se manusear um equipamento com sucesso e reconhecer as pessoas que detêm tais competências garante uma rápida execução e diminuição do número de acidentes, falhas e problemas técnicos. Em geral, operações-padrão – vistas como conhecimento explícito e encontradas em manuais, descrições técnicas e instruções operacionais - comunicam um conjunto de regras para o pessoal de chão de fábrica e são usadas para garantir o controle de um processo industrializado.

Melhorias no nível de equipamentos; como a melhor escolha de equipamentos para uma linha de produção, decisões acertadas em relação à logística e manutenção dos



equipamentos, técnicos e operadores mais qualificados e adoção de melhores práticas; proporcionam execução de processos mais eficazes.

Processo é um conjunto de atividades executadas por pessoas com diferentes competências. Em um processo, uma equipe, comumente, é multidisciplinar e o modelo do processo e as especificações de suas atividades são um tipo de conhecimento. O processo de documentação e codificação é facilitado, mas participativo, e gera conhecimento pela extração do conhecimento tácito de seus envolvidos (BENEZECH, 2005). Dependendo dos recursos humanos, os processos, em geral, podem ser interativos, com contínua construção do conhecimento, permitindo, por exemplo, que operadores bem treinados e mais experientes possam colaborativamente encontrar melhores maneiras de se realizar um trabalho. Isto constitui melhorias nas atividades, que resultam na atualização de documentação relacionada ou apenas no estabelecimento de novas práticas, ou ainda, reuniões planejadas com agendas estruturadas, que utilizam medidores de desempenho e relatos de experiências pessoais.

A otimização e controle da qualidade de processos e suas atividades resultam na criação mais rápida de produtos e serviços, conseqüentemente eles são lançados mais rapidamente no mercado, e com esta movimentação pode se dar lugar à criação de produtos e serviços mais inovadores. Produtos inovadores podem ser melhor reconhecidos e acolhidos pelo mercado. A criatividade e inovação de produtos baseados em conhecimento são o cerne da competição na indústria global desde o início do século 21 (YUNHE P., 1999).

A análise da reação dos clientes, bem como a resposta dos competidores, deve ser analisada ao ser lançado um novo produto ou serviço no mercado. Este acompanhamento e monitoração dos clientes e da concorrência podem desencadear melhoramentos dos produtos ou serviços, ou reengenharia de bem sucedidos produtos e serviços dos concorrentes para se adquirir conhecimento sobre os mesmos. Com isto, os processos são otimizados e pode surgir a necessidade de criação ou aquisição de novos equipamentos para acompanhar os novos processos.

Embora o que foi descrito acima tenha sido focado no processo de manufatura, este pode ser transportado para o meio científico. Todo o processo científico se baseia em equipamentos, sendo que para os processos de coleta de dados e experimentação, a total sinergia homem-máquina é vital. Uma prova disso são os Colaboratórios onde a colaboração entre os laboratórios, e conseqüentemente realização das pesquisas, são centradas nos equipamentos.



Atualmente, não podemos falar que a Gestão de Conhecimento (GC) aplicada à Ciência é um processo que se restringe apenas a pessoas e processos. Os equipamentos e suas funções no processo científico são um fator importante para a GC e mais importante que isso, é preciso entender como é feita essa interação pesquisador-máquina.

Com isto, surge a idéia da Gestão de Conhecimento Centrada em Equipamentos (GCE). Este módulo é responsável por prover ferramentas para o seu apoio. Com isto, este módulo provê:

- § **Foco em equipamento** – Neste caso, como equipamento seria o foco, temos todos os conhecimentos anteriormente descritos no módulo do GCC, como os conhecimentos providos por comunidades, projetos, processos, práticas, casos passados (sucesso ou insucesso) e competências associados ao equipamento, além do relacionamento de um equipamento com os demais equipamentos.
- § **Agregação** - Um equipamento é construído via agregação, ou seja, pode ser composto por peças, materiais e por demais equipamentos;
- § **Vida útil de um equipamento** – diferentemente do conhecimento, o equipamento tem uma vida útil e para a realização de um processo científico bem sucedido é necessário que a logística, manutenção e compra de um equipamento seja equivalente ao conhecimento interno. Ou seja, se apenas um pesquisador detêm conhecimento sobre um equipamento vital para um laboratório é necessário que novas pessoas sejam treinadas. Na compra de um novo equipamento, o conhecimento de manuseio dos pesquisadores sobre o novo modelo deve ser um fator de desempate, ou ao menos, o tempo necessário para aprendizado deve ser calculado e levado em consideração na hora da compra. Isso significa que a vida útil de um equipamento impacta na produção, na confiabilidade de serviços e deve ser um critério a ser levantado durante todo um processo científico.
- § **Sintomas, Problemas, Incidentes e Ações Correspondentes** – informações sobre possíveis sintomas de um problema ou incidente, bem como as ações correspondentes na procura de uma solução são conhecimentos sobre equipamentos que são armazenados também.



## Capítulo 5 – A Camada Idea

*Neste capítulo, serão apresentados os módulos que compõe a camada Idea.*

Na sub-seção anterior, explicamos a camada Mimexis, a qual é composta pelos módulos “GCC”, “GCE” e “Análise e Balanceamento de Redes Sociais”. Tal camada, em nossa abordagem, é responsável principalmente por difundir e conectar conhecimentos, além de trabalhar a questão da identificação de um conhecimento.

Esta camada é responsável por oferecer alguns recursos de apoio à construção, mapeamento e manipulação de ontologias.

No ambiente científico, o uso de ontologias tem se disseminado como um dos principais mecanismos de representação do conhecimento, seja para integração de dados ou sistemas (OLIVEIRA, 2003), descrição de recursos (PERNAS, 2004) ou simplesmente representação de um domínio científico em geral (POUCHARD, 2003). Ou seja, prover meios para trabalhar com tais recursos (ontologias) tem se tornado um fator importante para o cenário científico. Mais importante do que representar um conhecimento, no caso, em uma ontologia, é entender o motivo pelo qual ele foi assim representado.

Em relação à construção, provemos um editor colaborativo (COE), com o qual se pode buscar, editar e reutilizar parcialmente, ou totalmente, ontologias.

Como muitos projetos científicos são interdisciplinares, e algumas vezes a equipe é formada por diferentes grupos que independentemente trabalham com ontologias próprias, prover um mecanismo que propicie a interoperabilidade semântica entre as soluções para que possam interagir é uma necessidade atual. Para isto, elaboramos um modelo de negociação de significado (GNosis), o qual visa o consenso na definição entre conceitos e relacionamentos de uma ontologia. Além do mapeamento entre duas ontologias, guardamos todo o histórico de como este mapeamento – e conseqüentemente, este novo conhecimento – foi gerado.

Tendo em vista as diferentes formalizações que um conhecimento pode sofrer, existe a necessidade de uma representação padrão do conhecimento. Ocorre esta necessidade inclusive para se interoperar o conhecimento que foi criado em uma



camada para a outra, nesta abordagem. Assim, surgiu a proposta de representação do conhecimento científico, o KO (“Knowledge Object”) o qual será explicado também nesta seção.

Esta camada também provê uma álgebra do conhecimento, a qual fornece algumas operações para a manipulação de uma ontologia ou mapeamento entre ontologias.

Sendo assim, a Camada Idea, tem como objetivo, prover soluções para a representação do conhecimento, através dos módulos que serão descritos a seguir.

## 5.1 – COE – Editor Colaborativo de Ontologias

Muitas soluções científicas fazem o uso de ontologias para representar conhecimento sobre um domínio, o que torna necessário o uso de uma ontologia já existente, sua alteração ou, às vezes, a criação de uma.

A construção de uma ontologia é um processo complexo e custoso e reutilizar definições, totais ou parciais, de ontologias pode auxiliar neste processo. Com isto nasceu a idéia do COE (*Collaborative Ontology Editor*), um editor colaborativo de ontologias, o qual permite a localização de ontologias a partir de um determinado conceito, permitindo também o reuso de partes ou da totalidade de uma ontologia encontrada.

O COE foi desenvolvido utilizando arquitetura P2P, utilizando para o seu desenvolvimento a plataforma COPPEER (MIRANDA *et al.*, 2006) e (XEXÉO *et al.*, 2005). Esta plataforma auxilia na construção de ferramentas colaborativas P2P.

Com o COE, os especialistas no domínio podem consultar ontologias de outros especialistas para auxiliar o processo de criação. Através da integração do COE com a plataforma COPPEER é possível compartilhar e recuperar ontologias na rede COPPEER. Cada usuário é responsável por construir e compartilhar sua ontologia para que esta seja disponibilizada no COPPEER. Deste modo, os demais usuários podem reutilizar as ontologias disponíveis na rede COPPEER na definição de outras ontologias. Além disso, o COE oferece serviços para outras ferramentas do COPPEER, os quais foram implementados e providos através de uma API, podendo ser referenciada e utilizada em qualquer ferramenta da plataforma COPPEER.

O COPPEER (MIRANDA *et al.*, 2006) oferece, como uma infra-estrutura de comunicação, uma rede de espaços compartilhados que simplifica o desenvolvimento, eliminando a necessidade de lidar com a hierarquia de objetos, a manutenção de



referências locais e remotas entre os agentes, além de programações *multi-threading*. Cada espaço compartilhado armazena itens de dados escritos por agentes interessados em verificar tais itens. Além disso, o COPPEER suporta mecanismos de troca de dados entre espaços compartilhados sem a necessidade de interferência do agente.

Para integração do COE com o COPPEER foi necessário o desenvolvimento de um agente para a indexação e busca de ontologias. A ferramenta COE se comunica com este agente indexador através de um serviço “web”, o qual permite a troca de mensagens entre a aplicação e o agente. Este agente será explicado em mais detalhes a seguir. Este trabalho foi realizado por VILELA (2007).

### 5.1.1 – Estados de uma Ontologia no COE

A ontologia pode ser classificada em dois estados: “em trabalho” ou “publicada”. As ontologias “em trabalho” são ontologias editadas localmente, as quais o usuário ainda não disponibilizou para uso geral, devido estar incompletas ou até mesmo não querer compartilhá-las. As ontologias definidas como “publicadas” são ontologias disponíveis no ambiente COPPEER, as quais poderão ser pesquisadas, disseminadas e reutilizadas.

O COE inicialmente classifica suas ontologias criadas e editadas localmente como “em trabalho”. O usuário é responsável por construir e compartilhar sua ontologia. A partir da escolha do usuário de compartilhar sua ontologia, a mesma passa a ser classificada como “publicada”. Entretanto, as ontologias “publicadas” devem ser compreendidas como estáveis e sem erros, com a finalidade de serem reutilizadas.

Ao publicar uma ontologia, as seguintes etapas são realizadas, como mostra a Figura 67:

1. COE envia uma requisição http ao COPPEER

A requisição http é enviada para o servidor “web” do COE no COPPEER, contendo no corpo da mensagem uma palavra chave para posterior identificação do comando solicitado pela requisição e o nome absoluto do arquivo a ser indexado. Caso o COPPEER não esteja funcionando, uma mensagem de erro será disparada.

O agente do COPPEER recebe a requisição http, decompõe a mensagem e seleciona a função correspondente ao comando chamado pelo servidor “web”. Para publicar uma ontologia, o comando “index” é enviado pela requisição. Caso o comando requisitado não seja interpretado, uma mensagem de erro é enviada como resposta para o COE.

## 2. COPPEER indexa o arquivo solicitado

O agente do COPPEER recupera as informações enviadas pelo COE na requisição http e verifica se a palavra chave enviada na mensagem corresponde ao serviço executado. Com o nome do arquivo recuperado, o agente realiza um “parser” na ontologia, retirando suas classes, propriedades, instâncias e comentários de cada estrutura para serem indexadas. As principais informações indexadas da ontologia, juntamente com o nome do arquivo, são armazenadas em um diretório interno no COPPEER. Caso ocorra algum erro, uma mensagem de erro é enviada como resposta ao COE.

## 3. COPPEER envia uma mensagem de resposta ao COE

Caso não tenha ocorrido nenhum erro, o agente do COPPEER envia uma mensagem de sucesso para o COE indicando que o arquivo foi indexado corretamente.

A partir deste momento todos os “peers” conectados na rede COPPEER terão acesso às ontologias publicadas e através de um mecanismo de busca, explicado em detalhes a seguir, poderão utilizá-las na criação de novas ontologias.

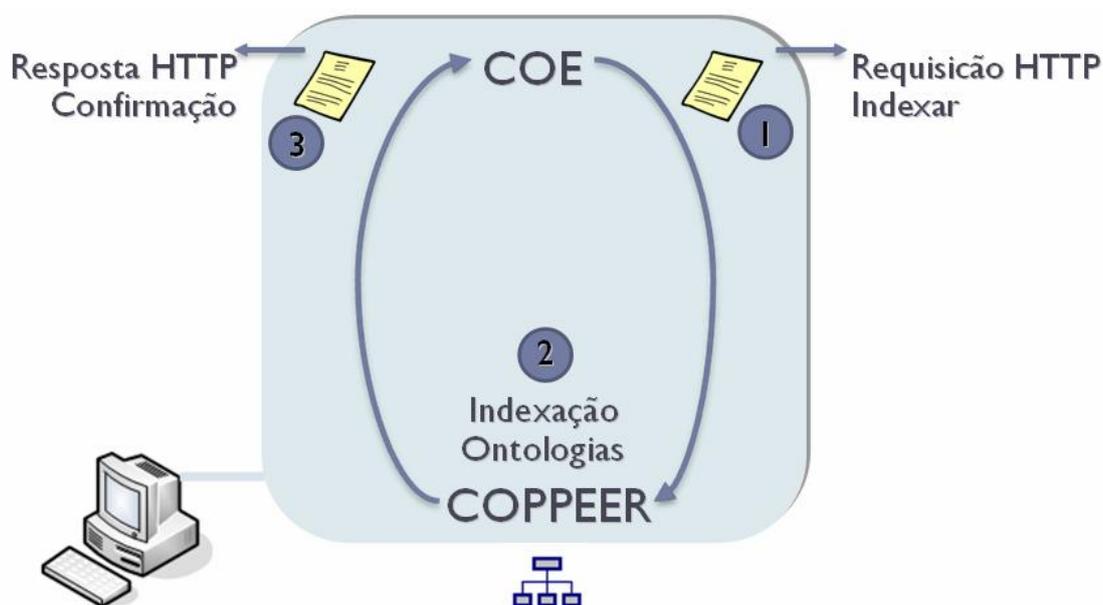


Figura 67 - Indexação de Ontologias

### 5.1.2 – Busca de Ontologias

Na definição de um conceito pode ser interessante analisar como conceitos similares foram definidos em outras ontologias. Para isso, a funcionalidade de busca de ontologias foi desenvolvida, pois permite ao usuário buscar conceitos na rede Coppeer utilizando uma palavra chave.



A busca por conceitos é realizada em todos os “peers” conectados atualmente na rede COPPEER e funciona da seguinte forma, como mostra a Figura 68:

1. COE envia uma requisição *http* ao COPPEER

Uma requisição *http* é enviada ao servidor “web” do COE no COPPEER contendo no corpo da mensagem uma palavra chave identificando o comando da requisição e o conceito solicitado pelo usuário na busca.

2. COPPEER processa a requisição *http*

Para buscar conceitos, o comando enviado pela requisição *http* é interpretado pelo servidor “web” é o comando “search”. Caso o comando não esteja correto, uma mensagem de erro é enviada como resposta para o COE.

3. COPPEER busca o conceito solicitado

A verificação da palavra chave para identificação do serviço é executada e o conceito solicitado pelo usuário é recuperado. A busca é realizada no diretório interno de cada “peer” na rede COPPEER, onde se localizam os índices criados pela indexação das ontologias publicadas. Caso não tenha retornado nenhum resultado, uma mensagem de resposta é enviada ao COE. Como resultado da busca, cada “peer” retorna um vetor de FileRef, que é uma estrutura interna do COPPEER que tem a finalidade de transferir arquivos entre os “peers”. Com essa informação, é possível recuperar os arquivos de seu “peer” origem e transmiti-los para o “peer” destino transparentemente. Após a transferência, os arquivos recuperados se encontrarão em um diretório temporário na máquina do usuário.

4. COPPEER envia uma mensagem de resposta ao COE

Uma mensagem de resposta é enviada ao COE contendo todos os nomes e algumas características dos arquivos recuperados na busca pelo conceito na rede COPPEER.

5. COE processa a mensagem de resposta enviada pelo COPPEER

O COE recebe e decompõe a mensagem de resposta enviada pelo COPPEER e disponibiliza uma listagem com todos os nomes e as características dos arquivos recuperados, como mostrado na Figura 69. Na listagem são exibidos os nomes e os tamanhos dos arquivos, juntamente com o nome do “peer” origem do arquivo. O usuário terá as opções de: visualizar os arquivos recuperados ou apagar esses arquivos do diretório temporário criado pelo COPPEER.

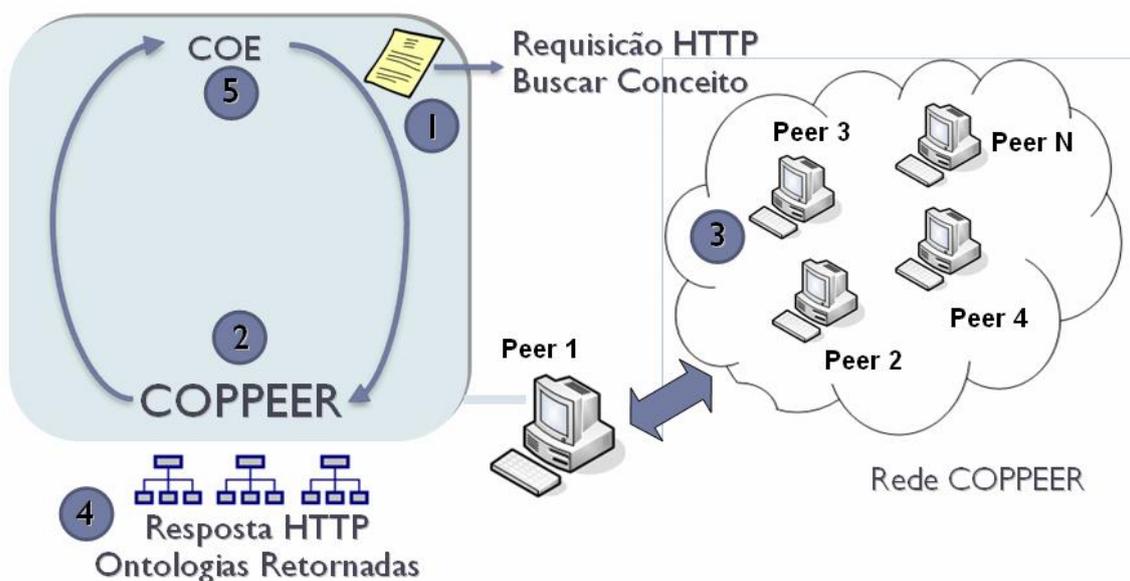


Figura 68 - Busca e Recuperação de Ontologias



Figura 69 - Arquivos retornados do COPPEER

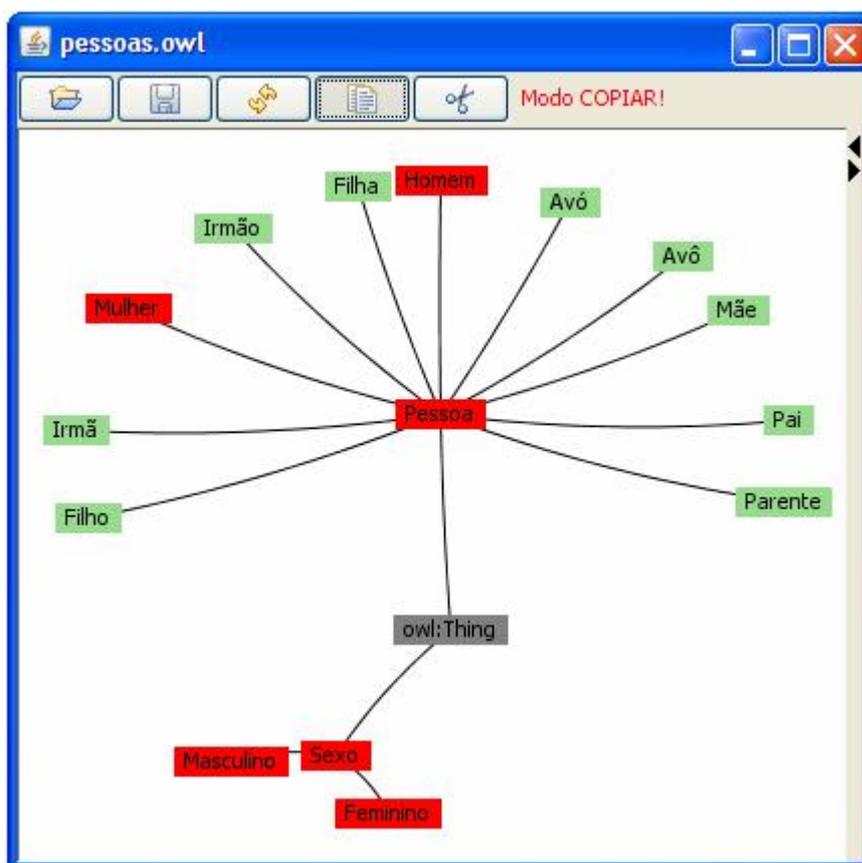
### 5.1.3 – Reuso

Os mecanismos de reuso básicos da ferramenta COE são as funcionalidades de copiar, recortar e colar os nós das ontologias. A utilização das funcionalidades citadas é realizada através do editor gráfico de ontologias caracterizado pela árvore hiperbólica dos conceitos da ontologia.

Para o funcionamento dos mecanismos básicos de reuso é necessário a seleção prévia da funcionalidade a ser executada. Após a seleção da funcionalidade, a ontologia entra em modo de cópia ou em modo de recorte. Somente após a escolha das classes para a transferência, a ontologia retorna ao seu modo normal de edição.

É importante destacar que as classes selecionadas são transferidas juntamente com suas propriedades e instâncias.

Os nós selecionados através das funcionalidades de colar e recortar são destacados por uma cor diferenciada, conforme mostra a Figura 70.



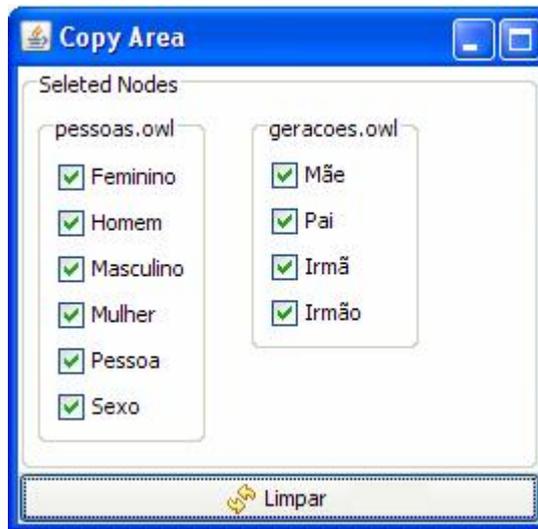
**Figura 70 - Mecanismos de Reuso**

Para auxiliar o reuso e edição das ontologias, foi desenvolvido um mecanismo chamado Área de Transferência.

A área de transferência consiste em um repositório de diversos nós selecionados previamente nas ontologias editadas localmente. Isto é, qualquer nó selecionado em uma ontologia através das funcionalidades de copiar e recortar são armazenados na área de transferência.

Se necessário, as ontologias que já possuem seus nós selecionados podem ser descartadas. Mesmo assim, a área de transferência ainda conterá todos os nós escolhidos juntamente com o nome da ontologia descartada.

A área de transferência é composta pelas diversas ontologias editadas com seus respectivos nós selecionados. A figura abaixo (Figura 71) ilustra a área de transferência do COE.

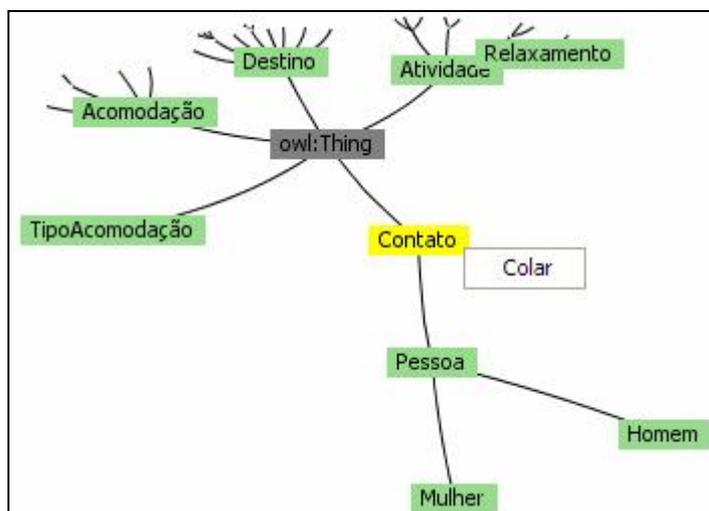


**Figura 71 - Área de Transferência**

Na área de transferência é possível selecionar quais os nós serão transferidos para a ontologia destino, bem como selecionar os nós para serem descartados. Tais opções facilitam a funcionalidade de colar nós na ontologia destino.

Se alguma classe, propriedade ou instância a ser adicionada na ontologia destino possuir o mesmo nome de algum elemento da ontologia editada, uma mensagem de erro é exibida e o nó não será inserido na ontologia destino.

A figura abaixo (Figura 72) ilustra um exemplo da funcionalidade de colar nós na ontologia destino. Neste caso, os nós *Pessoa*, *Mulher* e *Homem* foram selecionados na área de transferência para especializar a classe *Contato*. Além disso, as propriedades e as instâncias desses nós também foram adicionados na ontologia destino.



**Figura 72 - Funcionalidade Colar Nós**



#### 5.1.4 – API do COE

API, ou *Application Programming Interface*, é uma interface que contém um conjunto de funções pré-estabelecidas por uma ferramenta para utilização de suas funcionalidades por outros programas. Ou seja, a API fornece um ou mais serviços para diferentes programas, sem se envolver com nenhum detalhe de implementação deles.

A ferramenta COE fornece uma API com um conjunto limitado de funcionalidades para edição de ontologias. A API é caracterizada com um simples editor gráfico de ontologias, onde os usuários podem manipular suas ontologias através da árvore hiperbólica.

As funcionalidade providas pela API são a visualização de ontologias e a edição.

## 5.2 – Negociação de Significado

Conforme SOUZA (2007) a simples construção de uma ontologia não resolve todos os problemas no que se refere a um maior enriquecimento semântico. Mesmo ontologias criadas através de metodologias e técnicas que garantam sua conformidade com os conceitos de compartilhamento e reuso que as regem, não são capazes de garantir uma visão consensual e nem de abranger todos os conceitos necessários por quaisquer aplicações. Tal problema emerge, principalmente, em ambientes multidisciplinares, onde os membros da equipe lidam com domínios diferentes da sua área de conhecimento. Dessa forma, torna-se necessário a criação de novas ontologias para (1) expressar o mesmo domínio com uma diferente visão de mundo, conciliando as diferentes visões e entendimentos sobre um domínio ou (2) descrever um domínio específico.

Neste cenário de múltiplas ontologias, persiste o problema de como compatibilizar as diferentes visões de mundo, alcançando a interoperabilidade semântica. Interoperabilidade semântica é a capacidade de dois ou mais sistemas heterogêneos e distribuídos trabalharem em conjunto, compartilhando as informações entre eles com entendimento comum de seu significado (BURANARACH, 2001).

Por SOUZA (2007), a tentativa de prover interoperabilidade sofre de problemas similares aos encontrados na comunicação entre diferentes comunidades de informação, sendo que a principal diferença é que os atores não são humanos e capazes de entender e



capturar o conhecimento de senso comum sobre o significado dos termos. Para que tais atores, ou seja, as máquinas ou sistemas computacionais, possam entender umas às outras, temos que explicitar o contexto de cada sistema num nível de formalidade muito maior para que este possa ser inteligível por máquinas (USCHOLD, JASPER, 1999).

Um dos principais benefícios do uso de ontologias é a sua capacidade de prover interoperabilidade semântica entre sistemas, pois oferecem um formato comum para troca de dados (USCHOLD, GRUNINGER, 1996).

Em geral, podem ser identificadas três diferentes formas de uso de ontologias: (1) uma abordagem onde uma única ontologia é utilizada, (2) uma abordagem com múltiplas ontologias e (3) uma abordagem híbrida (FREITAS, STUCKENSCHIMDT, NOY, 2005).

Uma vez que ontologias possuem a característica de prover interoperabilidade semântica entre fontes de informação, e dependendo do cenário multidisciplinar torna-se necessário o uso e comunicação entre sistemas utilizando mais de uma ontologia, é comum encontrarmos a palavra “integração” sendo usada para descrever tanto a interoperabilidade semântica resultante de seu uso, quanto a compatibilidade entre as possíveis ontologias distintas usadas. Contudo, nesse cenário de aplicação onde mais de uma ontologia são utilizadas e, por isso, é necessário compatibilizá-las encontrando suas similaridades e diferenças, a “integração” é somente uma das aproximações para o processo de compatibilidade de ontologias que podem ser aplicadas. Eles são: (1) combinação de ontologias (NOY, MUSEN, 2001), (2) alinhamento de ontologias (NOY, MUSEN, 1999), (3) mapeamento de ontologias (NOY, MUSEN, 2003), (4) integração de ontologias (PINTO, GÓMEZ-PÉREZ, MARTINS, 1999), entre outros.

Encontrar correspondências entre ontologias é um problema bastante complexo. Além disto, torna-se inviável construir ontologias únicas por domínio. As razões vão das práticas (diferentes aplicações requerem diferentes visões de um domínio) às institucionais e sociais (uma ontologia desenvolvida em outro lugar pode não ser tão boa quanto à ontologia desenvolvida por nós para nossas finalidades). E com isto, o principal problema da interoperabilidade aumenta: como encontrar correspondência entre diferentes ontologias? Dado duas ontologias, precisamos ser capazes de ver onde estão as similaridades e diferenças entre elas, e expressar tais correspondências de uma maneira processável por máquinas.

Este módulo, chamado GNosis, é responsável pela identificação dos termos equivalentes de ontologias de domínios com alguma sobreposição e o endereçamento

destes termos de forma a permitir a utilização de suas informações. Por estas razões, o mecanismo de mapeamento de ontologias é o escolhido. Como forma de intervenção do usuário, utilizamos técnicas de negociação colaborativa.

Assim sendo, criamos um processo de negociação com suporte de ferramentas computacionais para auxiliar a tarefa de mapeamento entre conceitos de ontologias distintas. Além disto, um mecanismo de cálculo e recomendação de conceitos similares foi criado, bem como uma linguagem de mapeamento entre ontologias.

O módulo GNoSis foi desenvolvido por SOUZA(2007), em sua tese de mestrado. Maiores detalhes podem ser obtidos em (SOUZA, 2007).

### 5.2.1 – O Processo de Negociação

A interoperabilidade semântica é vista como um fenômeno emergente construído incrementalmente, o qual depende da frequência, qualidade e eficiência com as quais as negociações possam ser conduzidas para encontrar acordos nas interpretações comuns dentro do contexto de uma dada tarefa (ABERER *et al.*, 2004).

Assim, nosso modelo, denominado de GNoSIS<sup>14</sup> (SOUZA, 2007), é dividido em três partes, que são: preparação ou pré-negociação, condução da negociação e pós-negociação (SOUZA *et al.*, 2006b). Este modelo é representado na Figura 73.

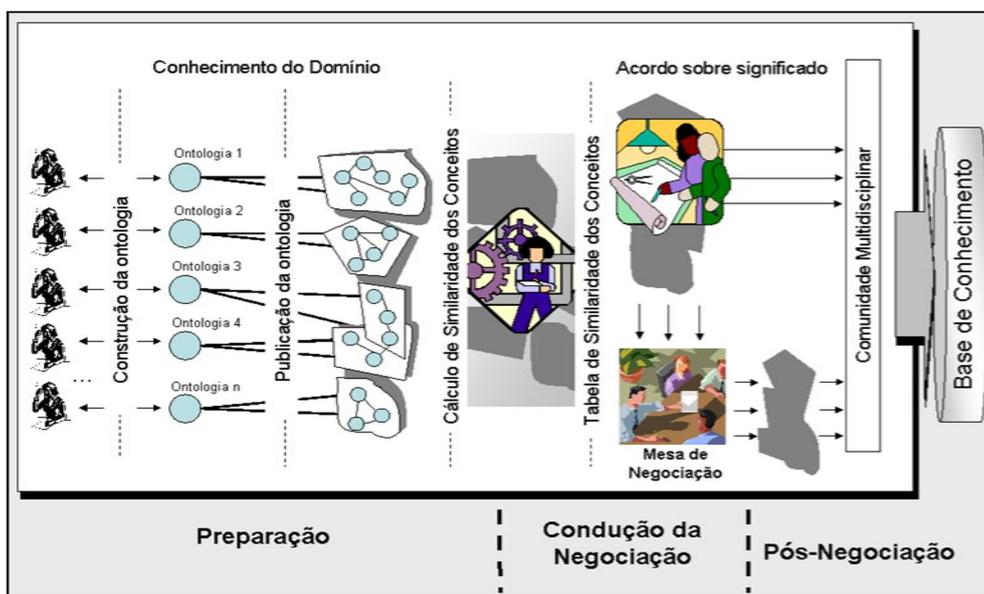


Figura 73 – Processo para negociação do significado, adaptado de (SOUZA *et al.*, 2006b)

<sup>14</sup> Em grego antigo, a palavra “gnosis” é usada para denominar uma forma espiritual de conhecimento que é popularmente conhecida como “sabedoria” ou “iluminação”. Para maiores informações: <http://en.wikipedia.org/wiki/Gnosis>

### 5.2.1.1 – Pré-Negociação

A pré-negociação diz respeito à discussão que precede a negociação formal. No nosso modelo para negociação do significado, esta fase é responsável pela construção e, conseqüentemente, pela escolha da ontologia pessoal ou de domínio. Além disso, essa fase também é responsável pela geração da tabela de similaridade entre os conceitos das ontologias. Esta tabela tem como objetivo indicar aos negociadores os conceitos com maiores possibilidades de mapeamento, direcionando a negociação para os conceitos mais importantes no processo de mapeamento.

#### 5.2.1.1.1 – Publicação da Ontologia

A preparação de cada participante da negociação se dá pela escolha da ontologia que será mapeada. Assim, essa fase inicial contempla também a construção ou refinamento da ontologia antes da sua publicação. Qualquer ferramenta pode ser usada para manipulação da estrutura de conhecimento, porém é recomendado que todos os participantes utilizem estruturas de conhecimento no mesmo formalismo para evitar as divergências no nível da linguagem. São encontradas hoje várias ferramentas para manipulação de ontologias, como Protege-2000 (NOY *et al.*, 2001), OntoEdit (SURE *et al.*, 2002), COE (XEXÉO *et al.*, 2005), OilEd (BECHHOFER *et al.*, 2001), entre outras. A Figura 74 apresenta uma ontologia sendo editada pelo COE.

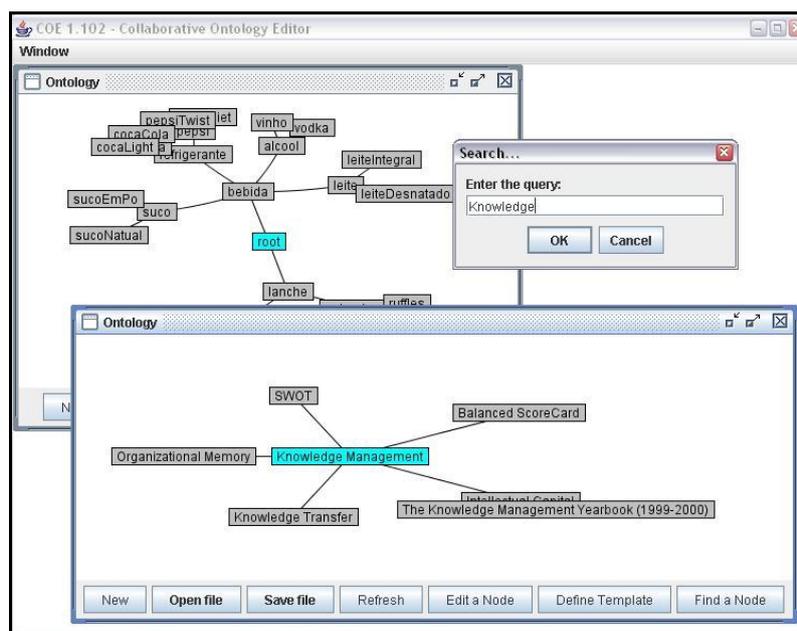


Figura 74 – Ontologia sendo editada na ferramenta COE (REZENDE *et al.*, 2005)



Mesmo sendo a construção da ontologia contemplada nessa etapa do processo de negociação, acreditamos que este processo de negociação será comumente usado por grupos que já possuem uma ontologia definida e em pleno uso. O processo será útil para auxiliar no mapeamento entre ontologias desses grupos quando surgir a necessidade destes cooperarem e, conseqüentemente, prover interoperabilidade entre seus sistemas.

Uma vez que cada participante da negociação tenha escolhido uma única ontologia que represente o conhecimento do seu domínio, ela será disponibilizada em um local público, onde os negociadores poderão analisar todas as ontologias postadas. Dessa forma, as partes podem tomar conhecimento de futuras divergências na negociação e preparar seu valor de reserva.

#### **5.2.1.1.2 – Cálculo de Similaridade**

Encontrar similaridades entre conceitos é uma tarefa razoavelmente simples para humanos desde que tenham experiência no domínio em questão. Porém, ao estipular um usuário humano especialista para encontrar relações entre conceitos de ontologias distintas, nos deparamos com uma série de problemas:

- O especialista de domínio instintivamente privilegiará sua visão de mundo em detrimento das outras contidas em ontologias distintas;
- Um único usuário especialista não é necessariamente especialista em todos os domínios possíveis que podem ser necessários conhecer;
- Caso mais de um usuário especialista seja destacado para essa tarefa, conflitos entre eles são passíveis de acontecer, o que antecipa a fase de negociação sem trazer nenhuma vantagem para a próxima mesa de negociação;
- O trabalho de relacionar os conceitos como similares pode vir a se tornar muito custoso em ontologias com um grande número de termos;
- Mesmo que o especialista responsável pela análise de similaridades não tome parte na negociação (tendo o papel de mediador), suas análises podem gerar mais conflitos pelas partes, uma vez que a análise do mediador pode ser entendida como uma decisão arbitrária.

Mediadores não possuem habilidades de decisão e não necessariamente precisam ser especialistas de domínio e, sim, especialistas em resolução de conflitos. O cálculo de similaridade objetiva analisar as estruturas de conhecimento independente de um



domínio específico e de uma visão qualquer de mundo. Os termos dos domínios são analisados levando em consideração sua estrutura, ou seja, suas relações, propriedades, restrições, dentre outros critérios, além de ser menos custoso do que a análise manual de estruturas com muitos termos.

Contudo, mesmo o cálculo computacional realizado possui seus custos. O custo principal é o tempo necessário para realizar todas as comparações entre os conceitos. Tendo em vista que alguns algoritmos, para cada conceito de uma ontologia, necessitam fazer comparações com todos os conceitos da outra ontologia, a complexidade de tais algoritmos pode chegar a ser de ordem fatorial<sup>15</sup>. Neste trabalho, estipulamos que o cálculo de similaridade será feito de forma binária ao invés de analisar todas as ontologias de uma só vez, o que pode tornar o trabalho de comparação ainda mais complexo, pois a quantidade de domínios distintos dificulta substancialmente as comparações, como sugere PREDOIU *et al* (2006). Além disso, mapeamentos ontológicos são sempre relacionamentos binários, fato que reforça a nossa escolha por calcular (e, posteriormente, negociar) ontologias sempre duas a duas.

O modelo não estipula análises de similaridade específicas, isto é, o modelo é livre para aceitar quaisquer algoritmos que um usuário desejar utilizar, e uma implementação desse módulo de cálculo de similaridade deve levar esse requisito em consideração. Para este trabalho, foi desenvolvido um algoritmo de cálculo de similaridade, o qual será posteriormente explicado.

#### 5.2.1.1.3 – Tabela de Similaridade

Ao final do cálculo das similaridades feito anteriormente, é gerada uma tabela descrevendo os conceitos mais similares de uma ontologia em relação à outra, como ilustrado na Figura 75.

Esta tabela é utilizada pelo mediador para escolher quais mapeamentos serão negociados. A escolha pode ser feita dos conceitos mais similares para os menos similares, ou vice-versa. Quanto menos similar forem os conceitos, maior a chance de surgirem conflitos durante a negociação, pois a diferença de estruturação do conceito pode denotar diferenças muito grandes de interpretação do domínio pelos participantes da negociação. Contudo, nem todos os conceitos necessitam ser mapeados, somente

---

<sup>15</sup> Algoritmos com complexidade fatorial são também chamados de algoritmos de força bruta: tentam todas as possibilidades para problemas de otimização combinatória. Garantem o objetivo, mas não que a solução será alcançada numa quantidade de tempo razoável

aqueles que realmente possuem alguma relação semântica de importância. Tais conceitos, mesmo que selecionados pelo mediador para negociar, poderão ser descartados pelos participantes por estes não concordarem em existir uma relação relevante entre os conceitos. Neste caso, esta rodada da negociação será simplesmente encerrada e outra dupla de conceitos é escolhida pelo mediador.

The screenshot shows a window titled "Similarity table" with the following fields: "Ontology:" set to "http://www.hidro.ufrj.br/ontologies/Hidro.owl", "Concept:" set to "nevoa", and "Threshold:" set to "0.7". A "List" button is visible. Below these fields is a table with three columns: "Reference concept", "Concept", and "Similarity".

Reference concept	Concept	Similarity
nevoa	chuva	0.75874996
nevoa	fenomenos_pluviometricos	0.730625
nevoa	vocoroca	0.728125
nevoa	seca	0.72
nevoa	tempestade	0.72
nevoa	inundacao	0.71840274
nevoa	aberta	0.70729166

**Figura 75 – Exemplo de tabela de similaridade disponibilizada para o mediador**

Na seção 5.2.1.3.1 –, descreveremos como o mediador pode ler os valores encontrados nessa tabela e decidir qual mapeamento é o mais adequado.

## 5.2.1.2 – Condução da Negociação

A condução da negociação é a fase onde as contrapartes trocam uma série de mensagens e ofertas, criando uma atmosfera adequada pra a negociação, apresentando sua proposta e barganhando até entrarem em um acordo. Os participantes podem conduzir negociações com a assistência de um ou mais participantes neutros, se utilizando de uma pessoa ou uma equipe como mediadores. Os participantes iniciam as barganhas após tomarem conhecimento do protocolo da negociação definido por um participante neutro. As regras que compõem o protocolo para o modelo de negociação de significados do GNoSIS estão descritas na seção abaixo.

### 5.2.1.2.1.1 – Protocolo da Negociação

O protocolo deve especificar quais são ações válidas durante a negociação, ou seja, quem pode, o que pode e quando pode. A regulamentação definida no protocolo da



negociação deve ser obedecida pelas partes envolvidas. Além disso, o protocolo deve ser público e acessível a todos. Esse protocolo é firmado com a ajuda de um mediador da negociação.

São tarefas do mediador (1) definir o protocolo da negociação, (2) controlar a negociação para que o protocolo esteja sendo obedecido, (3) escolher os mapeamentos que serão discutidos com base na tabela de similaridade, (4) interferir na comunicação entre as partes visando organizar a discussão e esclarecer as posições de cada parte, (5) utilizar recursos externos à discussão para ajudar os negociadores a chegarem a um consenso como, por exemplo, o histórico de outras negociações, conforme será discutido na seção 5.2.1.3.2 –, (6) definir os metadados da negociação como nome das ontologias negociadas, descrição dos domínios que elas descrevem, nome dos negociadores, grupos/empresas a que eles pertencem e a razão pela qual a negociação foi iniciada. Estes metadados serão utilizados como documentação do processo e para facilitar buscas futuras no repositório de negociações (vide seção 5.2.1.3.2 –). Os critérios para escolha dos mapeamentos a serem negociados podem seguir a estratégia do mapeamento com maior similaridade entre os conceitos para o menor, ou vice-versa.

A negociação pode ser direta ou com agentes. Na negociação direta, as partes que interagem através do sistema são os interessados diretos e a negociação é conduzida sem agentes humanos intermediários. Em contrapartida, na negociação com agentes as partes que interagem representam os interesses de outro, podendo se configurar como simples intérpretes, atendendo às orientações da parte que defendem ou podendo representá-la de forma pró-ativa.

A negociação é seqüencial, ou seja, deve ser considerada apenas uma relação de mapeamento entre dois conceitos por vez. A cada mapeamento negociado, uma nova negociação é iniciada. Cada negociação possui rodadas. O mediador define qual será a ordem de comunicação de cada participante e o tempo em que cada parte terá para definir sua argumentação. Cada **rodada de negociação** se inicia com a argumentação do primeiro negociador e termina com a argumentação do último negociador definido pelo mediador. Essas informações envolvem a **agenda da negociação**, onde é especificado o tempo máximo de cada rodada de negociação, a ordem em que cada negociador poderá definir sua argumentação e o tempo máximo permitido para o processo. O mediador deve emitir uma mensagem aos negociadores alertando que os prazos estabelecidos para as rodadas de negociação ou para o processo estão prestes a terminar. Este tempo pode variar de projeto para projeto, dependendo da disponibilidade



das partes: quando todas as partes estão reunidas no mesmo momento para negociar, então a negociação será feita num ambiente síncrono de mensagens. Caso contrário, a negociação pode ser feita de forma assíncrona e os tempos definidos na agenda possuirão valores maiores.

Durante a negociação, podem ser trocados os seguintes tipos de mensagens: oferta ou sugestão, argumentação, definição e conversação. Toda mensagem deve conter a identificação do negociador responsável pelo envio. Cada mensagem estabelece uma ou mais regras.

Para cada mensagem do tipo **oferta**, o negociador pode associar uma mensagem argumentando a oferta enviada. Essa mensagem é denominada **argumentação** e deve ser composta pelo texto referente à argumentação. Na negociação de significados, ofertas são interpretadas como sugestões de mapeamento entre os dois conceitos.

Para definição dos conceitos, os negociadores deverão trocar mensagens do tipo **definição**. A cada mensagem do tipo definição enviada, a outra parte pode concordar ou enviar outra mensagem do tipo definição com a contra-proposta. Essas mensagens podem ser acompanhadas por mensagens de argumentação.

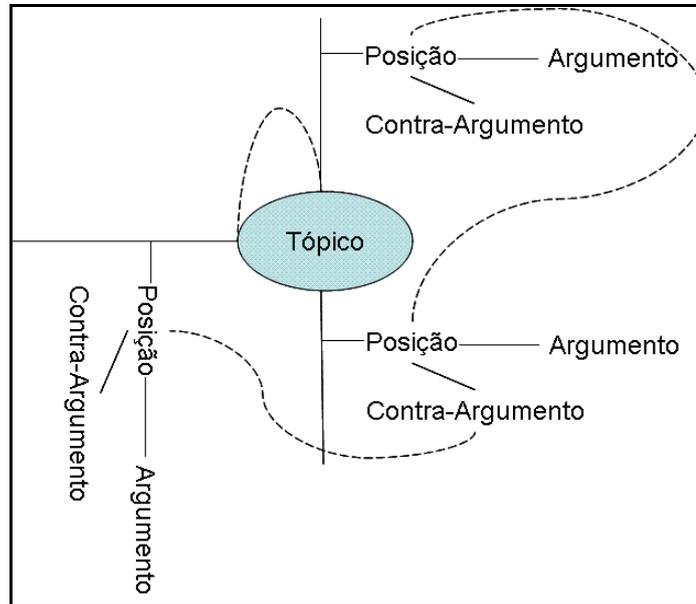
As mensagens do tipo oferta, argumentação e definição são enviadas, cada uma delas, com um propósito específico e possuem uma estrutura definida em função do seu objetivo. Entretanto, a comunicação entre as partes durante a negociação não pode estar restrita somente aos propósitos considerados nessas mensagens. Por exemplo, um dos negociadores pode necessitar esclarecer uma dúvida quanto à negociação ou, em um determinado momento, uma das partes pode desejar interromper a negociação. Deste modo, prevendo esta possibilidade, será permitida a troca de mensagens do tipo **conversação**. Estas mensagens podem ser consideradas como um recurso para facilitar a comunicação entre as partes e poderão ser enviadas durante toda a negociação.

#### 5.2.1.2.1.2 – IBIS

Negociações são compostas por argumentos. A argumentação é a prática de encontrar um senso comum entre os participantes que tomam posições contrárias (MAYFIELD, 2006). No nosso modelo (OLIVEIRA *et al.*, 2006; OLIVEIRA *et al.*, 2007), os membros podem debater, expor suas posições, argumentos e contra-argumentos para a definição do conceito e seus relacionamentos na ontologia. Isto não é útil apenas em descobrir as motivações por trás de cada escolha de uma parte, mas também na criação de uma interação social construtiva.

Para negociar, os usuários podem consultar as ontologias postadas e a tabela de similaridade entre os conceitos. O discurso se desenvolve ao redor de um único item, no nosso caso uma sugestão de mapeamento que pode vir precedida de uma definição de conceito, o qual algum participante da negociação, normalmente o mediador, assumiu que o seu tratamento deveria ser relevante para o mapeamento das ontologias. Os participantes tomam diferentes posições, defendem suas posições, se opõem a outras, e pesam um aspecto contra outro em forma de argumentos.

Esta negociação é realizada em um ambiente eletrônico síncrono e todas as mensagens são categorizadas usando a metodologia IBIS (“Issue Based Information Systems”), introduzido primeira vez em (KUNZ, RITTEL, 1970). A IBIS é uma ferramenta para identificação e resolução de problemas colaborativos. Toda a metodologia é baseada no conceito de argumentação. O sistema é particularmente útil quando, a princípio, um problema é pobremente definido ou a concepção inicial da natureza do problema leva os participantes a tomarem posições adversárias (CONKLIN, 2006). Para evitar a polarização que é comum em debates, a IBIS segue um procedimento que envolve a decomposição do problema, conforme é ilustrado na Figura 76.

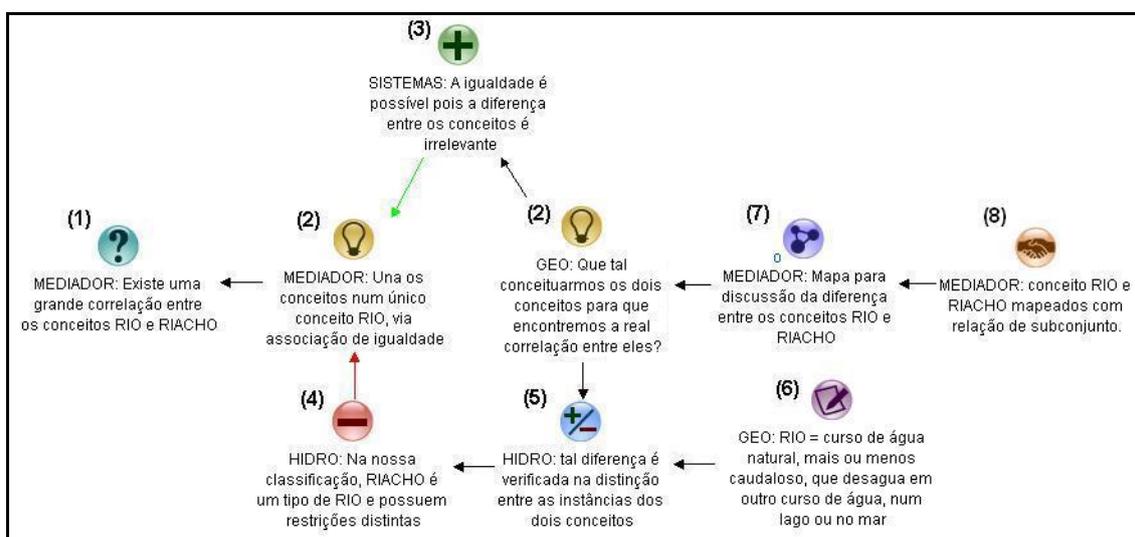


**Figura 76 – Categorização das mensagens usando a metodologia IBIS (OLIVEIRA *et al.*, 2006)**

A chave do sistema é a idéia de um *tópico*, o qual é por efeito uma *pergunta*. A partir dessa pergunta, artefatos de conhecimento são gerados e armazenados. Todas as mensagens que são trocadas durante uma negociação possuem uma relação entre si. A

partir da pergunta inicial, as partes se posicionam positiva ou negativamente, explicitando seus *argumentos*. Todo argumento diz respeito à pelo menos uma posição, toda posição à pelo menos uma idéia, cada idéia à pelo menos um tópico de discussão. Argumentos “apóiam” ou “se opõem a” uma posição; posições “respondem” às idéias.

Outras relações podem ser encaixadas entre os elementos do IBIS. Por exemplo, um argumento pode complementar outro argumento, mesmo que o argumento pertença a uma posição de outra idéia levantada, e diferentes posições também podem se relacionar (como uma relação de “derivação”). Para facilitar o entendimento, a Figura 77 apresenta uma discussão categorizada pela metodologia IBIS.



**Figura 77 – Exemplo de rede formada utilizando a metodologia IBIS (SOUZA, 2007)**

Na figura acima, os elementos do IBIS são identificados na forma de ícones. O ícone número 1 representa a criação de um tópico, ou seja, uma questão que é enviada para discussão do grupo de especialistas de domínio. Os ícones de número 2 são idéias expressadas por um participante da negociação. Estes ícones denotam mensagens do tipo oferta na negociação de significados. Note que o mediador pode também sugerir resoluções para o conflito, tentando guiar os negociadores a uma conclusão universal benéfica. Essas sugestões são seguidas das posições dos demais negociadores, contras ou a favor. Estas posições possuem também argumentações que justificam a posição do negociador frente à idéia sugerida. Os ícones de números 3 e 4 representam mensagens do tipo argumentação, as quais são a favor e contra a idéia apresentada, respectivamente. Uma argumentação que complementa uma posição é representada usando o ícone de número 5, também uma mensagem do tipo argumentação. Mensagens do tipo definição são representadas como mostra o ícone de número 6. Para não poluir



visualmente o mapa da negociação, um novo mapa pode ser criado, como o do ícone de número 7. Por fim, a decisão para o problema inicial é representada pelo ícone de número 8. As mensagens de decisão denotam qual o mapeamento acordado para os dois conceitos. Nos casos em que um acordo não foi firmado ou um mapeamento não foi necessário, a decisão será “Sem acordo” ou “Sem mapeamento”, respectivamente.

Mensagens do tipo conversação são enviadas através de um mecanismo de comunicação eletrônica, como “chats” e somente é utilizado, como descrito na seção anterior, para esclarecer dúvidas quanto ao andamento da negociação ou para cancelar a sua participação no processo, por exemplo.

Embora não exista a garantia de que uma solução apropriada para um dado problema possa ser encontrada, o processo pode revelar respostas nas quais o consenso possa ser encontrado ou descobrir aspectos do problema nos quais outras técnicas de modelagem de raciocínio possam ser usadas pelo mediador.

A metodologia IBIS é utilizada nesta fase para ajudar no entendimento da discussão e no posicionamento de cada negociador, evitando que a negociação perca seu foco. Além disso, a utilização de um ambiente gráfico para organizar a argumentação facilita a visão da negociação, permitindo um fácil entendimento de todo o processo de raciocínio que foi necessário para chegar a certa decisão. Tal facilidade é útil para consultas futuras dessas negociações já concluídas, como será abordado mais à frente, na seção 5.2.1.3.2 –.

### **5.2.1.3 – Pós-negociação**

A pós-negociação é o período após um acordo realizado ou, caso não tenha sido possível chegar a um acordo, a negociação tenha sido cancelada ou um processo de renegociação possa ser analisado. Esta fase envolve o compromisso das partes envolvidas na negociação, incluindo o acordo e a satisfação dos negociadores.

No nosso modelo, caso a negociação tenha sido bem sucedida, o acordo entre as partes é firmado com a geração do arquivo de mapeamento e o compromisso de que as partes utilizarão este arquivo da forma com que ele foi elaborado colaborativamente. Assim, o arquivo de mapeamento é disseminado para as equipes no final dessa fase.

Contudo, mesmo com os esforços do mediador e com as facilidades descritas neste modelo, acordos podem não ser firmados dentro do protocolo aceito no início do processo de negociação e esta pode ser abortada pelas partes. Neste caso, o mediador (ou alguma das partes) pode sugerir uma nova negociação ou desistir de tentar novos



acordos. Vale lembrar que os motivos de insucesso da negociação são registrados também para consultas futuras.

As etapas que compõem a pós-negociação são o mapeamento entre as ontologias e o armazenamento do histórico da negociação, que serão explicados a seguir.

### 5.2.1.3.1 – Mapeamento

Esta fase é a responsável por gerar o arquivo de mapeamento entre as duas ontologias e o deixar disponível para as partes. O arquivo de mapeamento é gerado colhendo todas as decisões da negociação.

Um arquivo de mapeamentos é formado por um conjunto de triplas  $(C_A, C_B, m_i)$ , onde  $C_A$  e  $C_B$  são, respectivamente, um conceito da ontologia de origem e um conceito da ontologia de destino, e  $m_i$  denota a relação semântica entre os dois conceitos, de modo que, sendo  $M$  o conjunto finito dos mapeamentos possíveis, então  $m_i$  é escolhido onde  $i=1..k$  tal que  $m \in M$ . Além disso, define-se que a relação é unidirecional.

A área de estudo dos mapeamentos semânticos ainda não se decidiu sobre vários aspectos relacionados sobre esses mapeamentos, como o formalismo que deve ser adotado para descrever essas relações e qual a interpretação universal sobre cada mapeamento. Contudo, o recente artigo de STUCKENSCHMIDT e USCHOLD (2005) discute sobre a natureza dos mapeamentos ontológicos e identifica alguns aspectos gerais das abordagens existentes. O principal desses aspectos é a identificação das relações semânticas mais comuns na literatura e que, por isso, tendem a ser as que receberão maior importância numa iminente padronização:

- Equivalência ( $\equiv$ ): A relação de equivalência denota que os elementos representam o mesmo objeto do mundo real. Uma forma de equivalência é a igualdade, onde os elementos conectados representam exatamente o mesmo objeto do mundo real. A relação de equivalência é geralmente sugerida pelo mediador para conceitos com alto grau de similaridade.
- Contém ( $\supseteq$ ) e Está contido ( $\subseteq$ ): Essas relações indicam que os elementos de uma ontologia representam um aspecto mais específico do mundo real do que o elemento na outra ontologia. Dependendo de quais elementos são mais específicos, estas relações são definidas uma para cada direção, ou seja,  $A \supseteq B$  e  $B \subseteq A$ . Geralmente o mediador sugere uma dessas relações quando grupos de conceitos possuem grau de similaridade com valores muito próximos, por exemplo, os conceitos a, b e c de uma



ontologia obtiverem valores próximos de 0,8 ao comparados com um dado conceito da outra ontologia.

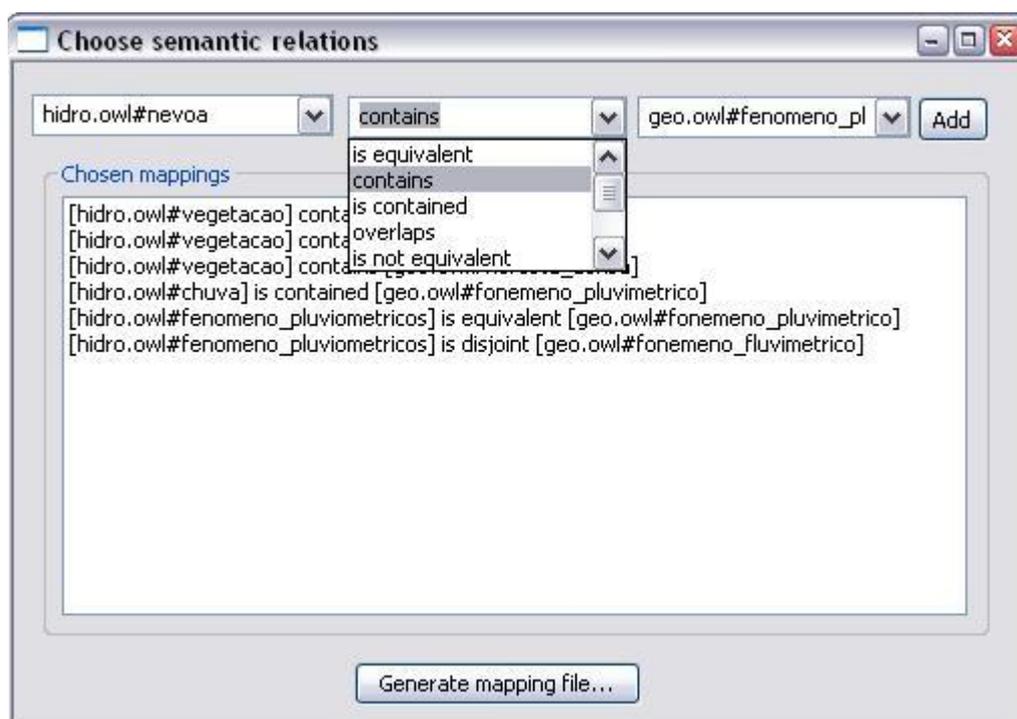
- Sobreposição ( $\cap$ ): A sobreposição indica que os elementos relacionados representam diferentes aspectos do mundo, mas que possuem alguma característica semelhante. Em particular, esta relação mostra que alguns objetos descritos pelo elemento em uma ontologia pode também ser descrito por outro elemento da outra ontologia. Por exemplo, o indivíduo “Jairo” pode ser descrito pela classe “Bolsista” ou pela classe “Mestrando”, ou seja, são classes distintas, mas que possuem certos elementos em comum que denotam sua sobreposição, porém possuem elementos distintos que não permitem uma relação como “está contido”, uma vez que não são todas as instâncias que estão contidas no outro conceito.

Algumas abordagens descrevem também as relações que correspondem à negação das mencionadas. Essas relações podem denotar quando dois elementos não são equivalentes ( $\neq$ ), um não está contido ou não contém o outro ( $\not\subset$ ) ou não possuem nenhuma sobreposição com outro elemento ou, ou seja, são disjuntos ( $\emptyset$ ). Essas oito relações semânticas cobrem todas as relações propostas para linguagens de mapeamento de ontologias (BROCKMANS, HAASE, STUCKENSCHMIDT, 2006). A adição das relações de negação pode, à primeira vista, não ser muito prática, porém essas relações podem ser usadas quando for necessário explicitar uma diferença entre os conceitos, ao invés de uma semelhança, para evitar novas confusões a respeito de sua relação. Assim, consideramos neste trabalho, todos esses oito relacionamentos. Contudo, um novo conjunto de relacionamentos pode ser proposto pelo mediador, caso seja necessário, pois o modelo é livre para agregar novas relações semânticas, uma vez que a negociação em si não difere para cada relação proposta.

Para facilitar a criação dos mapeamentos, criamos uma “interface” (Figura 78) para que o mediador possa confirmar os mapeamentos decididos no final de cada negociação de significados.

Ainda não existe uma linguagem padrão para mapeamento de ontologias. A linguagem OWL possui construtores que podem ser usados para denotar mapeamentos, como `owl:disjointWith`, `owl:equivalentClass` e `owl:sameAs`. A diferença entre esses três construtores é que o primeiro é utilizado para indicar classes que são

disjuntas, ou seja, representam objetos com nenhuma instância em comum. Ao contrário do primeiro, o segundo construtor é utilizado para indicar que duas classes são equivalentes se, e somente se, possuem precisamente as mesmas instâncias. Por fim, o terceiro construtor é usado para declarar a igualdade de indivíduos, ou seja, somente é utilizado caso haja a necessidade de relacionar instâncias. A falta de construtores nativos da linguagem faz com que a linguagem OWL não seja apropriada para denotar todas as relações que descrevemos anteriormente.



**Figura 78 – Janela para geração do arquivo de mapeamento**

Além disso, também evitamos acrescentar informações de mapeamento nas ontologias originais, uma vez que elas são usadas somente para leitura do algoritmo de cálculo de similaridade e também para consulta dos participantes da negociação, ou seja, evitamos alterar essas ontologias, pois não podemos avaliar o impacto que tais mudanças podem causar nas aplicações as quais elas estão relacionadas.

Ainda, mapeamentos ontológicos necessitam ser lidos por máquinas de inferência que reconheçam e contenham as regras para cada tipo de relacionamento descrito. Como não existe ainda um consenso nem uma linguagem padrão para descrever essas relações, cada grupo implementa sua própria solução para o conjunto de mapeamentos permitidos e para o formato do arquivo, ambos definidos pelo grupo.

Considerando esses aspectos, decidimos criar um arquivo de mapeamento que contém referências para as duas ontologias as quais ele descreve e adotar um formato próprio para descrever as relações. A Tabela 8 mostra um exemplo de um arquivo de mapeamento gerado pela nossa implementação do GNoSIS.

**Tabela 8 - Exemplo de arquivo de mapeamento**

```
<mapFile>
  <ontologies>
    <ontology url="http://hidro.ufrj.br/onto/hidro.owl"
alias="hidro"/>
    <ontology url="http://labbd.cos.ufrj.br/GNoSIS/ontologias/geo.owl"
alias="geo" />
  </ontologies>
  <mappings>
    <mapping type="equivalence">
      <source>hidro#fenomeno_pluviometricos</source>
      <target>geo#fenomeno_pluviometrico</target>
    </mapping>
    <mapping type="contained">
      <source>hidro#chuva</source>
      <target>geo#fenomeno_pluviometrico</target>
    </mapping>
    <mapping type="disjoint">
      <source>hidro#fenomeno_pluviometricos</source>
      <target>geo#fenomeno_fluviometrico</target>
    </mapping>
    ...
  </mappings>
```

Como pode ser visto acima, o arquivo de mapeamento guarda o endereço de cada ontologia, a qual é identificada dentro do arquivo pelo valor do atributo “alias”. Para cada mapeamento, o arquivo registra o seu tipo e qual a direção na qual o mapeamento é lido (de “source” para “target”). Os valores possíveis para o atributo “type” são: “equivalence”, “contained”, “contains”, “overlap”, “disjoint”, “not-equivalent”, “not-contained” e “not-contains”.

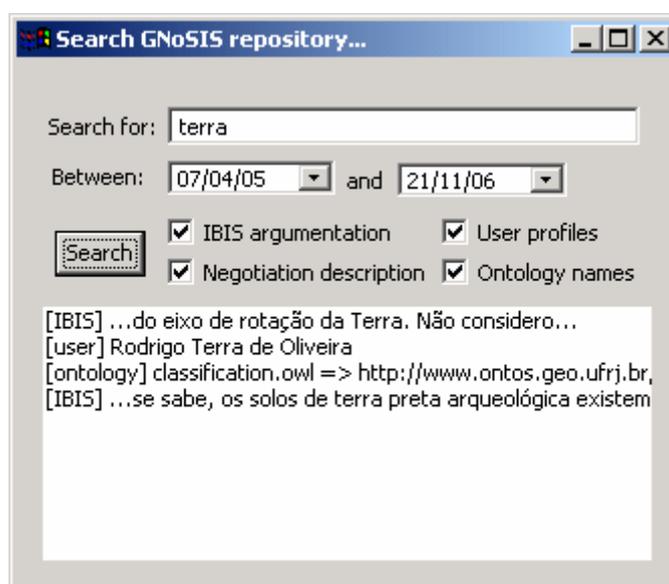
### 5.2.1.3.2 – Histórico da Negociação

Ao término da negociação, todas as informações que ajudam a representar o contexto da negociação, como as ontologias utilizadas, o mapeamento da ontologia, a tabela de similaridade e o mapa da comunicação categorizada no modelo IBIS, são

armazenados no banco de dados. São armazenadas tanto as negociações bem sucedidas quanto as mal sucedidas.

Com isso, o banco de dados se torna uma fonte capaz de prover informações sobre decisões em significados de domínios distintos, podendo auxiliar negociações futuras ao manter registradas quais as razões que levaram um conceito a ser mapeado e todo o raciocínio feito para defini-lo.

Quando negociações futuras envolverem ontologias de domínios já registrados no banco de dados, a negociação e todos os seus artefatos podem ser consultados e referenciados. Tal recurso permite, principalmente, que o mediador possua mais uma ferramenta para resolver conflitos (se baseando em decisões passadas) e que membros da negociação possam aprender sobre conceitos ou domínios que não possuem conhecimento suficiente. Além disso, a base histórica pode ser utilizada pelas partes como ferramenta de argumentação (quando algum conceito atualmente em discussão já tenha sido objeto de discussão numa negociação passada) ou pelo mediador como ferramenta de renegociação (quando uma negociação esteja se encaminhando para um conflito sem resolução aparente e o mediador identifica uma solução passada que pode ser útil para a negociação atual).



**Figura 79 – Tela de pesquisa na base de histórico de negociações**

Para facilitar a consulta na base de dados, construímos uma consulta simples de pesquisa, conforme mostra a Figura 79. Nesta tela, o usuário pode selecionar os artefatos históricos que deseja pesquisar (descrições de negociações, nomes de ontologias, informações de negociadores ou nas redes de argumentação) e o período de interesse.



### 5.2.1.4 – Cálculo de Similaridade

As divergências ontológicas podem ser divididas em (1) divergências no nível da linguagem (diferenças causadas pelo uso de diferentes formalismos) e (2) divergências no nível da conceitualização (diferenças quanto à estruturação dos conceitos na ontologia).

Divergências no nível da linguagem são resolvidas trocando o formalismo de uma ou das duas ontologias. A troca de formalismo também gera novos problemas, como os causados pela diferença de expressividade de um formalismo em relação a outro, mas ainda assim é a solução mais adequada para resolver esse tipo de divergência. Neste trabalho, adotamos a linguagem OWL como padrão de descrição de ontologias e, assim, não foi necessário tratar problemas de divergências desse nível.

Divergências no nível da conceitualização ocorrem, entre outros casos, pela diferença de codificação, uso de sinônimos, uso de ontologias genéricas distintas, diferença de granularidade entre as ontologias, etc. Esses casos exigem uma comparação da estrutura dos conceitos e do contexto, ou seja, uma comparação semântica. Comparações sintáticas podem adicionar bons resultados às comparações semânticas encontrando relações semânticas entre termos, como acontece em muitos algoritmos que mineram corpo de textos (MANNILA, 1996; HOBBS *et al.*, 1997; CHAKRABARTI, 2000; FAATZ, STEINMETZ, 2002). Nesta implementação, fazemos uso tanto de técnicas sintáticas quanto semânticas. A estratégia elaborada para o cálculo de similaridade foi implementada em (SOUZA *et al.*, 2006a).

O cálculo de similaridade é feito utilizando-se funções simétricas de semelhança  $F$ , onde  $F_i$ ,  $i=1,k$ ;  $F: A \times B \rightarrow [0,1]$ ,  $A$  é o conjunto de elementos da primeira ontologia e  $B$  é o conjunto de elementos da segunda ontologia. Por exemplo,  $F_1$  pode ser uma função como “a quantidade de propriedades com o mesmo nome de um conceito”, onde pode retornar o valor 1 caso as ontologias possuam o mesmo número de propriedades com o mesmo nome, 0 caso não possuam nenhuma propriedade idêntica. Valores intermediários representam o grau de semelhança entre os conceitos, quanto maior o número, maior a semelhança entre os conceitos comparados.

Para cada elemento ontológico (classe, propriedade, restrição, etc), um conjunto de funções de semelhança é aplicado. Em princípio, todos os construtores usados para criar uma ontologia podem ser úteis no cálculo de similaridade e, assim, ter uma ou mais funções de semelhança associadas.



Tentando ser o mais abrangente possível, consideramos como informação útil no cálculo de similaridade de conceitos os seguintes elementos ontológicos: nome do conceito, sua hierarquia e suas propriedades. Outros elementos poderiam ser usados como restrições e, se for o caso, instâncias.

O problema em se utilizar dados de instâncias está na vasta aplicabilidade das ontologias. Dependendo da finalidade da ontologia, esta pode conter suas instâncias em arquivo OWL, o que seria o caso mais simples, como pode conter suas instâncias como anotações em documentos de vários formatos (HTML, XML, etc) espalhados em repositórios distintos. Neste último caso, a ontologia em si não conhece quais são as suas instâncias, pois são as instâncias que apontam para o conceito da ontologia e não o contrário. Ainda, ontologias podem simplesmente não possuir instância alguma. Segundo alguns autores (NOY, KLEIN, 2004; SHVAIKO, 2004a), ontologias são encaradas como modelos e uma vez que instâncias necessitam ser armazenadas, o nome dado é **base de conhecimento**. Por tais motivos, o uso de instâncias no cálculo de similaridade se aplica somente a um possível conjunto de ontologias e esses casos não são explorados nessa implementação, tentando ser o mais geral possível. Todavia, acreditamos que um novo trabalho pode ser realizado para utilizar dados de instâncias caso essas existam nas ontologias a serem comparadas e que este pode trazer melhoras nos resultados em comparação ao atual nos casos citados.

Cada propriedade possui funções de semelhança que analisam seu nome e tipo. Em OWL, as propriedades podem ser de dado ou objetos, representadas pelos construtores `owl:DatatypeProperty` e `owl:ObjectProperty`, respectivamente. Propriedades de dados são aquelas que não intrínsecas do conceito, isto é, que não se relacionam com outros conceitos. Por exemplo, podem ser propriedades de dados para o conceito “Pessoa”: nome, idade, tamanho, etc. Por sua vez, propriedades de objetos são aquelas que são extrínsecas ao conceito, i.e., que se relacionam com outros objetos. Para o mesmo conceito “Pessoa”, são exemplos de propriedades de objetos: “trabalha em” ou “é filho de”.

Propriedades de dados possuem tipos de dados primitivos e propriedades de objetos possuem tipo de dados como complexos, ou seja, outros conceitos da ontologia. Assim, por exemplo, a propriedade “nome”, citada anteriormente, é uma cadeia de caracteres (ou, em OWL, do tipo `xsd:string`) pois é uma propriedade de dado. Da mesma forma, as propriedades “é filho de” e “trabalha em” podem ser do tipo “Pessoa”



e “Local de Trabalho”, respectivamente; ambos os tipos são, obrigatoriamente, conceitos descritos na ontologia.

A primeira das técnicas (SHVAIKO, 2004a) que usamos como funções de semelhança é a *distância de edição* ou *distância de Levenshtein*. Esta distância recebe duas cadeias de caracteres como entrada e computa a distância entre as cadeias, i.e., que é dado pelo número mínimo de inserções, eliminações e substituições de caracteres que são necessárias para transformar uma cadeia de caracteres em outra. O nome advém do cientista Vladimir Levenshtein, que considerou esta distância em 1965. Esta distância pode ser considerada como uma generalização da distância de Hamming, usada para cadeias de caracteres com o mesmo tamanho. No nosso algoritmo, nós normalizamos a distância de edição, conforme a equação abaixo:

$$D(a,b) = \frac{\text{distanciaEdicao}(a,b)}{\max(\text{tamanho}(a), \text{tamanho}(b))}$$

#### Equação 8 – Distância de edição normalizada

Por exemplo, a distância de edição entre “porteiros” e “portaria” é 0,625, pois, para transformar a palavra “porteiros” na palavra “portaria”, são necessárias 5 operações: (1) substituir a letra “e” pela letra “a”, (2) eliminar a letra “i”, (3) inserir a letra “i” após a letra “r”, (4) substituir a última letra “o” pela letra “a” e (5) eliminar a letra “s”. Assim, temos a distância de edição igual a 5 dividido pelo tamanho da maior cadeia de caracteres que é 8, resultando no valor de 0,625.

Quanto maior a distância de edição, menor a semelhança entre as cadeias de caracteres. Assim, declaramos uma função de semelhança como:

$$F(a,b) = 1,0 - \frac{\text{distanciaEdicao}(a,b)}{\max(\text{tamanho}(a), \text{tamanho}(b))}$$

#### Equação 9 – Função de semelhança que utiliza distância de edição normalizada

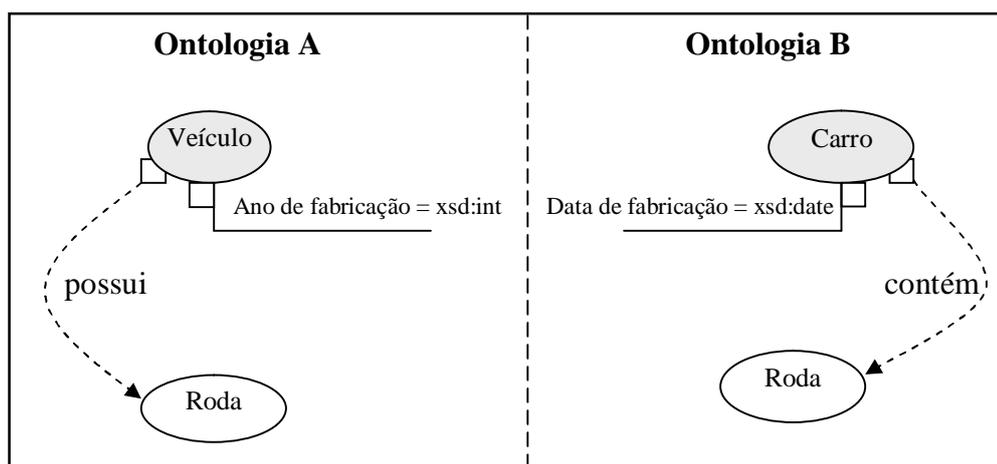
Utilizando a função de semelhança acima, o resultado de  $F(\text{porteiros}, \text{portaria})$  é igual a 0,375. Ou seja, 1 menos 0,625.

A distância de edição é utilizada para comparação de nomes de conceitos e nomes de propriedades. Também calculamos a semelhança entre os tipos das propriedades. A função de semelhança para nomes de propriedades é idêntica para



propriedades de tipo de objeto e de tipos de dados, porém a função de semelhança para tipos de propriedades é diferente para as duas. Caso as propriedades possuam como valor tipos de dados primitivos (inteiros, pontos flutuantes, etc) idênticos, então elas receberão valor de semelhança 1. Caso contrário, receberão valor de semelhança 0. Caso as propriedades sejam relacionamentos entre conceitos (propriedade de tipo de objeto), então comparamos o grau de semelhança do tipo da propriedade calculando a distância de edição entre os conceitos que essas propriedades se relacionam. Dessa forma, temos que, se duas propriedades se relacionam com conceitos que são semelhantes, então essas propriedades possuem certo grau de semelhança e, por consequência, os dois conceitos que possuem essas propriedades também possuem certo grau de semelhança.

Exemplificando as duas funções de semelhança acima, considere os conceitos “Veículo” e “Carro” de ontologias distintas. O conceito “Veículo” possui uma propriedade de tipo de dado chamada “Ano de fabricação” que recebe valores inteiros e uma propriedade de tipo de objeto chamada “possui” que se relaciona com o conceito “Roda”. Por sua vez, o conceito “Carro”, possui uma propriedade de tipo de dado chamada “Data de fabricação” que recebe valores do tipo data e uma propriedade de tipo de objeto chamada “contém” que também se relaciona com um conceito chamado “Roda”, conforme ilustra a Figura 80. Podemos calcular a função de semelhança de nome de propriedades analisando “Ano de fabricação” e “Data de fabricação”. Ao aplicarmos a distância de edição no nome dessas propriedades, encontraremos o valor  $(1 - 4 / 18) = 0,78$ ; vide Equação 9. Aplicando a função de semelhança de tipo de propriedades também em “Ano de fabricação” e “Data de fabricação”, encontraremos o valor zero (tipos de dados diferentes). A mesma função de semelhança aplicada às propriedades de tipo de objeto “possui” e “contém” retornará o valor 1 por ser o retorno da distância de edição entre os dois conceitos.



**Figura 80 – Trecho de ontologias contendo um conceito e suas propriedades**

Levamos também em consideração a hierarquia dos conceitos ao compararmos seus filhos e pais, i.e., dois conceitos não-folhas são estruturalmente semelhantes se o conjunto dos seus filhos imediatos é altamente semelhante. A mesma idéia é também usada para os pais imediatos dos conceitos. Essa função de semelhança de hierarquia analisa o contexto do conceito, ou seja, para calcular o grau de semelhança de dois conceitos A e B, é necessário calcular o grau de semelhança de seus parentes imediatos.

Nesta função, conceitos existentes nas folhas, ou seja, conceitos que não possuem filhos (subclasses), são computados com grau de semelhança total. Da mesma forma, conceitos raízes, ou seja, conceitos que não possuem pais (superclasses), são computados com grau de semelhança total. Essa análise, contudo, é feita somente para fins didáticos. Computacionalmente, não existem nós sem superclasse ou sem subclasse na linguagem OWL. Caso um conceito não possua uma superclasse definida, sua superclasse é o conceito “owl:Thing”. Da mesma forma, todos os conceitos existentes nas folhas possuem como subclasse o conceito “owl:Nothing”. Esses dois conceitos facilitam nossa análise, pois independente das ontologias a serem comparadas, sempre sabemos de antemão qual o nó mais geral (“Thing”) e o mais específico (“Nothing”) da hierarquia.

Para um exemplo simples dessa função de semelhança, considere as ontologias da Figura 81.

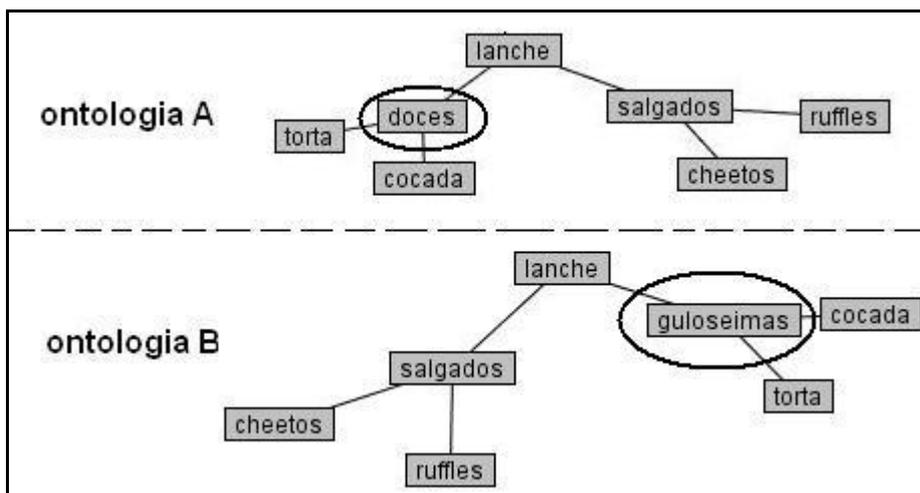


Figura 81 – Ontologias onde os conceitos marcados possuem pais e filhos iguais

Considerando que todos os conceitos possuem as mesmas propriedades, essas ontologias divergem somente quanto ao nome usado em alguns conceitos. Ao compararmos os conceitos “guloseimas” e “doces” pela função de semelhança de hierarquia, o grau de semelhança entre os conceitos é 1, dado que eles compartilham do mesmo conceito pai (“lanche”) e possuem os mesmos filhos (“cocada” e “torta”). A função de semelhança dos conceitos “lanche”, por sua vez, será um valor menor do que 1, uma vez que ambos não possuem superclasse (mostrando, assim, alta semelhança quanto às suas raízes) e as subclasses não são todas iguais: (doces, salgados) x (guloseimas, salgados). Para calcular esta função de semelhança, levamos em consideração o grau total de similaridade das subclasses e superclasse<sup>16</sup> do conceito.

O grau total de similaridade de dois conceitos é calculado através a equação abaixo, retirada dos estudos de (SOUZA, 1986). A equação é usada para avaliar a função de semelhança  $F_x$  aplicada aos pares comparáveis de elementos ontológicos “a” e “b”, usando as funções de semelhanças  $F_q$  e seus pesos associados  $W_q$ ,  $q=1,m$ , respectivamente.

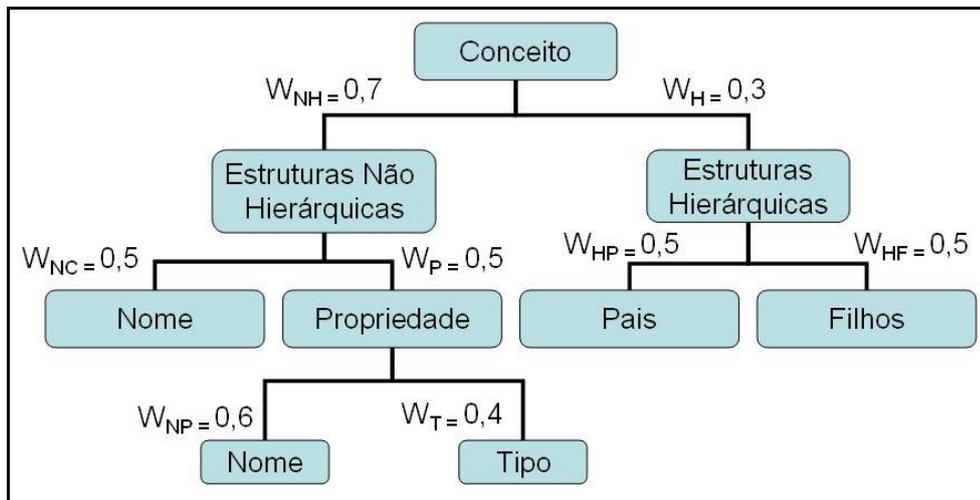
$$F_x = \sum_{q=1}^m F_q(a,b) * W_q$$

**Equação 10 – Somatório das funções de semelhança**

A Figura 82 exibe as funções de semelhança (dentro das caixas) e os pesos padrão usados para a comparação entre os conceitos. Os pesos são usados para ajustar o

<sup>16</sup> Neste trabalho, não consideramos herança múltiplas e utilizamos a subespécie OWL-DL.

algoritmo e são normalizados para somarem 1. As funções de semelhança retornam 1 para uma semelhança perfeita e um valor positivo menor para pares com menores semelhanças. A equação acima é usada para agregar a informação sobre as sub-semelhanças de baixo pra cima na árvore da figura abaixo, até a raiz. Ou seja, a semelhança final entre dois conceitos de ontologias distintas é dada pela soma das suas funções de semelhança.



**Figura 82 – Funções de semelhança e seus respectivos pesos padrão**

Por exemplo, suponha que dois conceitos sendo comparados possuam uma única propriedade, e as funções de semelhança “Nome” e “Tipo” retornaram 0,5 e 1 respectivamente. Esta informação contribuirá para o resultado da função de semelhança “Propriedade” com os pesos 0,6 e 0,4 respectivamente. Assim, a função de semelhança “Propriedade” será calculada como:  $0,5 * 0,6 + 1 * 0,4 = 0,7$ .

Para os casos onde existam mais de um elemento relacionado a ser usado na função de semelhança, ou seja, os conceitos que possuem várias propriedades ou conceitos com mais de um filho, a média do resultado das funções é usada nos casos onde ambos os lados possuem o mesmo número de elementos. Se alguma informação estiver faltando em uma das ontologias, por exemplo, o número de propriedades que os dois conceitos comparados possuem é diferente, nós utilizamos uma técnica para fazer uma média dos pesos. O objetivo é introduzir uma penalidade (equivalente a um peso negativo) que é calculado como segue, onde  $L_{min}$  e  $L_{max}$  representam o número mínimo e o número máximo de propriedades do conceito (ou filhos ou pais do conceito), respectivamente:



$$W_{media} = \frac{\sum_{K=0}^N F_k(a,b)}{L_{min} + Penalidade * (L_{max} - L_{min})}$$

**Equação 11 – Somatório das funções de semelhança com aplicação de penalidade**

A penalidade varia de zero (quando não importa a diferença no número de elementos de um conceito, resultando numa simples média aritmética dos resultados da função de semelhança) até 1 (quando a diferença no número de elementos é muito importante).

Ao analisarmos a semelhança entre dois conceitos onde cada um possui mais de uma propriedade ou que possuem mais de uma subclasse, caímos no problema de escolher quais relações serão escolhidas como relevantes. Por exemplo, imagine o conceito A e B, com respectivas subclasses [a1, a2] e [b1,b2,b3]. A função será aplicada em toda combinação de subclasse gerando, por exemplo, uma matriz como a da Tabela 9, ordenada por grau de semelhança:

**Tabela 9 - Matriz com combinações de semelhança entre entidades (SOUZA, 1986)**

a1, b2, 0.8
a2, b2, 0.7
a1, b3, 0.6
a2, b1, 0.4

O retorno dessa função pode se dar pela escolha da primeira combinação encontrada, sem repetir elementos, onde teríamos [a1, b2, 0.8] e [a2, b1, 0.4] totalizando uma semelhança de 1,20. Um algoritmo que confere todas as combinações para escolher a melhor resposta possível escolheria as combinações [a2, b2, 0.7] e [a1, b3, 0.6] totalizando 1,30. Mesmo em alguns casos retornando um valor inferior, nosso algoritmo se utiliza da primeira abordagem, pois (1) nossa principal preocupação é encontrar as maiores semelhanças entre os conceitos e encontrar um elemento muito semelhante é mais interessante do que encontrar dois elementos menos semelhantes, mesmo que a soma total das funções seja maior; além disso, (2) encontrar a resposta que retorne o



maior valor total é um problema NP completo (SOUZA, 1986) e pode ser impraticável calcular a resposta quando a quantidade de elementos for muito elevada.

Após o cálculo das semelhanças, os conceitos que satisfazem a equação abaixo são listados ao usuário como altamente similares. Nesta aplicação, consideramos o valor de  $\Omega$  como 0,7, i.e., serão listados para o usuário todos os conceitos que possuem similaridade maior do que 0,7.

$$\sum_{q=1}^N F_q(a,b) * W_q \geq \Omega$$

**Equação 12 – Regra para selecionar conceitos altamente similares**

Todos os pesos descritos nessa dissertação foram aplicados arbitrariamente. Contudo, a aplicação feita permite que o usuário altere o valor desses pesos e o valor de  $\Omega$ , ajustando os melhores valores para as ontologias usadas.

### **5.2.2 – KO: Representação do Conhecimento Científico**

A maioria dos projetos científicos adotam diferentes estratégias para representar os recursos, os sistemas e modelos utilizados, e o conhecimento acessado e criado. Em muitos casos, maiores detalhes estão no código de um programa, o que dificulta ainda mais a questão da disseminação do conhecimento e acesso ao histórico da criação daquele conhecimento.

Tentando desassociar a descrição do conhecimento do objeto em si, facilitando o seu entendimento e organização, criamos uma representação do conhecimento, foco desta seção. Esta abordagem também facilita a troca de conhecimento entre as camadas do Methexis.

Para representar o conhecimento, foi usado e ampliado o conceito de “Knowledge Objects” (KO), proposto por (MERRILL, 2000) e explicado no capítulo referente à Representação do Conhecimento Científico. Dúvidas podem surgir por esta escolha, principalmente por nos esquivarmos de propostas já existentes (e citadas no capítulo Representação do Conhecimento Científico) e dos “Learning Objects” (LO), padrão de descrição que atualmente está sendo muito utilizado e tem ganhando relevância na área de ensino. Tais dúvidas podem até mesmo se estender sobre a diferença entre a diferença dos KO e dos LO.



LO não significam a mesma coisa de KO. LO são pequenos módulos de instrução, diretamente relacionado a um conteúdo educativo, podendo ser usado ou reutilizado em atividades de aprendizado suportadas por tecnologia. Os LO são usualmente definidos para um objetivo didático, alguma informação instrucional, enquanto os KO incluem conteúdo, e não necessariamente um objetivo. Os LO combinam obrigatoriamente o conhecimento a ser aprendido com uma estratégia de apresentação, prática e manipulação do objeto, enquanto os KO são representados sem estarem acoplados necessariamente a práticas de uso, apresentação ou instruções. Os LO estão vinculados a uma estratégia de ensino e os KO não, são elementos descritivos e independentes, embora possam ser agregados e reutilizados como os LO.

Tendo em vista a nossa proposta e a necessidade de um formato de tradução e transmissão do conhecimento entre as ferramentas e camadas do Methexis, nós estendemos o conceito de “Knowledge Object” proposto por Merrill, permitindo ter mais alguns componentes importantes no cenário científico, além de contextualizar cada KO.

Contexto é tudo o que cerca a criação do conhecimento, sendo especialmente útil para a disseminação, troca, reuso ou aquisição de um conhecimento em um contexto similar. A representação do contexto, associando-o ao conhecimento criado, permite-nos entender como o conhecimento foi criado, bem como este evolui. Os possíveis contextos que vislumbramos são:

- § Comunidade – grupo de pessoas com interesses comuns, onde houve a criação do conhecimento representado pelo KO.
  - Ação – atividade executada em uma comunidade que permite a criação do conhecimento.
    - § Comunicação síncrona – como conversas em reuniões eletrônicas (“chats”) e mensagens instantâneas.
    - § Comunicação assíncrona – como em fóruns, “e-mails” e pesquisas de opiniões.
  - Colaboração oportunística – ocorre quando existe a possibilidade de colaboração, normalmente porque as partes envolvidas possuem problemas em comum. Esta colaboração costuma ser de curta duração.
  - Colaboração por similaridade de interesses – ocorre para quando pessoas estão descompromissadas com um objetivo,



tendo como preocupação apenas a aquisição de um conhecimento de interesse comum entre os membros da comunidade.

§ Projeto - Empreendimento a ser realizado dentro de determinado esquema, com a necessidade de gerar produtos ou soluções e obediência de um cronograma.

○ Processo – conjunto de atividades, tarefas, decisões e restrições que propiciaram a criação do conhecimento.

§ Atividade – Parte de um projeto.

- Tarefa – menor unidade de ação dentro de uma atividade.
- Problema – conflito ou perturbação que ocorreu na execução de uma atividade.

§ Análise Estratégica – análise realizada para definir objetivos ou metas de uma organização, setor, projeto ou carreira.

○ Decisão – Resolução tomada durante a análise.

§ Exploração de Nova Área – estudo feito em um domínio desconhecido.

§ Resolução de um Problema – na tentativa de se achar uma solução.

§ Localidade – Lugar físico onde ocorreu a criação de conhecimento.

§ Organização – Instituição, departamento, setor, grupo ou laboratório de pesquisa onde ocorreu a criação do conhecimento.

§ Tempo – Quando ocorreu a criação do conhecimento: Ano, dia, hora e minuto.

Os contextos não são apenas indicados para representar a criação do conhecimento, mas também o seu uso.

Outra modificação em relação à proposta original é o relacionamento entre o processo e a atividade (um processo tem uma ou mais atividades). Isto é útil porque um processo pode ser representado com um ou mais sub-processos, e cada um destes sub-processos pode estar incorporado em outros processos ou conjuntos de atividades. Então, para descrever esta agregação, foi introduzido este relacionamento.

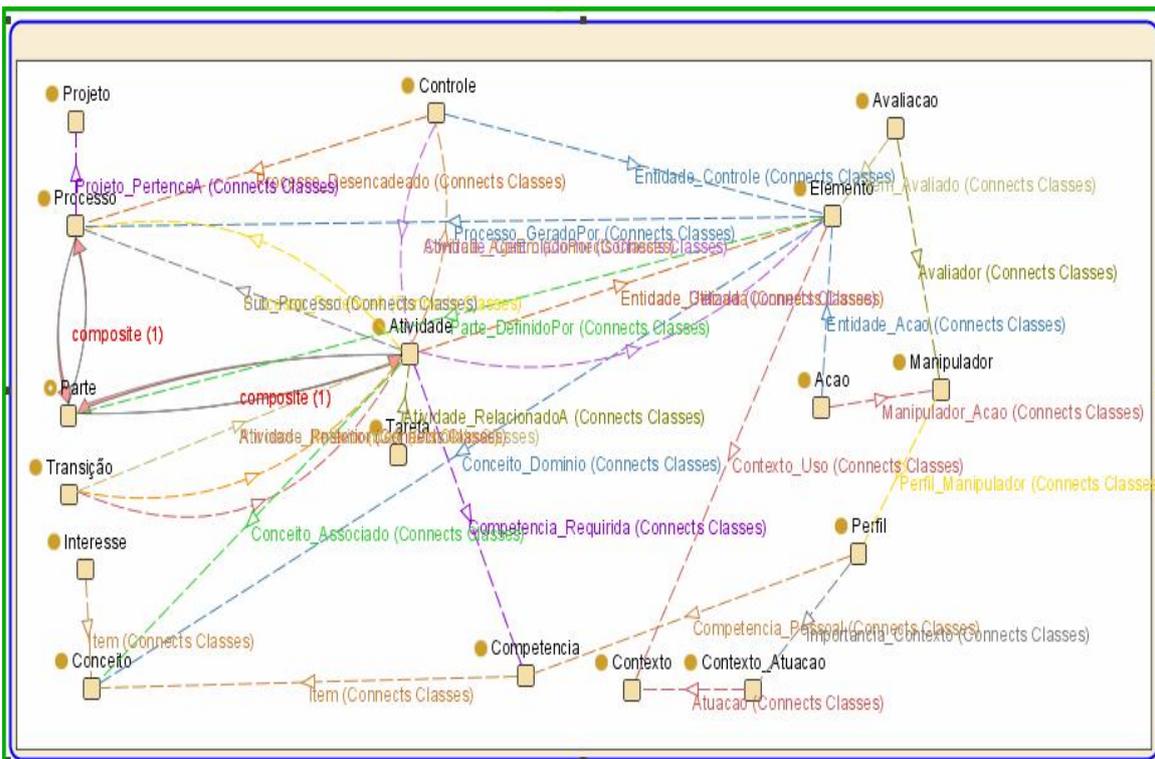
No modelo de Merrill foi encontrada uma dificuldade na representação de eventos históricos, porque tempo não é representado. Desta maneira, incorporamos propriedades relacionadas ao Tempo permitindo um rastreamento em atividades ou

processos passados e a evolução histórica. Também foram criados indicadores de localização de KO e de direção.

Outra novidade é a descrição de recursos, sejam eles de “hardware” ou “software”.

Os KO originais não possuíam formato fixo, se restringindo apenas nas associações dos conceitos. Como nosso intuito, além de facilitar a disseminação (o que exige um formato padrão para o entendimento comum), é definir uma estruturação básica para a construção de uma base de conhecimentos, objetivando assim facilitar a compreensão e permitir seu compartilhamento, optamos por representar os KO como uma ontologia conceitual, no formato OWL. Esta escolha permite o reaproveitamento de mecanismos de busca e inferência implementados por outras abordagens, além do mapeamento descrito no módulo Gnosis e reuso utilizando o COE.

A seguir, descrevemos com maiores detalhes cada conceito da ontologia, sendo que a mesma se encontra no Anexo III.



**Figura 83 – Visualização Parcial da Ontologia (Foco na Classe Elemento) – Utilizando-se a Visualização Nested View provida por Jambalaya, no Protégé 2000**

**Tabela 10 - Descrição de Elemento (Figura 83)**

Entidade:	Elemento
-----------	----------

Definição:	A entidade Elemento significa qualquer pedaço de conhecimento. É o elemento central de representação, sendo o núcleo representante de qualquer conhecimento.		
Atributo	Definição	Restrições	Relacionamento
Avaliação_Geral <sup>17</sup>	A avaliação do elemento (nota de valor inteiro).	Único	
Conceito_Domínio	Cada elemento pode estar relacionado a um ou mais conceitos de um domínio. Este atributo é o mapeamento do elemento com no mínimo um conceito de uma ontologia de domínio, podendo relacionar-se com n conceitos de domínios diferentes.	Obrigatório. Múltiplo.	Classe Conceito <sup>18</sup>
Contexto_Uso	Contextos nos quais a entidade foi utilizada.	Obrigatório. Múltiplo.	Classe Contexto
Data_Atualização	Datas das atualizações	Múltiplo.	
Data_Criação	Data da criação	Obrigatório. Único	
Descrição	Descrição, em linguagem natural, do elemento, armazenando informações do propósito, utilidade, características, definições ou outras informações relevantes para se conhecer o elemento.		
Entidade_Pai	Cada elemento pode ser criado pela agregação de outros. Este atributo armazena o elemento de origem.	Único.	Classe Elemento
Identificação	Identificação do elemento	Obrigatório. Único.	
Linguagem_Externalização	Linguagem utilizada para se representar, se explicitar o conhecimento através da sua representação em um elemento. Por exemplo, se o elemento se refere a uma apostila, este atributo armazenará a língua utilizada para escrever (português, inglês, etc). Caso seja um programa, a linguagem de programação.	Único.	
Localização	Localização física de onde está armazenado o conhecimento. Por exemplo, URL, computador + diretórios, estante, sala, etc.	Obrigatório. Múltiplo.	
Maneira_Externalização	Maneira utilizada para se externalizar o conhecimento:	Único.	

<sup>17</sup> Como pode ser visto no anexo referente à conceituação dos KOs em OWL, os nomes das classes e atributos não estão acentuadas. Foram acentuadas no texto apenas para facilitar a leitura.

<sup>18</sup> As ontologias foram criadas utilizando o Protégé 2000 e convertidas para OWL. Quando um atributo (no Protégé, representado por um “slot”) se referencia a uma classe, significa que este relacionamento é com uma instância da classe.

Entidade:	Elemento		
Definição:	A entidade Elemento significa qualquer pedaço de conhecimento. É o elemento central de representação, sendo o núcleo representante de qualquer conhecimento.		
Atributo	Definição	Restrições	Relacionamento
	material didático, “site”, livro, artigo, resultados, conversas, mapas mentais, programas de computador, etc.		
Parte_DefinidoPor	Cada elemento é representado pela trinca <Propriedade, Valor, Comportamento>. Este atributo armazena o conjunto de trincas que definem o elemento.	Obrigatório. Múltiplo.	Classe Parte
Processo_GeradoPor	Processo que o elemento é gerado	Único	Classe Projeto
Nome	Nome do elemento	Obrigatório. Único.	
Tipo	Cada elemento, dependendo da sua especialização pode ter tipos associados.	Obrigatório. Único.	

**Tabela 11 - Descrição de Conceito**

Entidade:	Conceito		
Definição:	Conceitos com os quais o elemento pode estar relacionado.		
Atributo	Definição	Restrições	Relacionamento
Domínio	Domínio da ontologia.	Obrigatório. Único.	
Identificação	Identificação do conceito na ontologia onde está sendo representado.	Obrigatório. Único.	
Linguagem	Linguagem de representação da ontologia.	Único.	
Localização	Localização física e padrão da ontologia.	Obrigatório. Único.	
Nome	Nome do conceito.	Obrigatório. Único.	
URL	Possível localização “online” onde a ontologia pode ser encontrada.	Único.	

**Tabela 12 - Descrição de Competência**

Entidade:	Competência		
Definição:	Competência e grau de “expertise” em um assunto		
Atributo	Definição	Restrições	Relacionamento
Item	Conceito de um domínio	Obrigatório. Único.	Classe Conceito
Relevância	Grau de “expertise” naquele conceito	Obrigatório. Único.	
Rapidez	Grau de rapidez na aquisição do conhecimento	Único.	

**Tabela 13 - Interesse**

Entidade:	Interesse		
Definição:	Interesse e grau de interesse em um assunto		
Atributo	Definição	Restrições	Relacionamento
Item	Conceito de um	Obrigatório.	Classe Conceito

Entidade:	Interesse		
Definição:	Interesse e grau de interesse em um assunto		
Atributo	Definição	Restrições	Relacionamento
	domínio	Único.	
Relevância	Grau de interesse naquele conceito	Obrigatório. Único.	
Rapidez	Grau de rapidez na aquisição do conhecimento	Único.	

**Tabela 14 - Descrição de Contexto\_Atuação**

Entidade:	Contexto_Atuação		
Definição:	Atuação de algo ou alguém em um contexto		
Atributo	Definição	Restrições	Relacionamento
Atuação	O contexto de atuação.	Obrigatório. Único.	Classe Contexto.
Importância	A importância do agente (humano ou não) no contexto	Obrigatório. Único.	

**Tabela 15 - Descrição de Perfil**

Entidade:	Perfil		
Definição:	Perfil de um agente, humano ou não. No caso de um agente não-humano, nem todos os atributos serão utilizados. A personalização de KOs requer saber sobre o usuário: seu grau de interesse em um assunto, o domínio que ele atua, competências, preferências de aprendizado, estilo de interação, dentre outros.		
Atributo	Definição	Restrições	Relacionamento
Competência_Pessoal	A competência pessoal é representada pelo conjunto <Conceito, Relevância e Rapidez>, ou seja, o assunto no qual a pessoa possui competência, o seu grau de “expertise” e a rapidez com que adquire novos conhecimentos no assunto. Este atributo representa o conjunto de todas as competências pessoais.	Obrigatório. Múltiplo.	Classe Competência
Grau_Interatividade	O grau de interatividade de um agente humano com outros agentes humanos.	Único.	
Interesse_Pessoal	O interesse pessoal é representado pelo conjunto <Conceito, Relevância e Rapidez>, ou seja, o assunto no qual a pessoa possui interesse, o seu grau de “expertise” e a rapidez com que adquire novos conhecimentos no assunto. Este atributo representa o conjunto	Obrigatório. Múltiplo.	Classe Interesse

Entidade:	Perfil		
Definição:	Perfil de um agente, humano ou não. No caso de um agente não-humano, nem todos os atributos serão utilizados. A personalização de KOs requer saber sobre o usuário: seu grau de interesse em um assunto, o domínio que ele atua, competências, preferências de aprendizado, estilo de interação, dentre outros.		
Atributo	Definição	Restrições	Relacionamento
	de todos os interesses pessoais.		
Kersey	Características Kersey do agente humano.	Único.	
Importância_Contexto	A importância do agente (humano ou não) em um contexto.	Múltiplo.	Classe Contexto_Atuação
Localização	O endereço do usuário e onde pode ser encontrado (por exemplo, endereços físicos, "e-mail", MSN, etc).	Múltiplo.	
MBTI	Características MBTI do agente humano.	Único.	

**Tabela 16 - Descrição de Manipulador**

Entidade:	Manipulador		
Definição:	Este componente representa todos (usuários) ou tudo (sistemas) que manipulam, criam, acessam ou usam um elemento. Na abordagem de Merrill, este componente pode ser representado pela própria entidade. Neste caso, o conceito foi representado de maneira diferenciada da entidade para se rastrear informação como o tipo de conhecimento que está sendo utilizado por um usuário ou sistema.		
Atributo	Definição	Restrições	Relacionamento
Categoria_Manipulador	Pode ser dividido em "humano" ou "ambiente computacional".	Único.	
Descrição	Descrição do agente manipulador.	Único.	
Identificação	Identificação do manipulador	Obrigatório. Único.	
Nome	Nome do agente.	Obrigatório. Único.	
Perfil_Manipulador	Representa o perfil do agente manipulador. No caso do agente ser um ambiente computacional, o único atributo a ser preenchido é Importância_Contexto	Único.	Classe Perfil
Tipo_Manipulador	Existem 3 tipos de manipuladores: i)usuário – aquele que usa um elemento, seja um ambiente computacional ou uma pessoa, ii)proprietário - aquele que tem direitos sobre um elemento, seja um ambiente computacional ou um humano, iii)criador- aquele que criou o	Único.	

Entidade:	Manipulador		
Definição:	Este componente representa todos (usuários) ou tudo (sistemas) que manipulam, criam, acessam ou usam um elemento. Na abordagem de Merrill, este componente pode ser representado pela própria entidade. Neste caso, o conceito foi representado de maneira diferenciada da entidade para se rastrear informação como o tipo de conhecimento que está sendo utilizado por um usuário ou sistema.		
Atributo	Definição	Restrições	Relacionamento
	elemento, pode ser um sistema (caso o elemento tenha sido criado automaticamente) ou uma pessoa.		

**Tabela 17 - Descrição de Ação**

Entidade:	Ação		
Definição:	As possíveis ações de um manipulador sobre um elemento.		
Atributo	Definição	Restrições	Relacionamento
Entidade_Ação.	A entidade que sofreu a ação (ou conjunto de ações).	Obrigatório. Único	Classe Elemento
Manipulador_Ação	O manipulador que executou a ação (ou conjunto de ações).	Obrigatório. Único.	Classe Manipulador
Tipo_Ação	As possíveis ações realizadas são: Criação, Busca e Visualização, Edição, Remoção, Avaliação.	Obrigatório. Múltiplo.	

**Tabela 18 - Descrição de Avaliação**

Entidade:	Avaliação		
Definição:	Avaliação de um manipulador sobre uma entidade		
Atributo	Definição	Restrições	Relacionamento
Avaliador	Quem está avaliando uma entidade.	Único	Classe Manipulador
Item_Avaliado	O item avaliado	Único	Classe Elemento
Nota	A avaliação em si (nota, valor inteiro).	Único	

**Tabela 19 - Descrição de Projeto**

Entidade:	Projeto		
Definição:	Projeto que utiliza ou cria elementos		
Atributo	Definição	Restrições	Relacionamento
Data_Fim	Data real de término do projeto.	Único	
Data_Início	Data real de início do projeto.	Único	
Descrição	Descrição do projeto	Único	
Estado	Estado atual do projeto. Os possíveis estados de um projeto são: em análise, aceito, em execução, finalizado, interrompido.	Único	
Fim_Previsto	Data prevista para o fim	Único	

Entidade:	Projeto		
Definição:	Projeto que utiliza ou cria elementos		
Atributo	Definição	Restrições	Relacionamento
	do projeto.		
Identificação	Identificação do projeto	Obrigatório. Único	
Início_Previsto	Data prevista para o início do projeto.	Único	
Financiador	Órgão que está financiando o projeto	Único	
Localização	Localização do projeto.	Obrigatório. Único	
Nome	Nome do projeto.	Obrigatório. Único	
Responsável	Responsável do projeto.	Único	
Sigla	Sigla do projeto.	Único	
URL	Site do projeto.	Único	

**Tabela 20 - Descrição de Processo**

Entidade:	Processo		
Definição:	Processos criados e executados no cenário científico.		
Atributo	Definição	Restrições	Relacionamento
Condição	Para a execução de um processo, às vezes, torna-se necessária que uma condição seja obedecida, como o valor de uma propriedade de um elemento. Este atributo representa tal condição.	Único	Classe Valor
Conseqüência	Ao término de um processo, um determinado elemento pode ser alterado. Este atributo representa o valor alterado de uma propriedade de um elemento.	Único	Classe Valor
Data_Atualização	Datas das atualizações dos processos.	Múltiplo.	
Data_Criação	Data da criação do processo.	Obrigatório. Único.	
Data_Fim	Data real de finalização do processo.	Único.	
Data_Início	Data real do início do processo.	Único.	
Descrição	Descrição do processo.	Único.	
Estado	Estado de vida do processo. Os possíveis estados de um processo são: iniciado, em execução, finalizado, interrompido.	Único.	
Fim_Previsto	Data prevista para o término do processo.	Único.	
Identificação	Identificação do processo.	Obrigatório. Único.	
Início_Previsto	Data prevista para o início do processo.	Único.	
Nome	Nome do processo.	Obrigatório. Único.	
Processo_Desencadeado	Processo desencadeado ao término deste.	Único.	Classe Processo

Entidade:	Processo		
Definição:	Processos criados e executados no cenário científico.		
Atributo	Definição	Restrições	Relacionamento
Processo_Pai	Super processo, processo que engloba este.	Único.	Classe Processo
Projeto_PertenceA	Projeto que este processo pertence.	Único.	Classe Projeto
Tipo_Processo	Tipo do processo.	Único.	

**Tabela 21 - Descrição de Controle**

Entidade:	Controle		
Definição:	Unidade, controlada por uma atividade, que desencadeará um processo.		
Atributo	Definição	Restrições	Relacionamento
Atividade_ControladoPor	Atividade que aciona o controle. Uma controle pode ser controlado por mais de uma atividade.	Obrigatório. Múltiplo.	Classe Atividade
Descrição	Descrição do controle.	Único.	
Entidade_Controle	O controle pode ser definido como um próprio elemento, podendo ser um conhecimento científico ou recurso.	Único.	Classe Elemento
Identificação	Identificação do controle.	Obrigatório. Único.	
Nome	Nome do controle.	Obrigatório. Único.	
Processo_Desencadeado	Processo que é desencadeado pelo controle.	Único.	Classe Processo

**Tabela 22 - Descrição de Atividade**

Entidade:	Atividade		
Definição:	Atividade de um processo.		
Atributo	Definição	Restrições	Relacionamento
Competência_Requerida	Competências necessárias para a execução de uma atividade.	Múltiplo.	Classe Competência
Conceito_Associado Classe Conceito	Áreas de um domínio que esta atividade pode estar associada.	Múltiplo.	
Condição	Para a execução de uma atividade, às vezes, torna-se necessária que uma condição seja obedecida, como o valor de uma propriedade de um elemento. Este atributo representa tal condição.	Único.	Classe Valor
Conseqüência	Ao término de uma atividade, um determinado elemento	Único.	Classe Valor



Entidade:	Atividade		
Definição:	Atividade de um processo.		
Atributo	Definição	Restrições	Relacionamento
	pode ser alterado. Este atributo representa o valor alterado de uma propriedade de um elemento.		
Controle_AgeEm	Significa o controle que será acionado por esta atividade.	Único.	Classe Controle
Data_Fim	Data real de término da atividade.	Único.	
Data_Início	Data real de início da atividade.	Único.	
Descrição	Descrição da atividade.	Único.	
Estado	O estado atual da atividade. O estado pode ser iniciado, em execução, interrompido ou finalizado.	Único.	
Fim_Previsto	Data prevista de término da atividade.	Único.	
Identificação	Identificação da atividade.	Obrigatório. Único.	
Início_Previsto	Data prevista para o início da atividade.	Único.	
Nome	Nome da atividade.	Obrigatório. Único.	
Processo_PertenceA	Processo o qual a atividade pertence.	Único.	Classe Processo
Entidade_Gerada	Recursos gerados ao término da atividade.	Múltiplo.	Classe Entidade
Entidade_Utilizada	Recursos utilizados na execução da atividade.	Múltiplo.	Classe Entidade
Sub-Processo	Uma atividade pode ser um sub-processo. Neste caso, este atributo indica qual é o sub-processo.	Único.	Classe Processo
Tipo_Atividade	Indica o tipo da atividade (por exemplo, "Limpeza de Dados").	Único.	

**Tabela 23 - Descrição de Parte**

Entidade:	Parte
Definição:	É o conjunto de propriedades, seus valores e possíveis comportamentos associados e é especializada nas classes PROPRIEDADE, VALOR e COMPORTAMENTO.

**Tabela 24 - Descrição de Propriedade**

Entidade:	Propriedade		
Definição:	Propriedade de um elemento.		
Atributo	Definição	Restrições	Relacionamento
Descrição	Descrição da propriedade.	Único.	
Nome	Nome da propriedade.	Único. Obrigatório.	

**Tabela 25 - Descrição de Valor**

Entidade:	Valor		
Definição:	Valor de uma propriedade.		
Atributo	Definição	Restrições	Relacionamento
Atividade_AlteradoPor	A atividade que alterou o valor de uma propriedade de um elemento.	Único.	Classe Atividade
Data	Data da alteração.	Único.	
Medida_Utilizada	Medida utilizada para mensurar o valor.	Único.	
Processo_AlteradoPor	O processo que alterou o valor de uma propriedade de um elemento.	Único.	Classe Processo
Propriedade_Associada	Propriedade que o valor se refere.	Único.	Classe Propriedade
Valor_Anterior	Valor anterior.	Único.	
Valor_Obtido	Valor atual.	Único.	

**Tabela 26 - Descrição de Comportamento**

Entidade:	Comportamento		
Definição:	Comportamento obtido após a alteração de um valor de uma propriedade de um elemento.		
Atributo	Definição	Restrições	Relacionamento
Comportamento_Anterior	Comportamento anterior.	Único.	
Comportamento_Obtido	Comportamento atual.	Único.	
Data	Data da alteração.	Único.	
Descrição	Descrição do comportamento.	Único.	
Valor_Associado	Valor que ocasionou a alteração do comportamento.	Único.	Classe Valor

**Tabela 27 - Descrição de Contexto**

Entidade:	Contexto		
Definição:	Definição do contexto com o qual o elemento está associado.		
Atributo	Definição	Restrições	Relacionamento
Contexto_Pai	Contexto que originou este.	Único.	Classe Contexto
Tipo_Contexto	O tipo de contexto	Único.	

**Tabela 28 - Descrição de Transição**

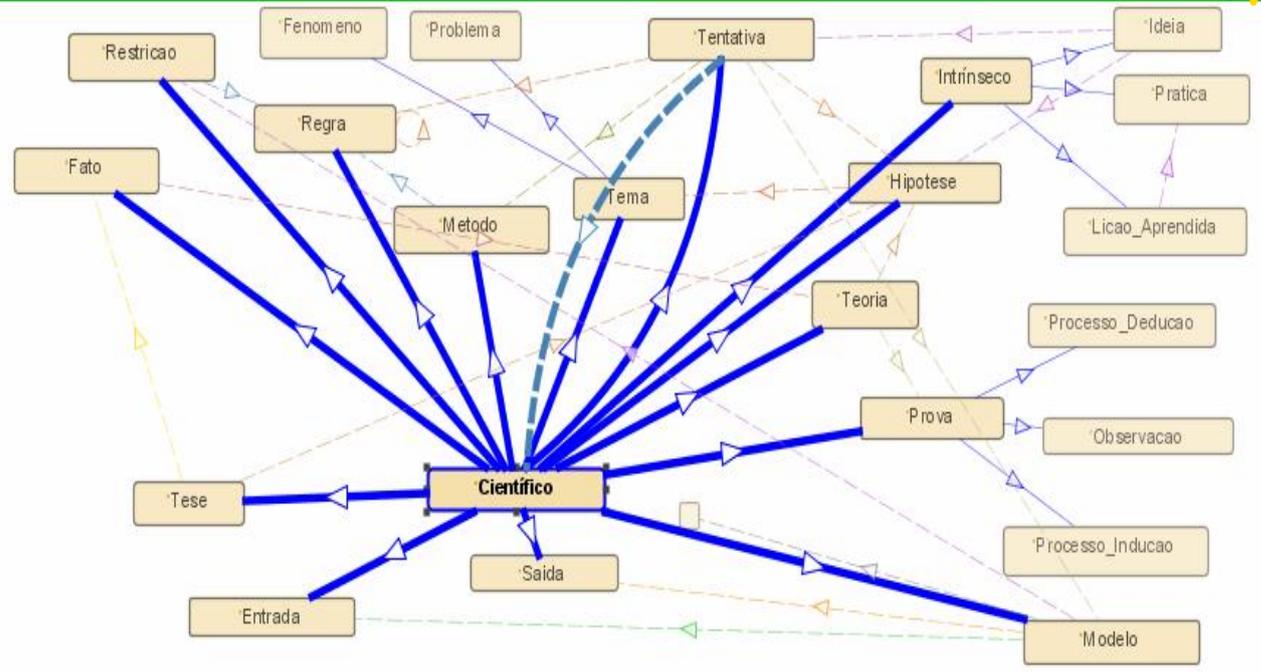
Entidade:	Transição		
Definição:	Mapeia a transição de uma atividade para outra em um processo.		
Atributo	Definição	Restrições	Relacionamento
Atividade_Anterior		Único.	Classe Atividade
Atividade_Posterior		Único.	Classe Atividade
Nome		Obrigatório. Único.	
Processo_PertencenteA		Único.	Classe Processo

**Tabela 29 - Descrição de Tarefa**

Entidade:	Tarefa		
Definição:	Uma atividade pode ter uma ou mais tarefas. A tarefa é a unidade mais granular de um processo.		
Atributo	Definição	Restrições	Relacionamento

Entidade:		Tarefa	
Definição:		Uma atividade pode ter uma ou mais tarefas. A tarefa é a unidade mais granular de um processo.	
Atributo	Definição	Restrições	Relacionamento
Atividade_RelacionadoA	Atividade que a tarefa pertence.	Único.	Classe Atividade
Data_Atualização	Data de atualização da tarefa	Único.	
Data_Criação	Data da criação da tarefa.	Obrigatório. Único.	
Data_Fim	Data real de finalização da tarefa.	Único.	
Data_Início	Data real de início da tarefa.	Único.	
Descrição	Descrição da tarefa.	Único.	
Estado	Estado atual da tarefa. Os possíveis estados são: Criado, Em Execução, Interrompido, Finalizado.	Único.	
Executor	Agente (humano ou não) que executará a tarefa.	Único.	
Fim_Previsto	Data prevista para o término da tarefa.	Único.	
Identificação	Identificação da tarefa.	Obrigatório. Único.	
Início_Previsto	Data prevista para o início da tarefa.	Único.	
Nome	Nome da tarefa.	Obrigatório. Único.	
Prioridade	Prioridade de execução da tarefa.	Único.	
Qtd_HorasPrev	Quantidade de horas previstas para a execução da tarefa.	Único.	
Qtd_HorasReal	Quantidade de horas gastas para a execução da tarefa.	Único.	

A partir daqui serão explicados os KOs referentes às especializações do conceito “Científico” (que é representado pela classe abstrata Científico), como visto em Figura 84. Vale lembrar, que por ser um conceito que é especialização de Entidade, ele e todos os seus sub-conceitos herdam as propriedades de Entidade.



**Figura 84 -Visualização Parcial da Ontologia (Foco na Classe Científico) – Utilizando-se a Visualização Nested View provida por Jambalaya, no Protégé 2000**

**Tabela 30 - Descrição de Intrínseco**

Entidade:	Intrínseco (Classe Abstrata)
Definição:	Este tipo de elemento é especializado em Prática, Idéia e Lição Aprendida.

**Tabela 31 - Descrição de Prática**

Entidade:	Prática		
Definição:	Iniciativas, atividades ou processos que são conhecidos que são considerados principais - pelo seu desempenho, organização ou clareza - que podem ser seguidos como padrão.		
Atributo	Definição	Restrições	Relacionamento
Projeto_PertencenteA	Projeto que criou ou utiliza a prática.	Único	Classe Projeto
Gasto	Gasto financeiro, em moeda corrente, para implantação da prática	Único	
Data_Fim	Data real de fim da implantação da prática.	Único	
Data_Início	Data real de início da implantação da prática.	Único	
Início_Previsto	Início previsto para implantação da prática.	Único	
Fim_Previsto	Fim previsto para implantação da prática.	Único	
Tempo_Implantação	Tempo, em horas, para a implantação da prática.	Único	
Motivo	Motivo para uso da prática	Único	

Uma prática pode ser descrita conforme metodologia dos 5W1H, uma maneira simples de padronização para descrição da prática (“what”), motivo (“why”), onde foi aplicada (“where”), quem a aplicou (“who”) e os procedimentos de aplicação (“how”). A descrição (“what”) e os procedimentos de aplicação (“how”) são descritos nos atributos Nome (juntamente com Descrição) e Processo\_GeradoPor, herdados de Entidade.

**Tabela 32 - Descrição de Idéia**

Entidade:	Idéia		
Definição:	Elaboração intelectual; concepção		
Atributo	Definição	Restrições	Relacionamento
Originado_Por	Qualquer conhecimento que originou a idéia	Múltiplo. Obrigatório.	Classe Elemento
Desencadeia	Uma idéia pode desencadear vários acontecimentos, como uma nova hipótese, uma nova tentativa de solução de um problema, um processo (por exemplo, um experimento) ou até mesmo um novo projeto (como uma tese).	Múltiplo.	Classe Hipótese Classe Tentativa Classe Processo Classe Projeto

**Tabela 33 - Descrição de Lição Aprendida**

Entidade:	Lição Aprendida		
Definição:	Conhecimento aprendido através da observação, vivência ou internalização de uma ou mais práticas.		
Atributo	Definição	Restrições	Relacionamento
Pratica_BaseadoEm	Conjunto de práticas que geraram a lição aprendida.	Obrigatório. Múltiplo.	Classe Prática
Lição_AplicadoEm	Onde foi aplicado, podendo ser um projeto ou um processo.	Múltiplo	Classe Processo Classe Projeto

**Tabela 34 - Descrição de Fato**

Entidade:	Fato		
Definição:	Aquilo que realmente existe, que é real.		
Atributo	Definição	Restrições	Relacionamento
Comprovado_Por	Conjunto de teorias que comprovam o fato.	Obrigatório. Múltiplo.	Classe Teoria

**Tabela 35 - Descrição de Teoria**

Entidade:	Teoria		
Definição:	Teoria científica corresponde ao sistema organizado de práticas e conceitos que explicam um conjunto de fenômenos ou leis que podem ser examinados por meio de experiências reprodutíveis ou observações de fenômenos naturais. Uma teoria científica é o maior grau de comprovação que uma hipótese pode alcançar, sendo considerada o conhecimento mais confiável no presente momento sobre o tema que se trata.		
Atributo	Definição	Restrições	Relacionamento

Entidade:	Teoria		
Definição:	Teoria científica corresponde ao sistema organizado de práticas e conceitos que explicam um conjunto de fenômenos ou leis que podem ser examinados por meio de experiências reproduzíveis ou observações de fenômenos naturais. Uma teoria científica é o maior grau de comprovação que uma hipótese pode alcançar, sendo considerada o conhecimento mais confiável no presente momento sobre o tema que se trata.		
Atributo	Definição	Restrições	Relacionamento
Hipótese_Comprova	A hipótese que a teoria comprova	Obrigatório. Único.	Classe Hipótese
Prova_ComprovadoPor	Conjunto de provas que comprovam que a teoria é verdadeira.	Obrigatório. Múltiplo.	Classe Prova

**Tabela 36 - Descrição de Prova**

Entidade:	Prova (Classe Abstrata)		
Definição:	Aquilo que atesta a veracidade ou a autenticidade de alguma coisa; demonstração evidente. Pode ser uma observação (representada pela Classe Observação), um processo de dedução (representado pela Classe Processo_Dedução) ou ainda por um processo de indução (representado pela Classe Processo_Indução)		

**Tabela 37 - Descrição de Observação**

Entidade:	Observação		
Definição:	Método de investigação em que o pesquisador procura integrar-se ao grupo estudado, vivendo junto a este e participando de suas atividades por período relativamente prolongado, como se fosse um de seus membros (quando possível), de modo a captar com maior riqueza de detalhes a vida do grupo estudado e minimizar a influência de sua presença sobre este.		
Atributo	Definição	Restrições	Relacionamento
Data_Fim	Data real de término da observação.	Único	
Data_Início	Data real de início da observação.	Único	
Fim_Previsto	Término previsto.	Único	
Início_Previsto	Início previsto	Único	
Resultado	Resultado da observação.	Único	

**Tabela 38 - Descrição de Processo\_Dedução**

Entidade:	Processo_Dedução		
Definição:	Dedução é uma inferência que parte do universal para o mais particular.		
Atributo	Definição	Restrições	Relacionamento
Processo_ConjuntoDe	Conjunto de processos que representam a(s) dedução(ões) viáveis.	Obrigatório. Múltiplo.	Classe Processo.

**Tabela 39 - Descrição de Processo\_Indução**

Entidade:	Processo_Indução		
Definição:	Raciocínio cuja conclusão é uma proposição universal e necessária que se estabelece pelo exame de todos os objetos de uma classe.		
Atributo	Definição	Restrições	Relacionamento
Processo_ConjuntoDe	Conjunto de processos que representam a(s) indução(ões) viáveis.	Obrigatório Múltiplo	

**Tabela 40 - Descrição de Tese**

Entidade:	Tese		
-----------	------	--	--

Definição:	Hipótese que passou a ser suportada por fatos ainda sem ser confirmada por pesquisas independentes.		
Atributo	Definição	Restrições	Relacionamento
Hipótese_Comprova	A hipótese que a tese está relacionada	Obrigatório. Único.	Classe Hipótese
Fato_ConjuntoDe	Conjunto de fatos que comprovam a hipótese.	Obrigatório. Múltiplo.	Classe Fato

**Tabela 41 - Descrição de Hipótese**

Entidade:	Hipótese		
Definição:	Suposição que orienta uma investigação.		
Atributo	Definição	Restrições	Relacionamento
Flag_Comprovada	Flag que indica se a hipótese foi comprovada ou não.	Obrigatório. Único.	
Tema_RelacionadoA	Tema a que se refere a hipótese.	Obrigatório. Único.	Classe Tema.

**Tabela 42 - Descrição de Tema**

Entidade:	Tema (Classe Abstrata)		
Definição:	Proposição que vai ser tratada ou demonstrada. Pode ser dividida em um fenômeno (representada pela Classe Fenômeno) ou um problema (representada pela Classe Problema).		

**Tabela 43 - Descrição de Problema**

Entidade:	Problema		
Definição:	Qualquer questão que dá margem a hesitação ou perplexidade, por difícil de explicar ou de resolver.		
Atributo	Definição	Restrições	Relacionamento
Causa	Causa do problema, caso não tenha sido um processo	Único.	
Conseqüência_Problema	Conseqüências obtidas, em decorrência do problema.	Único.	
Data_Fim	Data de término do fenômeno.	Único.	
Data_Início	Data de início do fenômeno.	Único.	

**Tabela 44 - Descrição de Fenômeno**

Entidade:	Fenômeno		
Definição:	Ocorrência de natureza moral ou social.		
Atributo	Definição	Restrições	Relacionamento
Data_Fim	Data de término do fenômeno.	Único.	
Data_Início	Data de início do fenômeno.	Único.	
Frequência_Ocorrência	Frequência, se tiver, da ocorrência.	Único.	

**Tabela 45 - Descrição de Tentativa**

Entidade:	Tentativa		
Definição:	Tentativa de comprovação de uma hipótese.		
Atributo	Definição	Restrições	Relacionamento
Conhecimento_Gerado	Cada tentativa pode gerar novos	Múltiplo	Classe Científico

Entidade:	Tentativa		
Definição:	Tentativa de comprovação de uma hipótese.		
Atributo	Definição	Restrições	Relacionamento
	conhecimentos científicos.		
Data_Fim	Data de término da tentativa.	Único.	
Data_Início	Data de início do tentativa.	Único.	
Hipótese_Comprova	A hipótese que a tentativa está relacionada	Obrigatório. Único.	Classe Hipótese
Flag_Sucesso	Indica se a tentativa ou bem sucedida ou não	Obrigatório. Único.	
Método_Usado	Método usado para a condução da tentativa.	Único.	Classe Método.
Modelo_ConjuntoDe	Conjunto de modelos utilizados.	Múltiplo.	Classe Modelo
Processo_ConjuntoDe	Conjunto de processos que compõem a tentativa.	Obrigatório. Múltiplo.	Classe Processo

**Tabela 46 - Descrição de Regra**

Entidade:	Regra		
Definição:	Conjunto de leis formais de prescrições e proibições.		
Atributo	Definição	Restrições	Relacionamento
Exceção	Exceção possível para uma regra.	Único.	Classe Regra
Correlation_Engine	Máquina para se fazer as correlações.	Único.	

**Tabela 47 - Descrição de Método**

Entidade:	Método		
Definição:	É um conjunto de regras básicas para um cientista desenvolver uma tentativa de solução (experiência) a fim de produzir conhecimento, bem como corrigir e integrar conhecimentos pré-existentes.		
Atributo	Definição	Restrições	Relacionamento
Regra_ConjuntoDe	Conjunto de regras que fazem o método.	Múltiplo	Classe Regra

**Tabela 48 - Descrição de Entrada**

Entidade:	Entrada		
Definição:	Parâmetros de entrada para um modelo.		
Atributo	Definição	Restrições	Relacionamento
Elemento_ConjuntoDe	Conjunto de elementos que são parâmetros de entrada de um modelo (vale lembrar que o elemento, além de toda a parte descritiva, também possui propriedades, valores e comportamento, associando as medidas e grandezas utilizadas).	Obrigatório. Múltiplo.	Classe Elemento

**Tabela 49 - Descrição de Saída**

Entidade:	Saída		
Definição:	Parâmetros de saída para um modelo.		
Atributo	Definição	Restrições	Relacionamento
Elemento_ConjuntoDe	Conjunto de elementos que são parâmetros de saída de um modelo (vale lembrar que o elemento, além de toda a parte descritiva, também possui propriedades, valores e comportamento, associando as medidas e grandezas utilizadas).	Obrigatório. Múltiplo.	Classe Elemento

**Tabela 50 - Descrição de Restrição**

Entidade:	Restrição		
Definição:	Parâmetros de saída para um modelo.		
Atributo	Definição	Restrições	Relacionamento
Expressão		Único.	
Regra_ConjuntoDe	Conjunto de regras que satisfazem a restrição.	Obrigatório. Único.	Classe Regra

**Tabela 51 - Descrição de Modelo**

Entidade:	Modelo		
Definição:	Representação ou interpretação simplificada da realidade.		
Atributo	Definição	Restrições	Relacionamento
Implementado_Por	Conjunto de sistemas que o implementam	Múltiplo	Classe Software
Processo_ConjuntoDe	Conjunto de processos que compõem a modelo.	Obrigatório. Múltiplo.	Classe Processo
Input	Entradas do modelo	Múltiplo	Classe Entrada
Output	Saídas do modelo	Múltiplo	Classe Saída
Restrição_ConjuntoDe	Conjunto de restrições para se executar o modelo	Único	Classe Restrição

A partir daqui serão explicados os KO referentes as especializações do conceito “Recurso” (que é representado pela classe abstrata Científico). Vale lembrar, que por ser um conceito que é especialização de Entidade, ele e todos os seus sub-conceitos herdam as propriedades de Entidade. Esta parte foi baseada na classificação de sintomas proposta por PERAZOLO (2005)

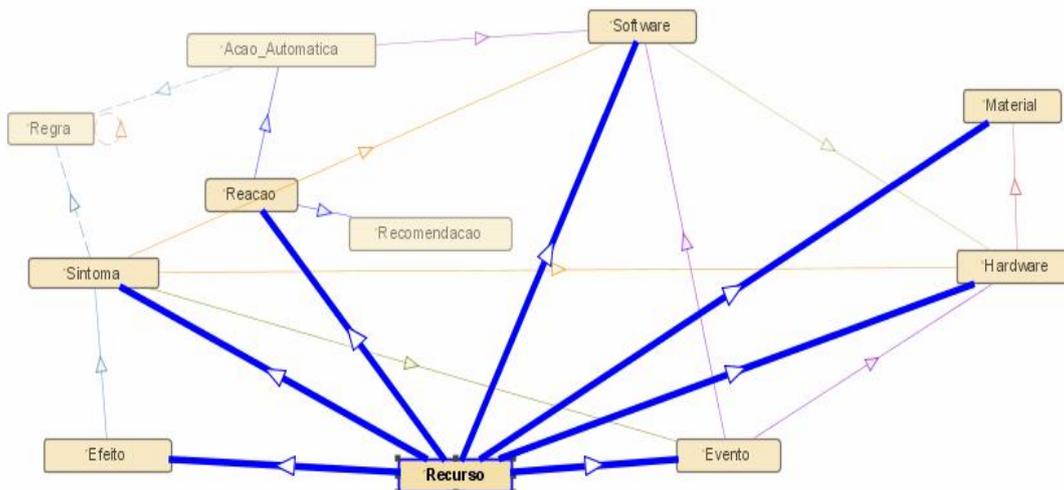


Figura 85 - Visualização Parcial da Ontologia (Foco na Classe Recurso) – Utilizando-se a Visualização Nested View provida por Jambalaya, no Protégé 2000

Tabela 52 - Descrição de Sintoma

Entidade:	Sintoma		
Definição:	Sinais ou indícios de um possível problema.		
Atributo	Definição	Restrições	Relacionamento
Ciclo_de_Vida	Estado de vida do sintoma.	Único.	
Evento_ConjuntoDe	Conjunto de eventos que estão relacionados ao sintoma.	Obrigatório. Múltiplo.	Classe Evento
Prioridade	Prioridade do sintoma em relação aos demais.	Único.	
Regra_ConjuntoDe	Conjunto de regras que definem o sintoma.	Obrigatório. Múltiplo.	Classe Regra
Gerado_Em	O recurso de “software” ou de “hardware” que terá um possível problema em decorrência dos sintomas detectados.	Obrigatório. Múltiplo.	Classe Software Classe Hardware

Tabela 53 - Descrição de Evento

Entidade:	Evento		
Definição:	Qualquer acontecimento ocasionado por um “software” ou “hardware”		
Atributo	Definição	Restrições	Relacionamento
Gerado_Por	Relaciona quem gerou o evento, seja um recurso de “software” ou de “hardware”.	Obrigatório. Múltiplo.	Classe Software Classe Hardware

Tabela 54 - Descrição de Efeito

Entidade:	Efeito		
Definição:	Resultado de um ou mais sintomas.		
Atributo	Definição	Restrições	Relacionamento
Flag_Problema	Indica se o efeito é um	Obrigatório.	

Entidade:	Efeito		
Definição:	Resultado de um ou mais sintomas.		
Atributo	Definição	Restrições	Relacionamento
	problema. Caso contrário é apenas um incidente.	Único.	
Sintoma_ConjuntoDe	Conjunto de sintomas que desencadearam o efeito	Obrigatório. Múltiplo.	Classe Sintoma
Probabilidade	Probabilidade do efeito ocorrer com os sintomas apresentados.	Único.	

**Tabela 55 - Descrição de Reação**

Entidade:	Reação (Classe Abstrata)		
Definição:	Resposta a um efeito. Pode ser automática, executada por um programa, ou manual (executada por um agente humano). No caso de ser automática, a reação é identificada pela classe Ação_Automática, caso contrário, pela classe Recomendação		

**Tabela 56 - Descrição de Recomendação**

Entidade:	Recomendação		
Definição:	Conjunto de ações sugeridas para um agente humano consertar um determinado problema ou incidente.		
Atributo	Definição	Restrições	Relacionamento
Elemento_ConjuntoDe	Conjunto de elementos	Obrigatório. Único.	Classe Elemento
Flag_Sucesso	Indica se a recomendação foi válida ou não	Único.	

**Tabela 57 - Descrição de Ação Automática**

Entidade:	Ação_Automática		
Definição:	Conjunto de ações executadas automaticamente para consertar um determinado problema ou incidente.		
Atributo	Definição	Restrições	Relacionamento
Código_Executado	Código executado para a geração da solução	Único.	Classe Software
Regra_ConjuntoDe	Conjunto de regras que podem ser executadas.	Múltiplo.	Classe Regra

**Tabela 58 - Descrição de "Software"**

Entidade:	Software		
Definição:	Qualquer programa ou conjunto de programas de computador		
Atributo	Definição	Restrições	Relacionamento
Input	Entradas do modelo	Múltiplo.	Classe Entrada
Output	Saídas do modelo	Múltiplo.	Classe Saída
Custo	Custo de uso ou de compra do software	Único.	
Tempo_Uso	Tempo de Uso	Único.	
Flag_Aluguel	Indica se o uso do "software" é mediante aluguel, via provedor de serviços	Único.	
Flag_SwLivre	Indica se o programa é código livre	Único.	
Qualidade	Indicador de qualidade	Único.	

Entidade:	Software		
Definição:	Qualquer programa ou conjunto de programas de computador		
Atributo	Definição	Restrições	Relacionamento
Tamanho	Tamanho em Kbytes	Único.	
Fornecedor	Fornecedor do "software"	Único.	
Plataforma_Instalada	Indica o maquinário no qual o sistema está instalado.	Único.	Classe Hardware

**Tabela 59 - Descrição de "Hardware"**

Entidade:	Hardware		
Definição:	Componente, ou conjunto de componentes físicos de um computador ou de seus periféricos.		
Atributo	Definição	Restrições	Relacionamento
Configuração	Configuração atual do recurso	Único	
Custo	Custo de uso ou de compra do hardware.	Único.	
Tempo_Uso	Tempo de Uso	Único.	
Vida_Útil	Vida útil do dispositivo	Único	
Flag_Aluguel	Indica se o uso do "hardware" é mediante aluguel.	Único.	
Qualidade	Indicador de qualidade	Único.	
Tamanho	Tamanho em cm <sup>3</sup>	Único.	
Peso	Peso do dispositivo	Único	
Fornecedor	Fornecedor do "software"	Único.	
Material_Utilizado	Conjunto de materiais utilizados na construção do "hardware".	Múltiplo.	Classe Material

**Tabela 60 - Descrição de Material**

Entidade:	Material		
Definição:	Conjunto dos elementos que constituem algo.		
Atributo	Definição	Restrições	Relacionamento
Fornecedor	Fornecedor do "material"	Único.	

Vale lembrar que existem outras representações do conhecimento científico, como mostrado no capítulo de Conhecimento (seção Representação do Conhecimento Científico).

### 5.2.3 – K-Algebra

A K-Algebra é uma álgebra que oferece operações para se manipular uma ontologia (Tabela 61) ou mapeamentos entre ontologias (Tabela 62). Um protótipo para avaliar as operações foi feito, como mostram a Figura 86 e Figura 87.

Por motivo de espaço, aqui está uma descrição sucinta de suas operações. Muitas destas operações foram baseadas na Álgebra Relacional. Cada operação da K-Algebra resulta em um elemento ontológico (classe ou relacionamento).

### Operações sobre uma ontologia

Tabela 61 - Operações da K-Algebra em uma ontologia

Operação	Entrada	Saída
Projeção	Projeção <classe, propriedade>	Instâncias da classe, apenas com as propriedades.
Seleção	Seleção <classe, propriedades, operador, valor>  Operadores válidos:  =, >, >=, <>, <=, <, hasChildren (neste caso, retorna os filhos), hasParents (retorna os pais).	Instâncias da classe que obedecem à condição.
União	União(conjunto de instâncias)	Após encontrar as instâncias iguais, cria-se a relação <owl: equivalentClass> entre as classes. A comparação feita é analisando todos as propriedades.
Junção	Junção(conjunto de instâncias)	Após encontrar as instâncias iguais, cria-se a relação <owl: sameAs> entre as instâncias. A comparação feita é analisando todos as propriedades.
Interseção	Interseção<classe1, classe2>	Se a classe 1 e a classe 2 são equivalentes (possuem a relação <owl: equivalentClass>), retorna o sub-grafo composto pela classe1, classe2, sub-classes e instâncias.
Ranqueamento		Retorna o grau de importância de cada item na ontologia (classe ou instância). É baseado no algoritmo de PageRank, fazendo-se uma analogia ao “link” com qualquer tipo de relacionamento em uma ontologia, incluindo <owl: instanceOf>
Subtração	Subtação<conceito>;	Se for o conceito, o retorno é a ontologia sem o conceito, os seus

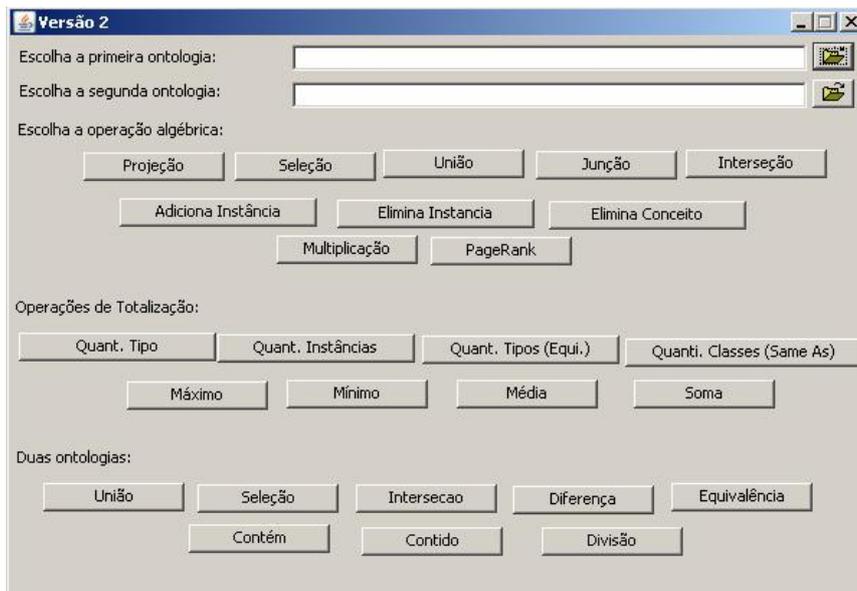
Operação	Entrada	Saída
	Subtração<instância>;	relacionamentos e seus descendentes.  Caso seja uma instância, remove a instância e o relacionamento <owl:instanceOf>.
Adição	Adição <conceito <sup>*</sup> >; Adição <instância <sup>*</sup> >  <sup>*</sup> todos os elementos descritivos do conceito e instância.	Análogo acima.
Multiplicação	Multiplicação <ConceitoA, ConceitoB>	Verifica-se se há caminhos de equivalência entre eles. Se sim:  -Cria-se um conceito D com todos os atributos do caminho e relaciona-se esta classe D com todas as classes do caminho. A relação também é de equivalência.

### Operações sobre o mapeamento entre ontologias

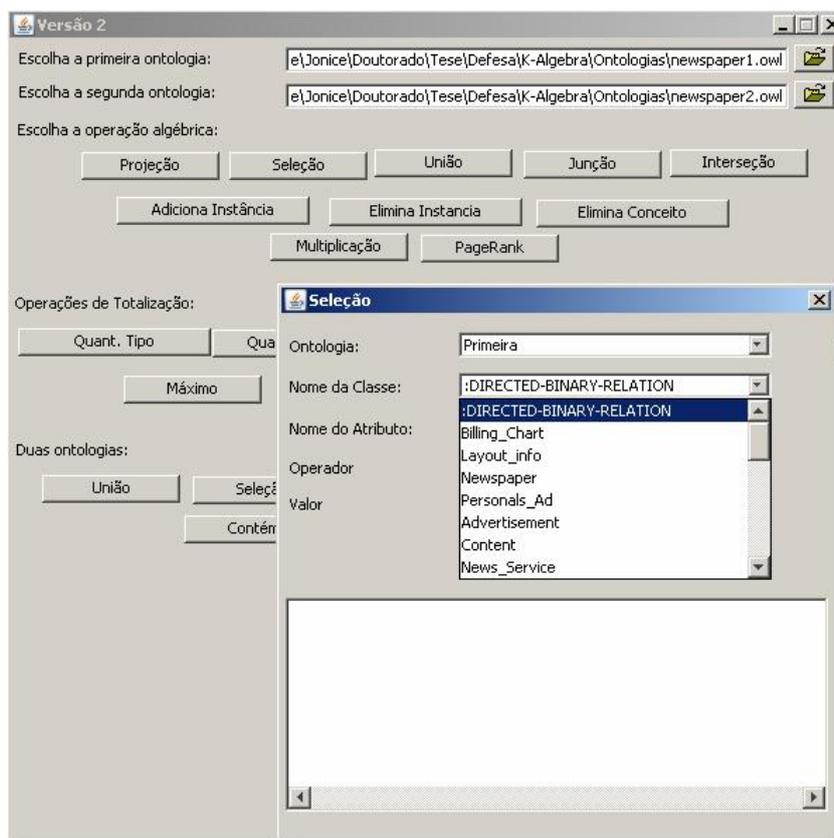
Tabela 62 - Operações da K-Algebra sobre o mapeamento entre ontologias

Operação	Entrada	Saída
União	União <ontologia1, ontologia2>	Verifica-se os conceitos mais importantes da ontologia 1, através do Ranqueamento. Para cada um destes conceitos, acha-se o mais similar, na ontologia 2. Cria-se os relacionamentos de equivalência.
Seleção	Seleção <Ontologia, Classe, Atributo, Operador, Valor>  Os possíveis atributos, os quais foram descritos no capítulo de Negociação de Significado, são:  “equivalency”, “contained”, “contains”, “overlap”, “disjoint” e as respectivas negações	Classe que obedecem a condição.

Operação	Entrada	Saída
Interseção	Interseção <ontologia1, ontologia2>	Para cada relação de equivalência, seleciona-se as classes equivalentes e suas sub-classes.
Diferença	Diferença <ontologia1, ontologia2>	Para cada relacionamento de equivalência, seleciona-se as classes de ontologia2 e subtrai-se o termo equivalente em ontologia1.
Equivalência	Equivalência <ontologia1, ontologia2>	Calcula-se os termos mais similares e cria-se um relacionamento de equivalência.
Multiplicação	Multiplicação <ontologia1, ontologia2,..., ontologiaN>	Navega-se entre os relacionamentos de equivalência e cria-se um relacionamento de equivalência entre ontologia1 e ontologiaN.
Contém	Contém <ontologia1, ontologia2>	Verifica-se se para todo termo da ontologia1 tem algum relacionamento de equivalência ou contém em ontologia 2. O retorno é “booleano”, sendo verdadeiro ou falso.
Contido	Contido <ontologia1, ontologia2>	Análogo ao “Contém”.
Divisão	Divisão <ontologia1, ontologia2>	Análogo à Divisão da Álgebra Relacional.
Split	Split<ontologia1, ontologia2>	Escolhe-se o conceito. O sub-grafo que compõe este conceito vira uma ontologia a parte. São calculados as similaridades de conceitos. Realiza-se o mapeamento de equivalência.



**Figura 86 - Protótipo de Implementação da K-Algebra**



**Figura 87 - Exemplo de construção de uma seleção, trabalhando com 2 ontologias (mapeamento)**

Ainda foram criadas algumas operações de totalização. Embora não sejam parte da álgebra, ajudam na manipulação de ontologias.



- § Count (ontologia, tipo) – o tipo pode ser um conceito, um relacionamento ou uma instância. Retorna o número de elementos daquele tipo.
- § Count (classe) – retorna o número de instâncias daquela classe.
- § CountEquiv (ontologia, tipo) – análogo, mas inclui equivalências.
- § CountEquiv (ontologia, Classe) – análogo, mas inclui os relacionamentos “same as”.
- § Máximo (Classe, Propriedade) – retorna o valor máximo instanciado para aquela propriedade.
- § Mínimo (Classe, Propriedade) - retorna o valor mínimo instanciado para aquela propriedade.
- § Média (Classe, Propriedade) – retorna o valor médio.
- § Soma (Classe, Propriedade) – retorna a soma.

Operações como Máximo, Mínimo, Média e Soma podem ser utilizados desde que a propriedade escolhida seja numérica.

## Capítulo 6 – A Camada Paradeigma

Esta é a camada responsável por extrair conhecimento de grades computacionais (“knowledge grid”). A idéia é, analisando a execução em um “grid”, conseguir extrair as informações: Localização do dado puro e simples (“raw data”) e metadados associados; Documentos; Programas; Máquinas/Nós nas quais foram executados um “job”; Conjunto de testes realizados; Erros; Rota de execução de um programa; Transformações (Entrada, Saída, Transformação em si); Modelos de representação associados: ER/UML, etc;

E associar esta informação aos perfis dos pesquisadores (os executores das ações), projetos que pertencem e processos de mais alto nível. Desta maneira, visa-se entender como a rede “grid” é usada, padrões de “jobs” submetidos, assuntos abordados, autores das submissões, seqüências de tentativas e erros, seqüência de submissão por assunto ou área de conhecimento, maiores características de um projeto científico e a ligação completa de “workflows” de vários graus de abstração (tentando mapear todos os processos e sub-processos científicos, da organização geral até a execução de “jobs”).

Para este módulo previa-se 3 sub-módulos:



- § K-Process – Visa realizar o mapeamento entre os “jobs” executados em um “grid” com os “workflows” de um projeto gerenciados pelo GCC.
- § K-Discovery – Sua principal finalidade é a análise dos logs de execução para a extração das informações citadas acima.
- § K-Translator – Converte os conhecimentos descobertos em KO.

Para isto, como é necessário informações sobre o “workflow” de submissão, foram analisadas duas plataformas: GridBus e Kepler. As duas, embora bem completas, não armazenavam o “log” da execução do “workflow” submetido.

Esta camada não foi implementada e maiores detalhes são comentados no capítulo de conclusão.

## Capítulo 7 – Methexis na Prática

### 7.1 – Detalhes e Estado de Implementação dos Ambientes

A implementação do ambiente está dividida entre plataforma “desktop” e “web”, conforme uma maior ou menor necessidade de interação, respectivamente.

Os módulos GCC e GCE foram desenvolvidos para serem ambientes “Internet”. Essa escolha foi adotada pela viabilização de uso pelos cientistas, que nem sempre apresentam desenvoltura no trato com as dificuldades de instalação e uso de produtos de informática. Outro fator de estímulo ao uso desta tecnologia é a grande heterogeneidade de usuários que atualmente já conseguem se identificar com um navegador “Internet”, permitindo, desta forma, a facilitação do uso do sistema através da escolha deste enfoque.

Tanto quanto o GCC quanto o GCE foram desenvolvidos utilizando a plataforma ASP, sendo que partes que exigiam maior interação foram feitas utilizando “applets” java e tecnologia AJAX. O IIS (“Internet Information Server”), servidor de páginas dinâmicas da Microsoft, foi utilizado como interpretador de páginas ASP. O SGBD utilizado foi o MS-SQL Server 2000, com uso da linguagem padrão SQL (“Structured Query Language”).

Para a criação dos KO foram utilizados a metodologia e a ferramenta Protégé 2000 (STANFORD UNIVERSITY, 2007). A base foi convertida para a linguagem padrão OWL utilizando-se a mesma ferramenta. Para a visualização dos KO foi utilizado “plug-in” do próprio Protégé, chamado Jambalaya.



O COE, o GNosis e a parte de redes sociais foi desenvolvida em Java “desktop”, devido à necessidade de interação e edição, o que ficaria difícil em sua implementação via “web”.

Mesmo o modelo de negociação de significado proposto não sendo dependente de tecnologias ou ferramentas específicas, foi necessário desenvolver um ambiente que integrasse algumas ferramentas para exemplificar e validar a viabilidade do modelo.

A máquina para calcular similaridades foi implementada utilizando-se a API Protégé-OWL. A API é uma biblioteca Java para manipulação de ontologias nas linguagens OWL e RDF. Esta API foi implementada utilizando a API Jena, ou seja, a API Protégé-OWL encapsula a API Jena, acrescentando a ela novas facilidades, ajudando o desenvolvedor na manipulação de ontologias descritas nas linguagens OWL e RDF. Esta API é utilizada em toda a implementação desse trabalho, inclusive no editor COE.

A API Jena transforma uma dada ontologia em um modelo abstrato de dados orientado a objetos e, com isto, seus termos passam a ser manipulados como objetos. Este modelo é baseado na linguagem em que a ontologia é escrita. Por exemplo, existem modelos específicos para OWL, DAML+OIL (*Darpa Agent Markup Language + Ontology Inference Layer*), RDF, entre outros. Isto porque a API em questão recupera as informações das “tags” das ontologias, que são específicas para cada uma das linguagens de ontologias. Nenhuma informação é deduzida, porque a API não é um mecanismo de inferência.

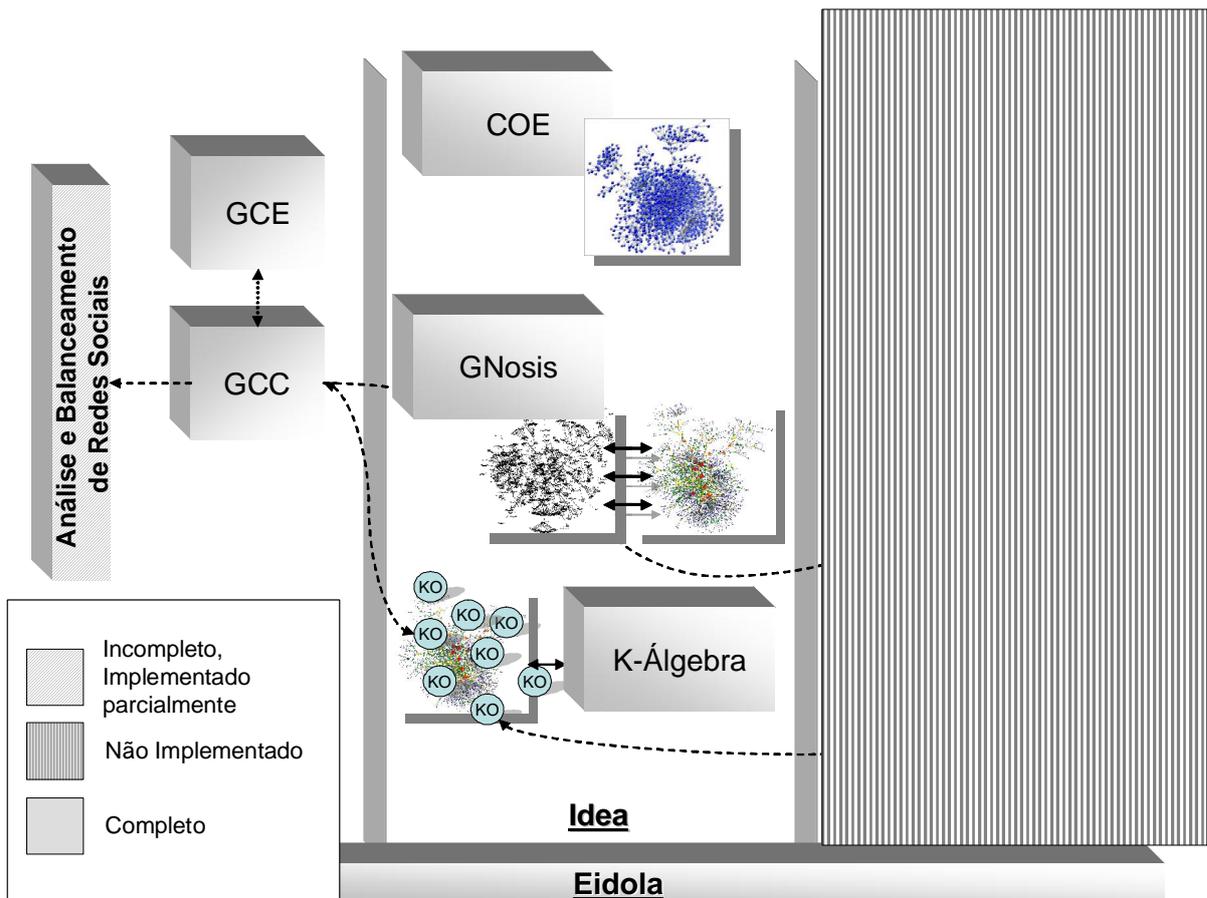
A grande vantagem em transformar ontologias em modelos orientados a objetos é que, com esta transformação, os termos das ontologias são tratados como objetos e a programação orientada a objetos pode ser utilizada. Desta maneira, as manipulações nestes modelos tornam-se transparentes e comuns para os programadores Java, por exemplo.

Ainda referente ao GNosis, o ambiente para construção da rede de comunicação categorizada pela metodologia IBIS utiliza as facilidades do Compendium (CONKLIN, 2005; SHUM *et al.*, 2006), um “software” livre com código aberto, implementado em Java, que provê uma interface visual para gerenciar conexões entre informações e idéias. O Compendium possui os elementos da metodologia IBIS, entre outros, disponíveis para uso e permite a manipulação desses elementos de forma gráfica.

Criamos um ambiente que incorpora o quadro para desenhos do Compendium e facilidades visuais para utilização do módulo para cálculo de similaridade e do gerador



dos arquivos finais de mapeamento. Além disso, utilizamos um banco de dados MySQL que registra continuamente as informações dos objetos inseridos no quadro, bem como suas posições. Assim, podemos simular um ambiente síncrono quando mais de um usuário está utilizando o quadro do Compendium: a tela dos usuários é atualizada com as novas informações registradas no banco numa frequência pré-determinada por cada usuário, ou seja, quando a tela é atualizada com as informações do banco, tem-se a última versão da rede de comunicações. As atualizações podem ser feitas numa frequência mínima de cinco segundos. Contudo, quanto menor for o tempo estipulado, menor será a usabilidade do sistema, uma vez que o tempo necessário para o usuário concluir a sua alteração local pode ser maior do que o tempo que o sistema permanecerá em estado de espera aguardando uma nova chamada de atualização de tela. Quando isso ocorre, o sistema fará carga no banco com os dados fornecidos pelos quadros dos outros usuários (posição dos objetos, textos inseridos, relações estabelecidas, etc) até aquele momento e atualizará a tela, sendo necessário o usuário novamente selecionar o objeto IBIS que estava manipulando e continuar o seu trabalho. Recomendamos uma frequência de atualização de 15 segundos para que esses problemas não ocorram com frequência indesejada. O banco de dados também é responsável por armazenar dados históricos.



**Figura 88 - Estado atual de implementação do Methexis**

Todas as camadas do Methexis estão implementados, como mostrado na Figura 88, com exceção da Camada Paradeigma, cujos motivos serão discutidos na conclusão.

A Camada Mimexis não está completa porque os módulos de “Análise e Balanceamento de Redes Sociais” e o Módulo de CRM do GCC (Figura 89) ainda não foram finalizados. O Módulo de Raciocínio do GCC não foi implementado ainda.

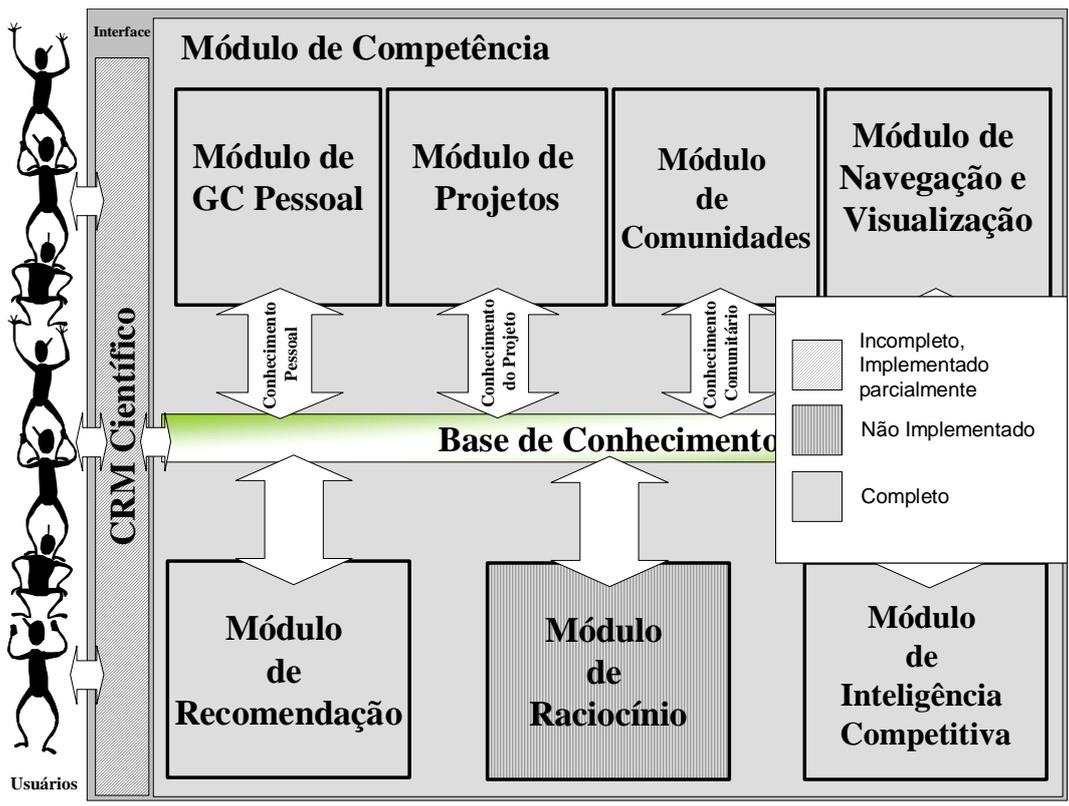


Figura 89 - Estado atual de Implementação do GCC

## 7.2 – Processos de GC Abordados

Como mostrado na seção anterior, o Methexis possui várias ferramentas que visam auxiliar a Gestão do Conhecimento em e-Ciência. Na seção Gestão do Conhecimento foi descrito um modelo genérico de Gestão do Conhecimento (STOLLENWERK, 2001) composto pelas fases de Identificação, Captura, Seleção e Validação, Organização e Armazenamento, Compartilhamento, Aplicação e Criação, no qual este trabalho se baseia.

Apresentada a arquitetura do ambiente, abaixo apresentaremos como o Methexis auxilia nos processos de criação do conhecimento e gerência do mesmo. Discutiremos cada processo de GC.

### § Identificação

Neste processo são identificadas as competências críticas para o sucesso da organização (competências essenciais). A ferramenta de Busca de Competências (Camada Mimexis, GCC) auxilia neste sentido, mostrando os profissionais que possuem uma certa competência, bem como o grau de conhecimento. Vale lembrar, que para isto



contamos também com a ferramenta S-Miner, a qual extrai competências das publicações dos pesquisadores.

Um outro serviço para a identificação das competências essenciais é o de Forças e Fraquezas (Camada Mimexis, GCC), o qual mostra os pontos fortes e fracos da instituição, departamento, setor ou pessoal.

As ferramentas do Módulo de Inteligência Competitiva do GCC ajudam a identificar as competências que a instituição, departamento, setor ou profissional NÃO possuem, auxiliando no entendimento da diferença entre as competências importantes para a atuação no cenário acadêmico e as competências próprias.

Uma outra ferramenta de auxílio no processo de Identificação é o Módulo de Análise e Balanceamento de Redes Sociais (Camada Mimexis), o qual, com seus filtros, pode mostrar pessoas que possuem um certo conhecimento e que possuem alguma interação. Esta ferramenta é especialmente útil para entender como o conhecimento é disseminado. Através da visualização do Fluxo do Conhecimento (Camada Mimexis, GCC) é possível identificar de uma maneira intuitiva e visual o conhecimento próprio, como este flui, suas dependências e importância.

A parte de Busca de Substituto (Camada Mimexis, GCC) fornece-nos uma série de visualizações para identificação de quem possui uma competência e a importância de um profissional em um determinado contexto.

A Camada Paradigma também é responsável pela identificação de conhecimentos criados de maneira distribuída em malhas computacionais (“grids”).

### § **Captura**

O processo de captura representa a aquisição de conhecimentos, habilidades e experiências necessárias para criar e manter as competências essenciais.

Através do Módulo de Inteligência Competitiva (Camada Mimexis, GCC) é possível a identificação das fontes externas de conhecimento, ou seja, pessoas ou grupos que se destacam em uma área, que são referência, e com os quais pode-se tentar uma possível parceria ou ações em conjunto. A ferramenta de Busca de Competências (Camada Mimexis, GCC) também auxilia neste sentido, tendo em vista que identifica fontes internas de conhecimento.

Definindo-se as estratégias para a aquisição do conhecimento, podemos utilizar os Módulos de Projeto (Camada Mimexis, GCC) ou Comunidades (Camada Mimexis, GCC) para controlar a aquisição do novo conhecimento.



O GNosis (Camada Idea) permite a captura de novos conhecimentos durante o processo de negociação colaborativa.

### § **Seleção e Validação**

Esta etapa visa filtrar o conhecimento, avaliar sua qualidade e sintetizá-lo para fins de aplicação futura, pois nem todo conhecimento gerado, recuperado ou desenvolvido deve ser armazenado na organização.

Através dos mecanismos de Busca e Análise, providos no GCC (Camada Mimexis), é possível a seleção, acesso e avaliação de vários conhecimentos.

Os mecanismos de recomendação providos nesta ferramenta (Camada Mimexis, GCC) também contribuem com este sentido, tendo em vista que o ambiente analisa, infere e seleciona possíveis comunidades e conhecimentos externalizados (materiais) que podem ser do interesse do usuário.

O COE e o GNOSIS (ambos da Camada Idea) também contribuem com este processo, pois a partir deles o usuário pode construir, a partir de um conjunto inicial, ontologias ou mapeamentos que sejam realmente úteis para o seu contexto.

### § **Organização e Armazenamento**

Todos os mecanismos implementados na Camada Idea – KO, K-Algebra, COE e GNosis – contribuem para uma estruturação eficiente do conhecimento.

### § **Compartilhamento**

O processo de compartilhamento é responsável pela distribuição do conhecimento para que este seja entregue a grupos restritos ou indivíduos, de maneira que estejam em tempo hábil e no local apropriado. Os Módulos de Projeto e Comunidades (Camada Mimexis, GCC) provêm ferramentas específicas para compartilhamento, conforme a necessidade de cada projeto ou grupo, respectivamente. O Módulo de Projeto ainda permite o reuso de processos bem-sucedidos na organização ou sistema produtivo. Vale ressaltar que os mecanismos de compartilhamento de conhecimentos pessoais, como mapas mentais e diários “web”, encontrados no Módulo de Participante (Camada Mimexis, GCC) , também contribuem com este processo.

O KO (Camada Idea) foi constituído com a principal finalidade de facilitar o compartilhamento e disseminação do conhecimento científico, provendo um meio de representá-lo e instanciá-lo mais facilmente.

O COE e o GNosis (Camada Idea) contribuem, de maneiras diferentes, para o compartilhamento. O COE por ser um mecanismo de busca e reuso de ontologias. O GNosis por permitir, através do processo de negociação, que cada usuário exponha o



seu ponto de vista, discuta e que o grupo chegue a um consenso. Durante as negociações existe o compartilhamento de conhecimento entre os membros da negociação. Por comportar o acesso a negociações passadas, o conhecimento sobre como foi conduzida uma negociação até o mapeamento final entre ontologias são itens que estão disponibilizados para serem disseminados.

### § Aplicação

A aplicação do conhecimento se dá essencialmente com um novo projeto, o qual resultará em uma ação, produto, estudo ou serviço. A execução e condução de um projeto é auxiliada pelo Módulo de Projeto (Camada Mimexis, GCC). Um outro mecanismo de aplicação do conhecimento pode surgir através de novas interações pessoais, auxiliada pelo Módulo de Análise e Balanceamento de Redes Sociais (Camada Mimexis).

### § Criação.

O processo de criação do conhecimento organizacional inicia-se como o compartilhamento do conhecimento, para que o conhecimento individual inexplorado possa ser amplificado dentro da organização. Todos os módulos auxiliam, direta ou indiretamente, na criação do conhecimento. Vale lembrar que a K-Algebra (Módulo Idea) e o Módulo de Raciocínio (Camada Mimexis, GCC) auxiliam na parte de criações de novos conhecimentos, de maneira computacional.

## 7.3 – Comparação com Trabalhos Correlatos

Como demonstrado no capítulo 2, são poucas as propostas que se assemelham a esta. De todas podemos destacar as mencionadas em (CHIN, 2006), (ZHUGE, 2006) e Pacific Northwest National Laboratory (PNNL) (CHIN, LEUNG et al., 2002).

Apesar da proposta apresentada por CHIN(2006) se basear em visualizações para o universo científico, algumas das visualizações implementadas são os sociogramas. O que difere com a nossa proposta, que além de provermos a visualização da rede social, ainda propomos como estruturar e balancear uma rede social científica. Ainda no quesito visualização, utilizamos algumas técnicas conhecidas para auxiliar a identificar a melhor pessoa para exercer uma função em uma comunidade, projeto ou na própria instituição.



O projeto do PNNL é um projeto que se baseia pesadamente em prover ferramentas de colaboração e auxílio à GC pessoal. A questão estratégica não é contemplada.

ZHUGE (2004) propôs um grande ambiente de Knowledge Grid. Apesar de atuar apenas na camada operacional, é um projeto bastante ambicioso e o único visto que interliga a parte pessoal, do pesquisador, como seus documentos, o fluxo do conhecimento gerado, até a execução de modelos ou manipulação de dados em “grid”. Apesar de ser uma grande proposta, maiores informações sobre a parte de gerência do conhecimento não foram obtidas, impossibilitando-nos uma comparação mais adequada. A parte semelhante seria a parte de Knowledge Grid, função da Camada Paradigma do Methexis, a qual não foi implementada.

## 7.4 – Conclusão

Embora algumas propostas de ferramentas de Gestão do Conhecimento tenham sido aplicadas no meio científico, a maioria destas auxilia apenas o nível operacional da Ciência Eletrônica, como a gerência do dado científico, realizações de simulações e execuções de modelos. Dentro desse contexto, surgiu a proposta do ambiente gerenciador de conhecimento científico Methexis, o qual visa auxiliar nas camadas tática e estratégica das atividades científicas.

Comparando-se a proposta do Methexis com as estudadas no capítulo anterior, pode-se dizer que a maioria não aborda todos os processos da Gestão do Conhecimento. Neste capítulo, além da explicação de todos os módulos da proposta e comparação com trabalhos correlatos, situamos como o Methexis pode auxiliar na Gestão do Conhecimento em ambientes de ensino ou pesquisa.

Para avaliar a proposta, realizamos alguns estudos de caso, os quais serão descritos no capítulo a seguir. Algumas ferramentas implementadas estão sendo implantadas em projetos científicos, mas como ainda não estão em uso, não pudemos realizar estudos com situações reais.



## Capítulo 8 – Avaliação da Proposta

*Neste capítulo, serão apresentados os estudos observativos realizados para a avaliação da proposta. Para esta avaliação, os principais módulos foram testados separadamente. Alguns módulos não foram avaliados porque não foram finalizados.*

Para avaliar a proposta deste trabalho, foram realizados estudos de caso para alguns de seus módulos. Preferimos dividir a avaliação por módulos devido à natureza de cada camada de aplicação e as diferentes funcionalidades dos módulos (o que exige diferentes métodos de avaliação). Sendo assim, a avaliação da proposta foi dividida em avaliações menores sobre:

- § GCC
- § GCE
- § COE
- § GNosis

No GCC, a avaliação ainda foi dividida em 3 diferentes cenários. O primeiro avalia o ambiente como um todo. Devido à função mais estratégica do módulo de Inteligência Competitiva, sentiu-se necessidade de especializar tal avaliação, que exigiu processo e público diferentes da avaliação global do GCC. O terceiro cenário a ser testado foi o do algoritmo implementado para a filtragem colaborativa, que visa unicamente avaliar a eficiência do algoritmo utilizado.

A avaliação do GNosis também foi dividida em 2 cenários. Foi realizado um estudo de caso para avaliar o modelo de negociação (a parte social, humana, da abordagem) e outro para avaliar o algoritmo de similaridade entre ontologias.

O GCE e o COE foram avaliados, separadamente, utilizando apenas um único cenário.

O módulo de CRM Científico e o de Análise e Balanceamento de Redes Sociais não foram avaliados por nenhum estudo de caso, pois não estão finalizados.

Os planos dos experimentos seguiram o modelo definido por (BARROS, WERNER, TRAVASSOS, 2002). Por BARROS, WERNER, TRAVASSOS (2002) a realização de um estudo experimental geralmente pode ser dividida em cinco fases: a definição, o planejamento, a execução, a análise e o empacotamento do estudo. O



planejamento envolve a descrição do perfil dos participantes, dos instrumentos, do processo de execução e uma avaliação crítica dos problemas que podem ser encontrados ao longo desta execução. A execução consiste na realização do estudo experimental pelos participantes, utilizando os instrumentos e o processo definidos no planejamento. A análise consiste na organização dos resultados gerados pelos participantes durante a execução e a realização de inferências sobre estes resultados. Finalmente, o empacotamento consiste na organização e armazenamento dos documentos construídos nas etapas anteriores, com o intuito de facilitar a repetição do estudo experimental no futuro. Este modelo foi utilizado em todos os estudos de caso, com exceção das avaliações do cálculo de similaridade (Gnosis) e do algoritmo de filtragem colaborativa.



## 8.1 – Estudo de Caso do GCC – Avaliação Geral

As etapas de descrição e planejamento do estudo apresentado nas próximas subseções foram realizadas em abril de 2007 para o segundo grupo e ao longo de 2 meses, entre julho e agosto de 2007 para o primeiro grupo. A instrumentação do estudo, que incluiu a população de uma base com dados reais, consumiu o trabalho de um analista de sistemas, membro da equipe do desenvolvimento do GCC, para ambos os casos.

Nesta seção, apresentamos um estudo de investigação que avalia a viabilidade da utilização do GCC no cenário científico brasileiro. Inicialmente, definimos as etapas envolvidas no estudo e apresentamos como estas etapas foram realizadas. Em seguida, apresentamos as observações obtidas durante o estudo. Todos os documentos utilizados se encontram no Anexo I.

### 8.1.1 – Definição

O contexto global considerado nesse trabalho é que ambientes de apoio a “e-Science” até o momento não apresentam mecanismos suficientes para identificar, armazenar, organizar, disseminar e propiciar a criação do conhecimento científico criado, especialmente no que se refere às pessoas.

O contexto local desse estudo tem como objetivo avaliar a viabilidade da utilização do ambiente desenvolvido, o GCC, como ferramental de apoio às atividades de Gestão do Conhecimento no ambiente científico brasileiro. O estudo foi desenvolvido tendo em vista a continuidade do desenvolvimento de pesquisas relacionadas com esta abordagem.

Neste estudo, não estamos diretamente interessados em mensurar o ganho de conhecimento e sua aplicabilidade direta, pois para isto exigiria a real utilização do ambiente e avaliações completamente diferentes. Consideramos que melhorias podem ser identificadas através de análises e estudos futuros, além de mostrar que é viável a utilização do ambiente.

Seguindo as diretrizes definidas por (BARROS, WERNER, TRAVASSOS, 2002), podemos ressaltar:

- § Objeto de Estudo: o ambiente GCC, ambiente computacional de apoio à Gestão do Conhecimento Científico.



- § Objetivo: identificar a viabilidade da utilização do ambiente desenvolvido, o GCC, como ferramental de apoio às atividades de Gestão do Conhecimento no ambiente científico brasileiro.
- § Foco de Qualidade: os ganhos referentes à aquisição, disseminação, criação, organização e disseminação dos conhecimentos, obtidos pela utilização das soluções propostas e implementadas no ambiente GCC e a identificação das dificuldades encontradas pelos usuários em seu entendimento e possível utilização.
- § Perspectiva: o estudo será desenvolvido sob a ótica do profissional da Ciência, que executa atividades científicas, avaliando a viabilidade de utilização do ambiente proposto, tendo em vista a continuidade do desenvolvimento das pesquisas relacionadas com as técnicas e ferramentas criadas. Neste estudo não estamos diretamente interessados em analisar desempenho (em relação a tempo de resposta) ou elementos de “interface” para a utilização das soluções propostas. Entretanto, consideramos que melhorias nestes quesitos podem ser identificadas através de análises e estudos futuros, com o real uso do ambiente.
- § Contexto: A demonstração do ambiente com uso de dados reais.

Seguindo a notação *Goal-Question-Metric* (GQM) (SOLINGEN, BERGHOUT, 1999), a definição do estudo é:

**Analisar** a viabilidade de utilização do ambiente GCC para apoiar processos de Gestão do Conhecimento em ambientes científicos.

**Com o propósito de** recolher requisitos de melhorias e avaliar a viabilidade do seu uso no cenário científico brasileiro.

**Referente** aos possíveis ganhos obtidos por seu uso e as dificuldades encontradas.

**Do ponto de vista** do pesquisador.

**No contexto de** gestão do conhecimento em ambientes científicos, no cenário nacional.

### 8.1.2 – Planejamento

#### § Cenário Utilizado



O estudo investigativo contou com a participação de dois grupos, sendo que ambos contiveram pessoas envolvidas diretamente com atividades de ensino ou pesquisa.

O primeiro grupo foi composto por profissionais da área de Computação, os quais são alunos de mestrado e doutorado da COPPE, do Programa de Engenharia de Sistemas e Computação, ou doutores formados por este mesmo programa.

O segundo foi composto por membros, estudantes ou pesquisadores experientes, de uma rede de pesquisa nacional (Rede PACOS), a qual estuda o desenvolvimento de uma pilha de óxido sólido como alternativa energética.

A escolha por estes dois grupos, totalmente heterogêneos no que se refere à área de atuação, número e conhecimento em Gestão do Conhecimento, foi feita com o intuito de manter certa heterogeneidade entre os participantes das amostras em questão. Para cada um dos grupos foi feito um estudo de caso separado.

### § Participantes

Os participantes foram divididos em dois grupos. O estudo não foi executado em um ambiente comercial ou industrial, mas em um ambiente acadêmico, devido ao propósito do GCC. A capacidade de generalização deste estudo é discutida adiante, quando avaliamos as limitações e problemas que foram encontrados durante sua execução.

Por se tratar de um ambiente de gestão do conhecimento foi necessário que os participantes conhecessem o assunto, bem como os processos de gestão do conhecimento que o ambiente visa auxiliar.

Como apontado na literatura (NIELSEN, 1994), estudantes podem não ser representativos o bastante como atores reais. Contudo, em (HÖST, REGNELL, WOHLIN, 2000), os autores não observam diferenças significantes entre estudantes e atores reais para tarefas de pequeno julgamento. De acordo com Tichy (TICHY, 2001), usar estudantes como participantes de estudos de avaliação é aceitável caso eles sejam apropriadamente treinados e os dados usados para o experimento sejam direcionados para que possam realizar tarefas específicas. Estas condições foram seguidas nesse trabalho. Vale lembrar que os estudantes utilizados são todos de pós-graduação e vivenciam os problemas e dilemas do cenário acadêmico, participam de projetos científicos e realizam pesquisas, podendo avaliar perfeitamente o cenário para o GCC se propões atuar. Nenhum dos estudantes utilizados nesta avaliação trabalha ou está diretamente envolvido com o projeto GCC.



## § **Treinamento**

O primeiro grupo recebeu treinamento formal sobre Gestão do Conhecimento, tendo em vista que todos fizeram curso provido pelo PESC (Programa de Engenharia de Sistemas e Computação da COPPE) na área, o qual tem duração de um período letivo (4 meses). Muitos da amostra ainda trabalham com o tema ou áreas correlatas. É importante ressaltar a escolha dos componentes da amostra. Alunos de mestrado, por serem menos experientes academicamente, podem ser mais consumidores de conhecimento e necessitarem de ferramentas específicas para auxiliar o desenvolvimento de suas pesquisas (e a criação de conhecimento durante as etapas de sua pesquisa), além da localização de possíveis tutores. Os alunos de doutorado têm a mesma necessidade, mas muitas vezes já lideram grupos de pesquisa e necessitam alinhar diversos conhecimentos (seus com os de seus colaboradores). Doutores, além de terem a necessidade de gerenciarem seus próprios conhecimentos, muitas vezes estão ligados a atividades mais estratégicas e gerenciais.

O segundo grupo, da Rede PACOS, menos experiente, recebeu breve treinamento em Gestão do Conhecimento, via apresentação feita em um “workshop” da rede de pesquisa.

O treinamento sobre o próprio ambiente foi feito através de demonstração de suas funcionalidades para os dois grupos, em diferentes momentos. O treinamento pôde ser interrompido, em qualquer ocasião, para possíveis perguntas.

## § **Instrumentos**

Para que o processo de avaliação fosse adequadamente realizado, o GCC foi demonstrado em diferentes momentos. Após a apresentação, os participantes do primeiro grupo avaliam o ambiente através de um questionário, o qual se encontra em anexo. Para o segundo grupo foi encaminhado um questionário diferente, tendo em vista que era necessário conhecer mais sobre o domínio dos participantes e sua experiência em pesquisa na área.

## § **Crítérios**

O foco de qualidade do estudo exige critérios que avaliem os possíveis ganhos obtidos e as dificuldades encontradas no ambiente. Tanto os ganhos quanto as dificuldades foram avaliados qualitativamente, através dos questionários já mencionados, os quais podem ser encontrados no Anexo I. Esta análise tem o objetivo de avaliar o ambiente, dificuldade e possibilidades de melhorias futuras.

## § **Hipótese Nula**



A hipótese nula é uma afirmativa que o estudo experimental tem como objetivo negar. No estudo atual, a hipótese nula determina que a utilização das soluções propostas e implementadas no ambiente GCC NÃO produz benefícios no que se refere à gestão do conhecimento. De acordo com os critérios selecionados, esta hipótese se traduz na inexistência de diferenças significativas para a gerência do conhecimento utilizando tal solução em relação à utilização de ferramentas convencionais de e-Ciência.

#### § **Hipótese Alternativa**

A hipótese alternativa é uma afirmativa que nega a hipótese nula. O estudo experimental tem como objetivo provar a hipótese alternativa, refutando assim a hipótese nula. No estudo atual, a hipótese alternativa determina que os participantes do estudo que avaliaram o GCC podem ter benefícios no que se refere à Gestão do Conhecimento.

#### § **Variáveis Independentes**

A formação, a experiência e a titulação dos participantes (medidas em uma escala nominal), indicador de liderança (sim ou não), quantidade de pessoas da equipe (escala numérica) e as áreas de pesquisa são informações independentes coletadas durante o estudo.

#### § **Variáveis Dependentes**

Todas as demais variáveis (utilidade, interesse, interesse para equipe, apoio aos processos de GC, funcionalidades, vantagens, viabilidade, agrado, desagradado, sugestão de funcionalidades e observação) são dependentes.

#### § **Análise Qualitativa**

Tem o objetivo de avaliar a o que mais agradou e o que mais desagradou na proposta, além de dificuldades e sugestões.

#### § **Capacidade Aleatória**

Os indivíduos que realizaram o estudo foram selecionados aleatoriamente dentre o universo de candidatos a participantes, ou seja, dentre o conjunto das pessoas disponíveis que atendem aos critérios especificados no parágrafo Participantes.

#### § **Classificação em Blocos**

A princípio não identificamos a necessidade de dividir os participantes em blocos, visto que o estudo avaliará apenas um fator, que é a viabilidade de utilização do ambiente GCC para apoiar processos de Gestão do Conhecimento em ambientes científicos. Um único bloco será capaz de determinar o efeito deste fator sobre os



resultados do estudo. Entretanto, a coleta de dados sobre a formação e exercício da liderança em grupo de pesquisa pode permitir uma futura classificação e a organização de blocos durante a análise dos dados.

### § **Balanceamento**

Como não há a divisão de blocos para este estudo, não há a necessidade de balanceamento.

### § **Mecanismo de Análise**

As variáveis dependentes são apresentadas utilizando-se as escalas próprias de cada variável. Além disto, os resultados são discutidos utilizando-se por base análise baseada no ranqueamento dos resultados obtidos pelos participantes.

### § **Validade Interna do Estudo**

A validade interna de um estudo é definida como a capacidade de um novo estudo repetir o comportamento do estudo atual com os mesmos participantes e objetos com que ele foi realizado. A validade interna do estudo é dependente do número de participantes executando o estudo. Contamos com 10 (dez) participantes, o que garante um bom nível de validação interna do estudo. Certamente, um número maior de participantes melhoraria a validade interna do estudo.

Outro ponto que pode influenciar o resultado do estudo é a troca de informações entre os participantes que já realizaram o estudo e os que não o realizaram. Para evitar este problema, requisitamos explicitamente que os participantes não trocassem informações a respeito do projeto e nem se comunicassem enquanto preenchiam os questionários.

### § **Validade Externa do Estudo**

A validade externa do estudo mede sua capacidade de refletir o mesmo comportamento em outros grupos de participantes e profissionais do meio acadêmico, ou seja, em outros grupos além daquele em que o estudo foi aplicado. A validade externa do estudo é considerada suficiente, visto que o presente estudo visa avaliar a viabilidade de uma aplicação. Demonstrada esta viabilidade, novos estudos podem ser planejados para refinar a solução.

### § **Validade de Construção do Estudo**

A validade de construção do estudo se refere à relação entre os instrumentos e participantes do estudo e a teoria que está sendo provada por este. Neste caso, todos os participantes são do meio científico. Os dados utilizados para demonstração são reais e dizem respeito a projetos previamente desenvolvidos, comunidades criadas e dados de



profissionais (e seus currículos) atualizados. Além disso, o estudo não visa avaliar a correção do cenário, mas a viabilidade do uso do GCC.

### § **Validade de Conclusão do Estudo**

A validade de conclusão do estudo mede a relação entre os tratamentos e os resultados, determinando a capacidade do estudo em gerar alguma conclusão. Não encontramos grandes dificuldades em relação à capacidade de conclusão do estudo, visto os seus resultados diretos. Além disso, o estudo utiliza medidas objetivas, o que neutraliza a influência humana sobre os dados apurados e analisados.

#### **8.1.3 – Execução**

Os participantes do Grupo 1 (área de Computação) não precisaram ser treinados sobre Gestão do Conhecimento, pois já eram detentores de conhecimento sobre o assunto. Para este grupo foi feita a demonstração do ambiente e todas as suas funcionalidades. Depois da demonstração, foi distribuído por “e-mail” um questionário, o qual foi respondido e entregue. Durante o tempo de resposta dos questionários não houve comunicação entre os avaliadores e quem conduzia o estudo.

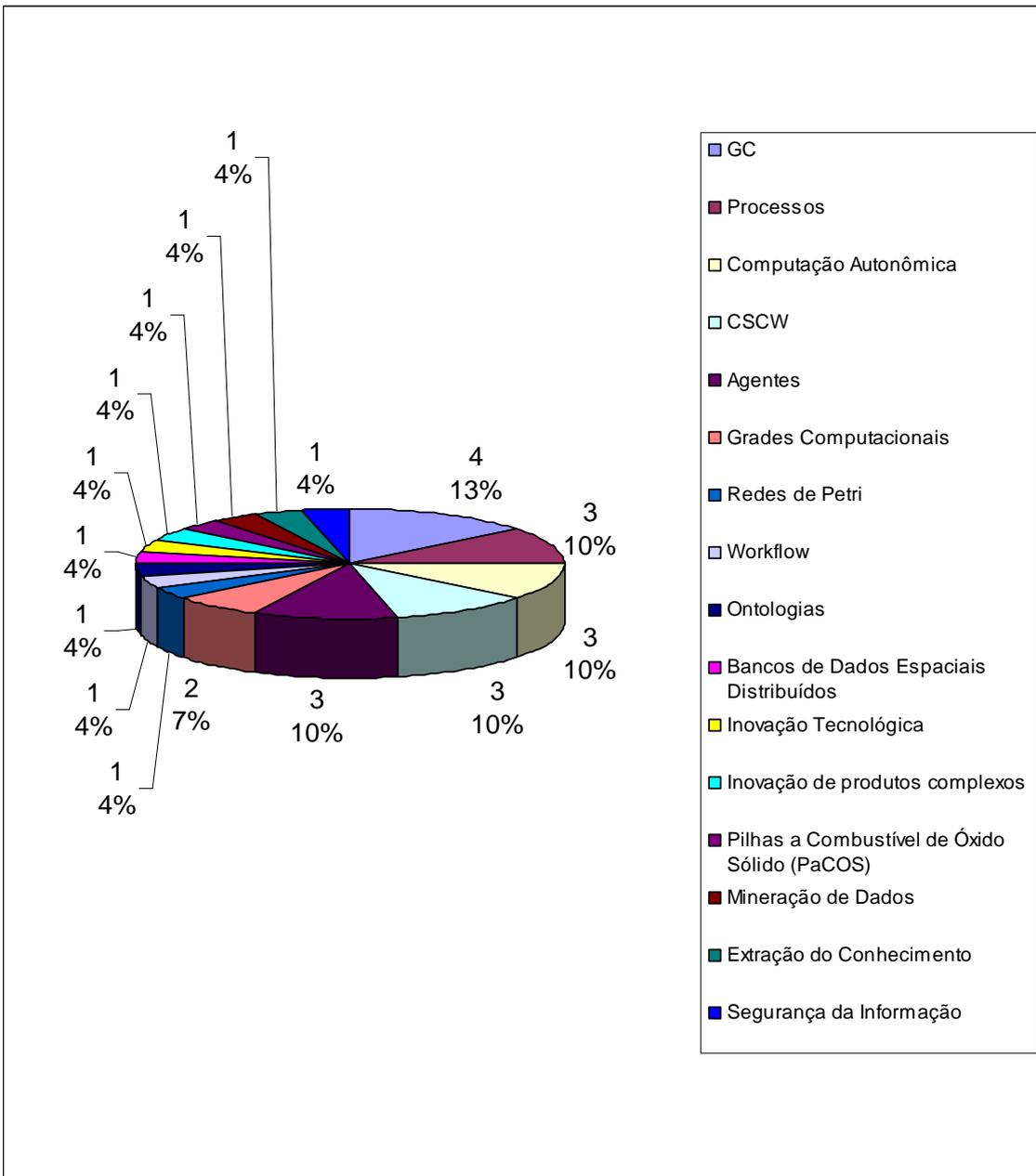
Todos os participantes do último “workshop” da Rede PACOS (Grupo 2), que foi realizado no dia 26 de abril de 2007, foram treinados com apresentação sobre Gestão do Conhecimento e demonstração do ambiente. Posteriormente, neste mesmo dia, foram feitas apresentações mais específicas para grupos pequenos. Os questionários foram distribuídos e recolhidos neste mesmo dia. Durante o tempo de resposta dos questionários não houve comunicação entre os avaliadores e quem conduzia o estudo.

#### **8.1.4 – Análise dos Resultados – Grupo I**

Como dito, este grupo foi composto por 10 pessoas, sendo que 6 são alunos de doutorado, 2 são alunos de mestrado e 2 são doutores.

Dos membros, apenas 4 são líderes de grupos de pesquisa. Todos os líderes possuem uma equipe pequena, composta por no máximo 10 pessoas.

Todos os participantes são da área de Computação, sendo que as áreas pesquisadas são mostradas na Figura 90. As áreas mais pesquisadas pela amostra são Gestão do Conhecimento (4), Processos (3), Computação Autônoma (3), CSCW (3) e Agentes (3).

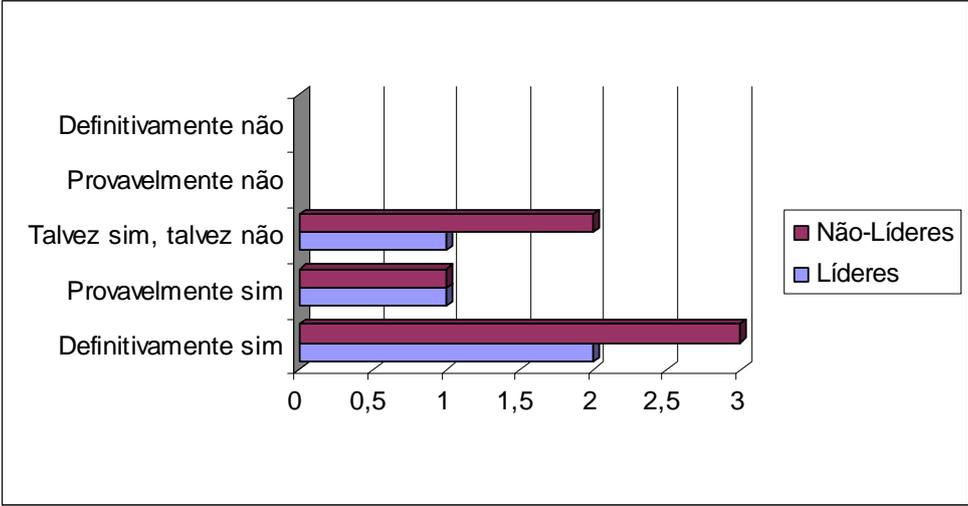


**Figura 90 - Áreas de pesquisa dos participantes**

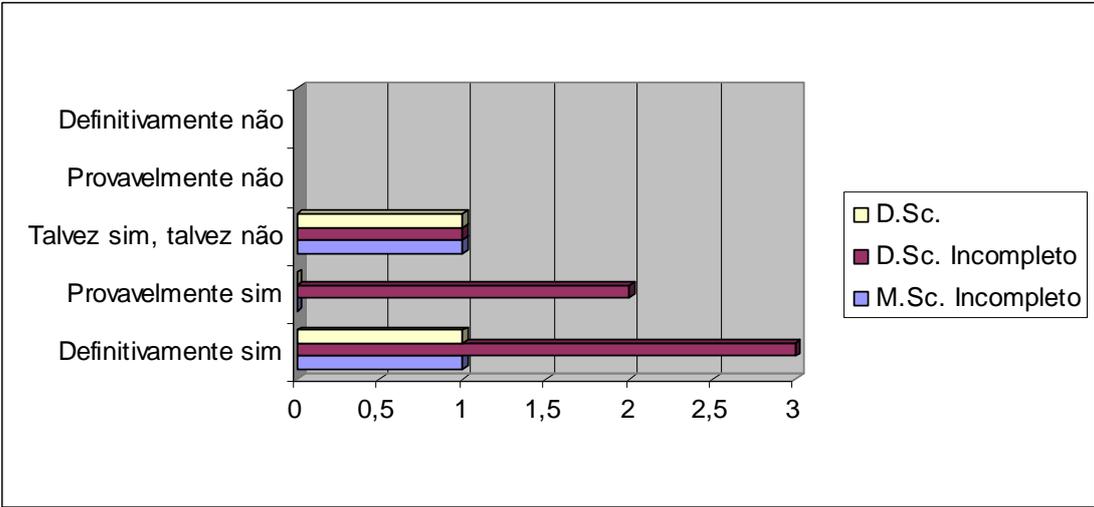
Quanto à proposta do GCC, a maioria (7) achou excelente, enquanto os demais acharam a proposta boa (3). Nenhum dos participantes não gostou da proposta.

Em relação ao interesse de uso do ambiente, 50% responderam afirmativamente, enquanto que a outra metade da amostra se dividiu em um provável uso (20%) e os demais ficaram na dúvida (30%).

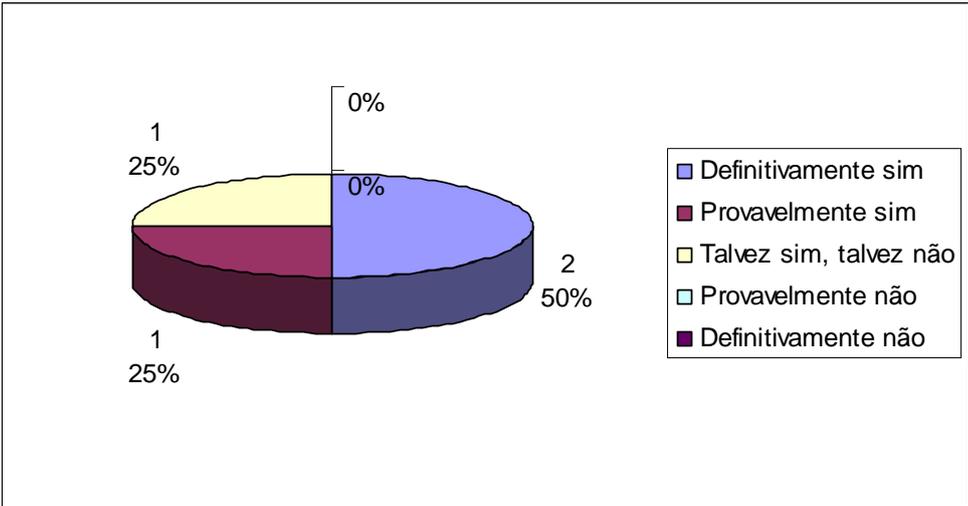
Foi analisado o fato da resposta afirmativa poder ser influenciada pelo fator liderança (Figura 91) ou pela titulação (Figura 92), mas estes dois fatores não influenciaram o resultado do interesse no uso do GCC. Metade dos líderes afirmaram que gostariam de utilizar o GCC em suas equipes, como visto na Figura 93.



**Figura 91 - Uso x Liderança**



**Figura 92 - Uso x Titulação**



**Figura 93 - Líderes e uso em equipe**

60 % das pessoas responderam afirmativamente que consideram o ambiente como um bom mecanismo para auxiliar a Gestão do Conhecimento, como pode ser visto na Figura 94. Os demais responderam que provavelmente o ambiente poderia ser um bom mecanismo de apoio à GC. Não obtivemos respostas negativas.

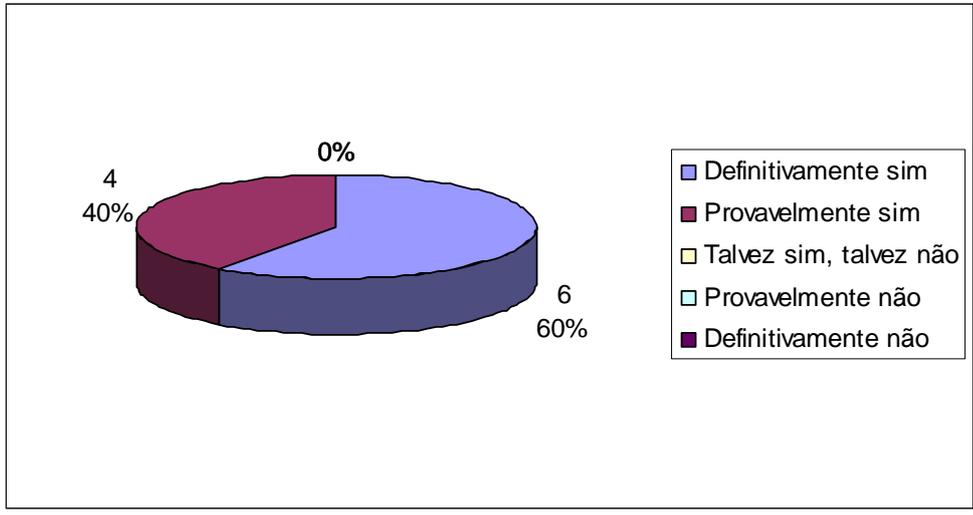


Figura 94 - Apoio à GC

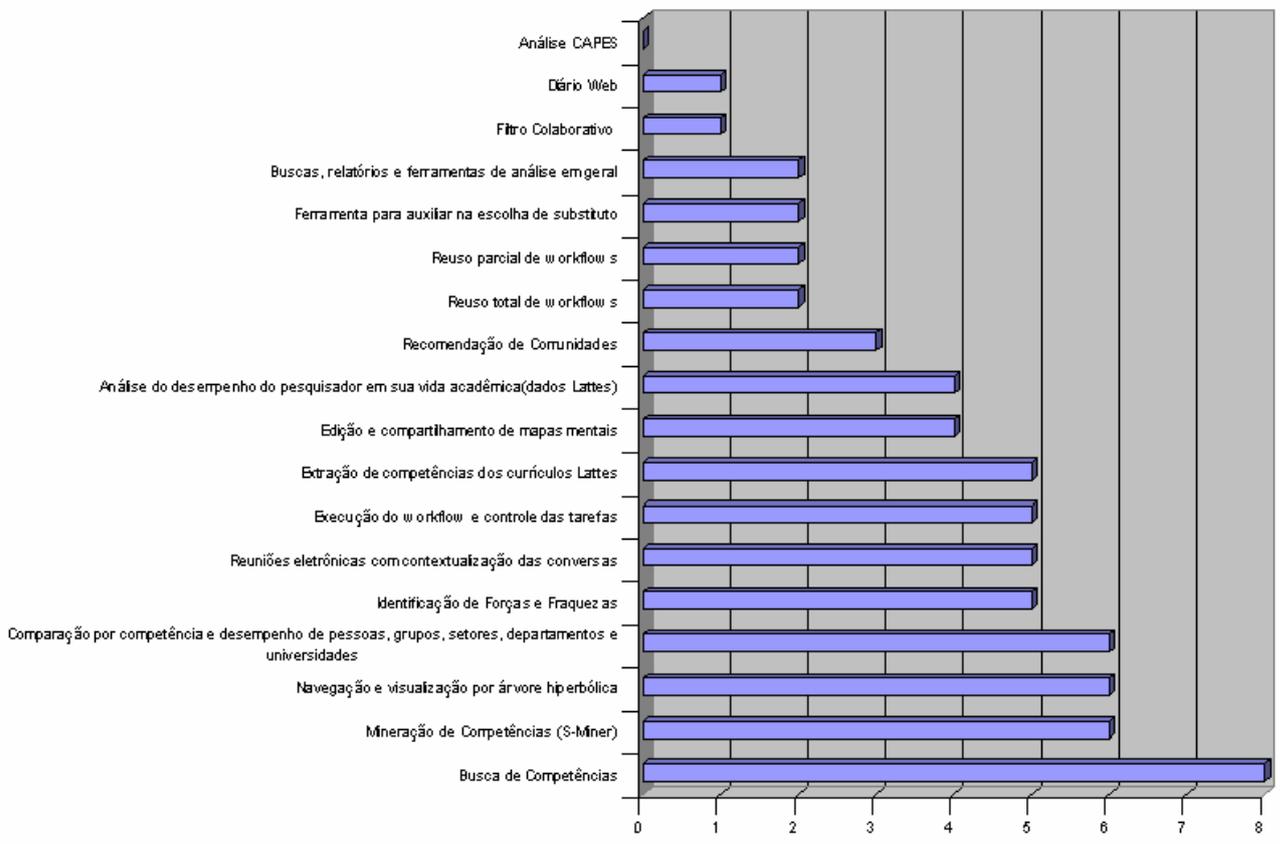


Figura 95 - Funcionalidades relevantes



A “Busca de Competências” foi a principal vantagem que o ambiente pode propiciar, como mostrado no estudo. Isto mostra que uma das principais preocupações ainda seja encontrar “quem-sabe-o-quê”, bem como saber o quanto a pessoa sabe sobre um assunto. A seguir, a “Mineração de Competências (S-Miner)”, “Navegação e visualização por árvore hiperbólica” e “Comparação por competência e desempenho de pessoas, grupos, setores, departamentos e universidades” formam um grupo das funcionalidades mais importantes. O S-Miner está ligado diretamente ao problema da detecção, de uma maneira automática, das competências, o que vêm ao encontro do problema de se identificar competências internas. Mecanismos de navegação mais interativos são importantes, o que foi ressaltado pela pontuação “Navegação e visualização por árvore hiperbólica” em comparação ao item “Buscas, relatórios e ferramentas de análise em geral”, o qual recebeu uma pontuação baixa. A parte comparativa recebeu, ou seja, a análise em relação à possíveis concorrentes ou outros do meio acadêmico recebeu grande pontuação em relação a importância.

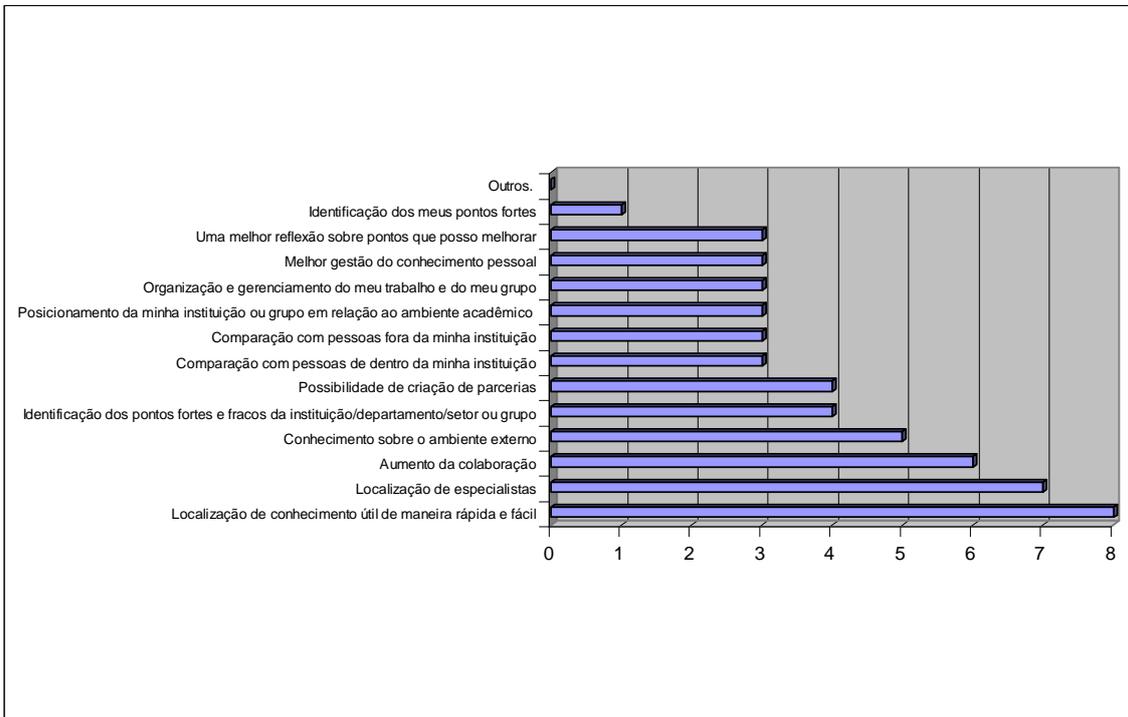
Com pontuação 5, podemos destacar “Identificação de Forças e Fraquezas”, “Reuniões eletrônicas com contextualização das conversas” e “Execução do ‘workflow’ e controle das tarefas”, estas duas estando diretamente relacionadas a comunicação de pessoas e execução de tarefas. A “Extração de competências dos currículos Lattes”, também com 5 votos, mostra mais uma vez a necessidade e importância de mecanismos mais inteligentes na identificação de competências.

Um ponto curioso é em relação à Gestão do Conhecimento Pessoal. Enquanto a “Edição e compartilhamento de mapas mentais” foi um item relativamente bem votado (4 votos) a outra ferramenta de GC pessoal “Diário Web” recebeu apenas um voto. Embora o uso de cadernos de experimentos na vida real seja uma constante e atualmente o uso de “blogs” tenha crescido no cenário virtual, a analogia de juntar os dois conceitos não pareceu ser uma boa idéia para se gerar o conhecimento pessoal.

Um outro fato curioso é que a “Recomendação de Comunidades” foi melhor pontuada que a parte de recomendação de materiais (“Filtro Colaborativo”), enfatizando a importância que a amostra deu em relação a encontrar e conectar pessoas detentoras de um conhecimento à simplesmente disseminar o conhecimento explícito.

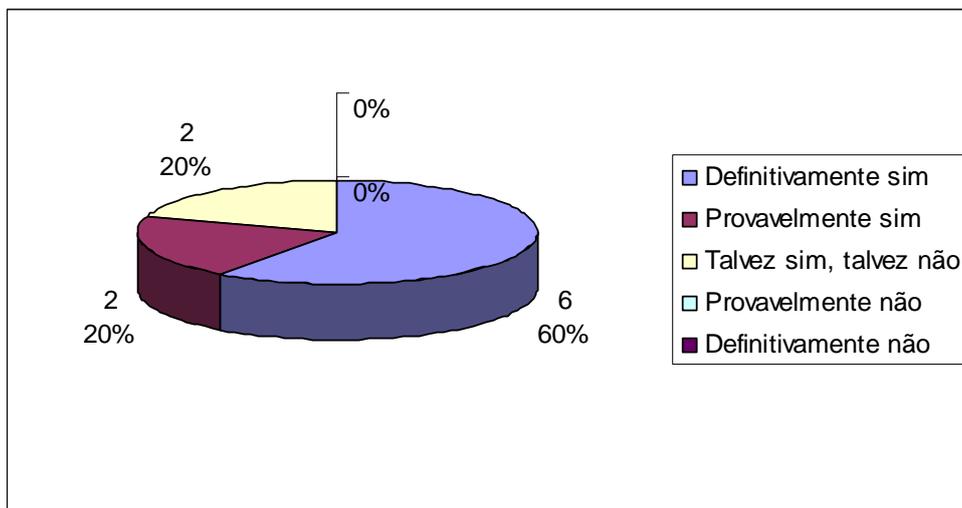
Funcionalidades mais gerenciais, como o reuso (total ou parcial) de “workflows” e busca por um substituto receberam pouca importância (2 votos). Talvez isto se deva à amostra ter poucos líderes de projetos, os projetos serem pequenos (conseqüentemente

não há muitos processos), além do fato das equipes lideradas serem pequenas (no máximo 10 participantes) o que facilita a identificação de um possível substituto.



**Figura 96 - Vantagens para o usuário**

Quanto à viabilidade do uso do GCC no contexto científico nacional, podendo ser utilizado por múltiplas instituições, a maioria dos entrevistados respondeu afirmativamente (60%).



**Figura 97 - Viabilidade de uso no cenário nacional**

Além disto, foram feitas algumas análises qualitativas no que se refere ao que mais agradou na proposta, ao que mais desagradou e o levantamento de funcionalidades a serem acrescentadas no futuro.



Quando perguntados o que mais agradou na proposta, obtivemos como respostas:

- § “Agregar em uma única ferramenta vários aspectos da Gestão de Conhecimento.”;
- § “A possibilidade de efetuar comparações com outros grupos (competidores), além da funcionalidade para acompanhar a evolução do campo de pesquisa (tendências) que deve ser muito útil, apesar de não ter sido implementada ainda.”;
- § “Possibilidade de melhor Gestão do Conhecimento da instituição.”;
- § “A praticidade na obtenção de informações estrategicamente importantes para um projeto.”;
- § “A possibilidade de compartilhamento de conhecimentos entre os indivíduos e empresas para o desenvolvimento de projetos.”;
- § “A localização de competências e a interface amigável.”;
- § “Um ambiente capaz de gerenciar conhecimento de forma centralizada, promovendo a colaboração na comunidade onde for utilizado.”;
- § “Um dos aspectos essenciais de uma pesquisa é a criação de conhecimento, que passa necessariamente pela multiplicação e conexão de idéias. Neste contexto, o GCC pode ser considerado um grande facilitador visto que a ferramenta facilita o acesso às fontes geradoras de idéias e auxilia no gerenciamento dos artefatos produzidos quando uma idéia é efetivamente trabalhada.”;
- § “Possibilidade de criação de parcerias.”;
- § “As possibilidades de ‘captura’ do conhecimento tácito dos pesquisadores e as possibilidades de compartilhamento do conhecimento e de colaboração.”.

Podemos ver o destaque à colaboração e compartilhamento de conhecimento, além da questão estratégica da instituição.

Como pontos de desagrado, podemos citar:

- § “Acho que se tem que tomar cuidado com o caráter excessivo de competição entre instituições, grupos ou pesquisadores, que a ferramenta de Inteligência Competitiva pode trazer. Isso pode causar divisão dentro das equipes e/ou grupos e/ou “pool” de instituições, correndo o risco de



criar no sistema uma característica de “anti-colaboração”, o que em princípio não é desejável no meio científico.”;

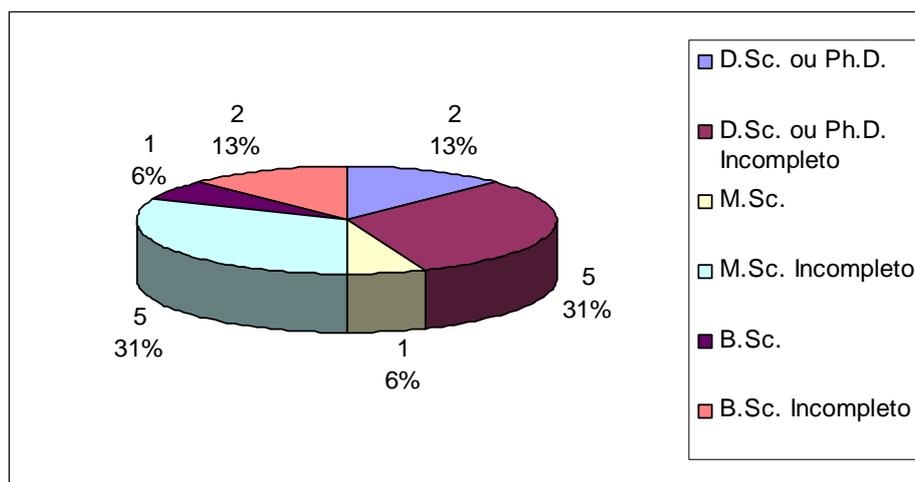
- § “Quantidade de dados a fornecer.”;
- § “Recursos existentes de ‘workflow’ e seu conseqüente uso para aquisição de conhecimento.”;
- § “A dificuldade (cultural) das pessoas preencherem os campos necessários.”;
- § “A linguagem de programação usada na sua construção”;
- § “Falta de ajudas contextualizadas, integração com outras ferramentas de ‘chats’ e fóruns.”;
- § “A alta ‘barreira de entrada’: o sistema é centralizador e exige que se substitua as ferramentas usadas atualmente pelo GCC para que o sistema possa obter dados relevantes (e é necessário um acúmulo de informações e pessoas para que estes façam sentido). Acho isto irrealista, pois as pessoas dificilmente vão abrir mão das suas ferramentas atuais para substituir pelo GCC. Mesmo porque as funcionalidades existentes em SW especializados dificilmente serão tão bem replicadas no GCC, que é mais genérico. Uma das direções recentes em CSCW tem sido a de ‘mashups’, ou ‘sites’/sistemas que combinam dados vindos de vários ‘sites’ diferentes (*Flickr, Google Earth, Delicious, etc.*). Talvez esta linha de trabalho pudesse ser investigada, criando, ao invés de uma ferramenta ‘substituidora’, uma ferramenta ‘integradora’, que recolha e organize informações de ferramentas diferentes...”;
- § “‘Interface’ gráfica do desenhador do ‘workflow’.”.

Dentre as dificuldades, nota-se a questão da integração com ferramentas já existentes e conseqüente sobrecarga de dados iniciais. Este é um item já analisado e está idealizado como um trabalho futuro. Para qualquer sistema, antes de se propiciar as funcionalidade de integração com outros sistemas, torna-se necessário prover funcionalidades básicas. Está previsto, analisado e dimensionado a integração com

ferramentas de gerência de projetos (MS-Project), a exportação dos dados para o *Curriculum Lattes* e o uso de RSS<sup>19</sup> para facilitar a comunicação com outros sistemas.

### 8.1.5 – Análise dos Resultados – Grupo II

O grupo II foi composto por 16 pessoas, com diferentes titulações, como mostrado na Figura 98. Para este estudo foram feitos menos questionamentos para não atrapalhar o andamento das atividades do ‘workshop’.



**Figura 98 - Titulação da Amostra**

A maioria achou a proposta boa (56%) e o restante a achou excelente. Todos se interessaram em utilizar o ambiente.

Quando perguntados o que mais agradou na proposta, obtivemos como respostas:

- § “A facilidade em trocar informações e monitorar o andamento da pesquisa dos membros da rede.”;
- § “A possibilidade de comunicação entre os interessados na área”;
- § “Facilidade de acesso e navegação.”;
- § “Integração de várias áreas de pesquisa.”;
- § “A integração de pesquisadores.”;

---

<sup>19</sup> A tecnologia do RSS (*Really Simple Syndication*) permite aos usuários da internet se inscreverem em sites que fornecem “feeds” (fontes) RSS. Estes são tipicamente sites que mudam ou atualizam o seu conteúdo regularmente. Para isso, são utilizados “feeds” RSS que recebem estas atualizações, desta maneira o usuário pode permanecer informado de diversas atualizações em diversos sites sem precisar visitá-los um a um.



- § “A possibilidade de conhecer as pessoas participantes e suas atividades na rede.”;
- § “A possibilidade de agilizar a integralização”;
- § “A proposta de integração entre os grupos.”;
- § “A facilidade na busca de informações e a possibilidade de contato com profissionais da mesma área.”;
- § “O fluxo de conhecimento em tempos reduzidos.”;
- § “O acesso à informação.”;
- § “A possibilidade de trocar experiências de forma rápida e ágil entre os membros da rede.”;
- § “A possibilidade de se obter informações mais rápidas sem necessidade de deslocamento.”.

Como respostas principais, detectou-se a melhoria na interação e rápida troca de conhecimento, pontos importantes na organização de qualquer rede de pesquisa.

Dos pontos da proposta que desagradaram, podemos citar:

- § “A não confiabilidade da participação em mesmo grau por todos os membros da rede. Alguns usuários podem só usufruir de dados e não relatar nada de seus resultados obtidos.”;
- § “A possível omissão de informação na troca de conhecimento.”;
- § “O fato de não estar claro a responsabilidade da propriedade intelectual.”;
- § “Possível omissão na troca de informação.”;
- § “A possibilidade de ‘envelhecer’ com facilidade.”;
- § “A proposta talvez não tenha levado em conta que em muitas vezes os participantes ‘omitem’ informações.”;
- § “A possível integração entre os especialistas e conhecedores da PACOS, troca de conhecimentos e informações.”.

Resumidamente, os pontos principais são a proteção intelectual e a não-participação dos membros. Em relação à proteção intelectual, o GCC tem níveis de segurança diferenciados para elemento, interação de comunidades, projetos e análises estratégicas. Quanto a participação passiva de alguns, o ambiente provê ferramentas de análise que auxiliam na identificação destes casos. Com isto, os moderadores das comunidades, gerentes de projetos ou coordenadores da rede podem se precaver ou tomar medidas que acharem mais convenientes.



Como sugestões de funcionalidades, foram mencionadas:

- § “Ampliar esta rede não só para PACOS, mas também para outras áreas de conhecimento”;
- § “Criar normas para aos integrantes para que se possa proteger a propriedade intelectual.”;

## **8.2 – Estudo de Caso do GCC – Parte de Inteligência Competitiva**

Um estudo investigativo foi realizado para coletar avaliações especificamente para o Módulo de Inteligência Competitiva, no GCC.

As etapas de descrição e planejamento do estudo apresentado nas próximas subseções foram realizadas em ao longo de 2 meses, entre janeiro e fevereiro de 2006. A instrumentação do estudo, que incluiu a população de uma base com dados reais, consumiu o trabalho de uma mestranda (KAWAMURA, 2006) e de um aluno de projeto final (MARTINO, 2006).

Nesta seção, apresentamos um estudo de investigação que avalia a importância do Módulo de Inteligência Competitiva para questões estratégicas em instituições brasileiras de ensino ou pesquisa. Inicialmente, definimos as etapas envolvidas no estudo e apresentamos como estas etapas foram realizadas. Em seguida, apresentamos as observações obtidas durante o estudo. Todos os documentos utilizados se encontram nos Apêndices B e C de (KAWAMURA, 2006).

### **8.2.1 – Definição**

O contexto global continua sendo o mesmo da avaliação geral do GCC.

O contexto local desse estudo tem como objetivo avaliar a viabilidade da utilização do módulo de inteligência competitiva do GCC como ferramental de apoio às tomadas de decisão e questões estratégicas em instituições de ensino e pesquisa. O estudo foi desenvolvido tendo em vista a continuidade do desenvolvimento de pesquisas relacionadas com esta abordagem.

Seguindo as diretrizes definidas por (BARROS, WERNER, TRAVASSOS, 2002), podemos ressaltar:

- § Objeto de Estudo: o módulo de inteligência competitiva do GCC.



§ Objetivo: observar a utilização e aplicabilidade do módulo de Inteligência Competitiva, obtendo informações que possam indicar o quão aplicável é esta solução ao cenário das Instituições de Ensino e Pesquisa. Novos requisitos, bem como deficiências, são passíveis de ser identificados neste processo de utilização do ambiente.

§ Foco de Qualidade: os ganhos referentes à análise de desempenho e comparação com possíveis concorrentes, além da identificação das dificuldades encontradas pelos usuários em seu entendimento e possível utilização.

§ Perspectiva: o estudo foi desenvolvido sob a ótica do profissional da Ciência, que executa atividades científicas. Neste estudo não estamos diretamente interessados em analisar desempenho (em relação a tempo de resposta) ou elementos de “interface” para a utilização das soluções propostas. Entretanto, consideramos que melhorias nestes quesitos podem ser identificadas através de análises e estudos futuros, com o real uso do ambiente.

§ Contexto: A demonstração e uso do ambiente com dados reais.

Seguindo a notação *Goal-Question-Metric* (GQM) (SOLINGEN, BERGHOUT, 1999), a definição do estudo é:

**Analisar** a viabilidade de utilização do módulo de inteligência competitiva do GCC para apoiar processos decisórios no que se refere à análise da concorrência.

**Com o propósito de** recolher requisitos de melhorias e avaliar a viabilidade do seu uso no cenário científico brasileiro.

**Referente** aos possíveis ganhos obtidos por seu uso e as dificuldades encontradas.

**Do ponto de vista** do pesquisador e pessoas com funções mais estratégicas em instituições de ensino ou pesquisa.

**No contexto de** inteligência competitiva em ambientes científicos, no cenário nacional.

### 8.2.2 – Planejamento

§ **Participantes**



Na primeira parte deste estudo, KAWAMURA(2006) conduziu o processo de forma a mostrar a ferramenta desenvolvida e suas vantagens em relação às ferramentas já existentes.

Para a realização da segunda etapa desse estudo, foram convidadas pessoas do ambiente acadêmico, sendo três (3) professores da COPPE/UFRJ (todos com doutorado), cinco (5) alunos de doutorado e dois (2) alunos de mestrado.

Todos os participantes fazem parte do ambiente acadêmico e buscam produtividade, colaboração e melhorias no ambiente no qual estão inseridos. O módulo de Inteligência Competitiva pode ser útil para os tomadores de decisão, professores, alunos de doutorado, alunos de mestrado e alunos de uma forma geral.

### § **Treinamento**

O treinamento sobre o módulo ambiente foi feito através de demonstração de suas funcionalidades para todos os participantes, em diferentes momentos. O treinamento pôde ser interrompido, em qualquer ocasião, para possíveis perguntas.

### § **Instrumentos**

Para todos os participantes foi disponibilizado:

§ Um computador para acessar:

- Site do CNPq onde é possível buscar o Currículo Lattes
- Site da CAPES
- GCC – módulo de Inteligência Competitiva.

§ Questionário a ser respondido pelos participantes. Os questionários estão disponíveis no Apêndices B de (KAWAMURA, 2006).

### § **Crítérios**

O foco de qualidade do estudo exige critérios que avaliem os possíveis ganhos obtidos e as dificuldades encontradas no ambiente. Tanto os ganhos quanto as dificuldades foram avaliados qualitativamente, através dos questionários já mencionados, os quais podem ser encontrados no Apêndices B de (KAWAMURA, 2006). Esta análise tem o objetivo de avaliar o ambiente, dificuldade e possibilidades de melhorias futuras.

### § **Hipótese Nula**

A hipótese nula determina que a utilização das ferramentas implementas no módulo de inteligência competitiva no GCC NÃO produzem benefícios durante um processo decisório ou de análise competitiva.

### § **Hipótese Alternativa**



No estudo atual, a hipótese alternativa determina que os participantes do estudo que avaliaram este módulo podem ter benefícios no que se refere à análise competitiva.

#### § **Variáveis Independentes**

As áreas de pesquisa de cada participante são informações independentes coletadas durante o estudo.

#### § **Variáveis Dependentes**

Todas as demais variáveis são dependentes.

#### § **Análise Qualitativa**

Tem o objetivo de avaliar a o que mais agradou e o que mais desagradou na proposta, além de dificuldades e sugestões.

#### § **Capacidade Aleatória**

Os indivíduos que realizaram o estudo foram selecionados aleatoriamente dentre o universo de candidatos a participantes, obedecendo apenas como critério termos uma massa de professores, um grupo alunos de doutorado e outro de mestrado devido as diferentes necessidades de tais grupos, conforme especificado no parágrafo Participantes.

#### § **Classificação em Blocos**

Os blocos analisados foram: professores, alunos de doutorado e alunos de mestrado.

#### § **Balanceamento**

Não há a necessidade de balanceamento.

#### § **Mecanismo de Análise**

As variáveis dependentes são apresentadas utilizando-se as escalas próprias de cada variável. Além disto, os resultados são discutidos utilizando-se por base análise baseada no ranqueamento dos resultados obtidos pelos participantes.

#### § **Validade Interna do Estudo**

Contamos com 10 (dez) participantes, o que garante um bom nível de validação interna do estudo. Certamente, um número maior de participantes melhoraria a validade interna do estudo.

Outro ponto que pode influenciar o resultado do estudo é a troca de informações entre os participantes que já realizaram o estudo e os que não o realizaram. Para evitar este problema, requisitamos explicitamente que os participantes não trocassem



informações a respeito do projeto e nem se comunicassem enquanto preenchiam os questionários.

#### § **Validade Externa do Estudo**

A validade externa do estudo é considerada suficiente, visto que o presente estudo visa avaliar a viabilidade de uma aplicação. Demonstrada esta viabilidade, novos estudos podem ser planejados para refinar a solução.

#### § **Validade de Construção do Estudo**

Os dados utilizados no estudo são reais. Além disso, o estudo não visa avaliar a correção do cenário, mas a viabilidade do uso do módulo.

#### § **Validade de Conclusão do Estudo**

Não encontramos grandes dificuldades em relação à capacidade de conclusão do estudo, visto os seus resultados diretos. Além disso, o estudo utiliza medidas objetivas, o que neutraliza a influência humana sobre os dados apurados e analisados.

### **8.2.3 – Execução**

O experimento foi dividido em duas etapas. A primeira parte é uma análise da ferramenta e a apresentação de suas vantagens em relação às ferramentas existentes atualmente. Essa primeira parte foi conduzida individualmente, a fim de explorar todos os recursos do ambiente proposto e desenvolvido.

A segunda parte foi feita com uma amostra de pessoas, onde elas usam o módulo de Inteligência Competitiva e fazem uma avaliação do sistema respondendo a um questionário, encontrado no Apêndices B de (KAWAMURA, 2006).

Para cada etapa são analisados os sub-módulos Lattes e CAPES, pois estes sub-módulos tem bastante interatividade com o usuário, apresentam mecanismos de análise temporal e comparativa e possuem outros meios que eles possam ser comparados. Os outros sub-módulos não foram incluídos no estudo de caso, pois não possuem nenhum outro ferramental que possam apresentar funções semelhantes, ou seja, que possam conseguir consultas e resultados parecidos.

### **8.2.4 – Análise dos Resultados**

Nesta seção serão apresentados os resultados obtidos das etapas de avaliação do módulo de Inteligência Competitiva.



### **8.2.4.1 – Condução individual do experimento**

A primeira parte do estudo foi conduzida individualmente. Todo o processo é explicado com o uso das ferramentas existentes, bem como são comentadas as suas vantagens. Só ressaltando que os resultados desta primeira parte do estudo de caso não foi apresentada aos participantes para não correr risco de influenciar a opinião da amostra. Os participantes usaram o questionário para condução do estudo de caso.

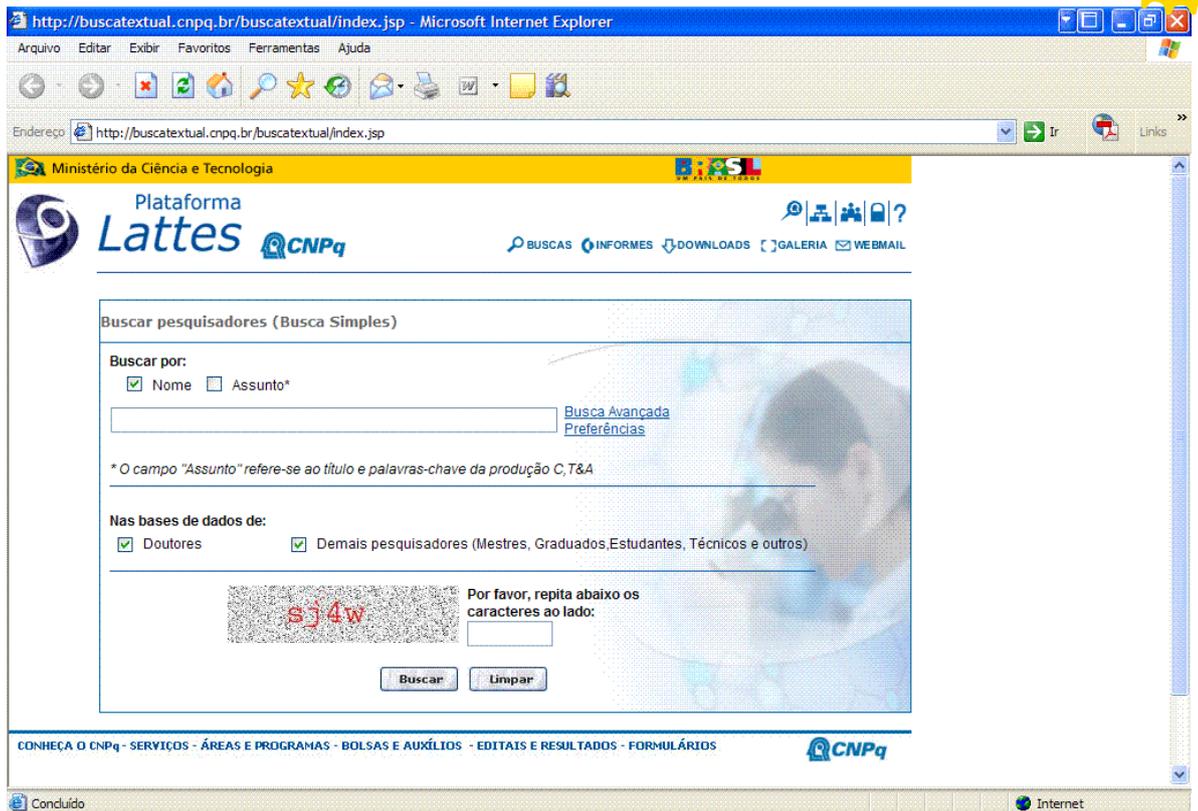
#### **8.2.4.1.1 – Sub-Módulo Lattes**

Para avaliar o sub-módulo Lattes, foram criados cenários com a finalidade de comparar o módulo de Inteligência Competitiva do GCC e as ferramentas de buscas e consultas disponíveis na Plataforma Lattes.

##### **8.2.4.1.1.1 – Cenário I – Comparação Individual**

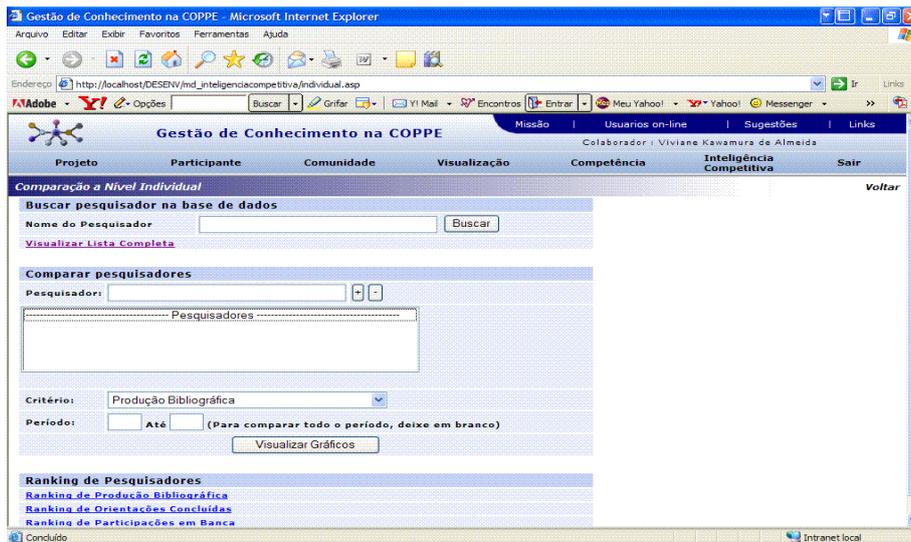
O primeiro cenário é a comparação de dois pesquisadores. Imagina-se que queira analisar indicadores de desempenho como produção bibliográfica, produção técnica, projetos, orientações, participação em bancas, prêmios e títulos e o percentual de colaboração do pesquisador nos últimos 7 anos. Neste caso, foram avaliados dois currículos, mas a identidade das pessoas foi preservada.

Na página de busca do CNPq (CNPq, 2006), conforme Figura 99, é digitado o nome de um dos pesquisadores. Uma tela com os resultados é mostrada para que se escolha a pessoa na qual se busca, assim que o link é selecionado, o Currículo Lattes é aberto. Este processo de busca deve ser feito duas vezes, uma vez para cada pesquisador.



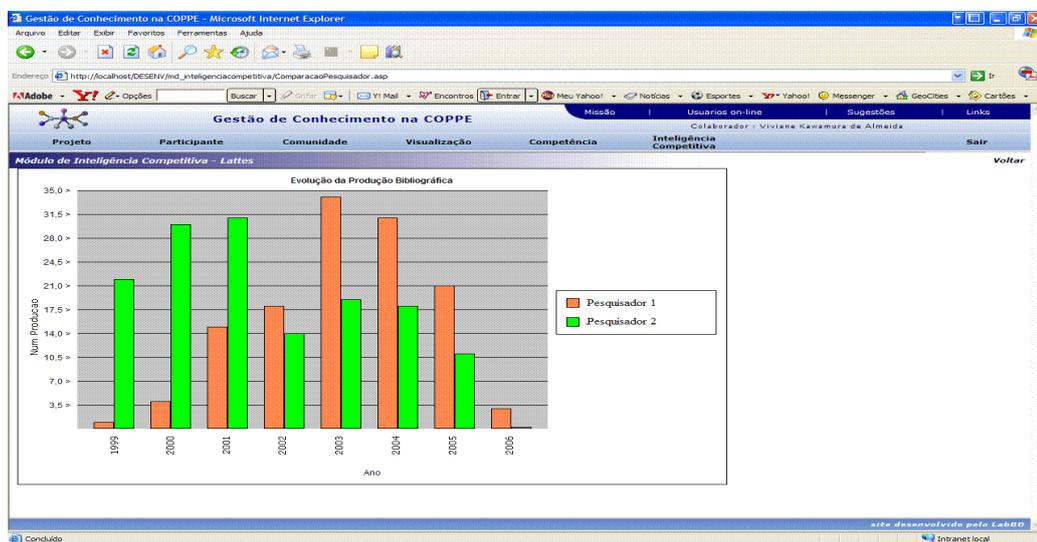
**Figura 99: Página de Busca do currículo Lattes**

No módulo de Inteligência Competitiva, é possível buscar indicadores do currículo Lattes de dois pesquisadores de uma vez só. Porém, se desejar visualizar as informações detalhadas do currículo (como as publicações e outros trabalhos desenvolvidos) também é permitido, acessando a página individual de cada currículo. A Figura 100 mostra a tela de busca, comparação e ranking. Na primeira parte da tela, a busca, é possível acessar as informações individualizadas de cada currículo. A segunda parte da tela, a comparação, é permitido adicionar n pesquisadores, escolher o critério de comparação que se deseja consultar e restringir o período de consulta caso seja de interesse. E na terceira parte da tela, estão os “rankings”.



**Figura 100: Comparação a nível individual**

No currículo Lattes, para se comparar a produção de dois pesquisadores é preciso ir ao currículo e comparar, manualmente, item a item de cada produção. Para ter uma análise temporal seria um trabalho mais minucioso, pois é necessário localizar em cada publicação a sua data e fazer a análise desejada. Já no sub-módulo Lattes bastaria apenas escolher o critério e o período e um gráfico é gerado com os resultados (conforme pode ser observado na Figura 101). Uma análise temporal pode ser feita com os resultados fornecidos pelo sub-módulo Lattes.



**Figura 101: Resultado da comparação a nível individual**

Outra grande facilidade no sub-módulo Lattes é o “ranking”, onde o usuário pode priorizar pontos considerados mais importantes, atribuindo pesos diferentes a cada um dos itens, classificando o que ele julga ser mais ou menos importante. Também é

possível delimitar o espaço de tempo que se deseja visualizar as informações. Há “ranking” para diversos critérios, os quais foram explicados previamente na explicação do módulo.

Na página do CNPq, a busca avançada permite a ordenação dos resultados por “score” (Figura 102). Porém, não está explícito qual o critério levado em consideração na ordenação dos resultados, não sendo possível também priorizar pontos considerados mais relevantes. Um ponto interessante na busca é a possibilidade de utilizar alguns tipos de filtros, como também pode ser visto na Figura 102.

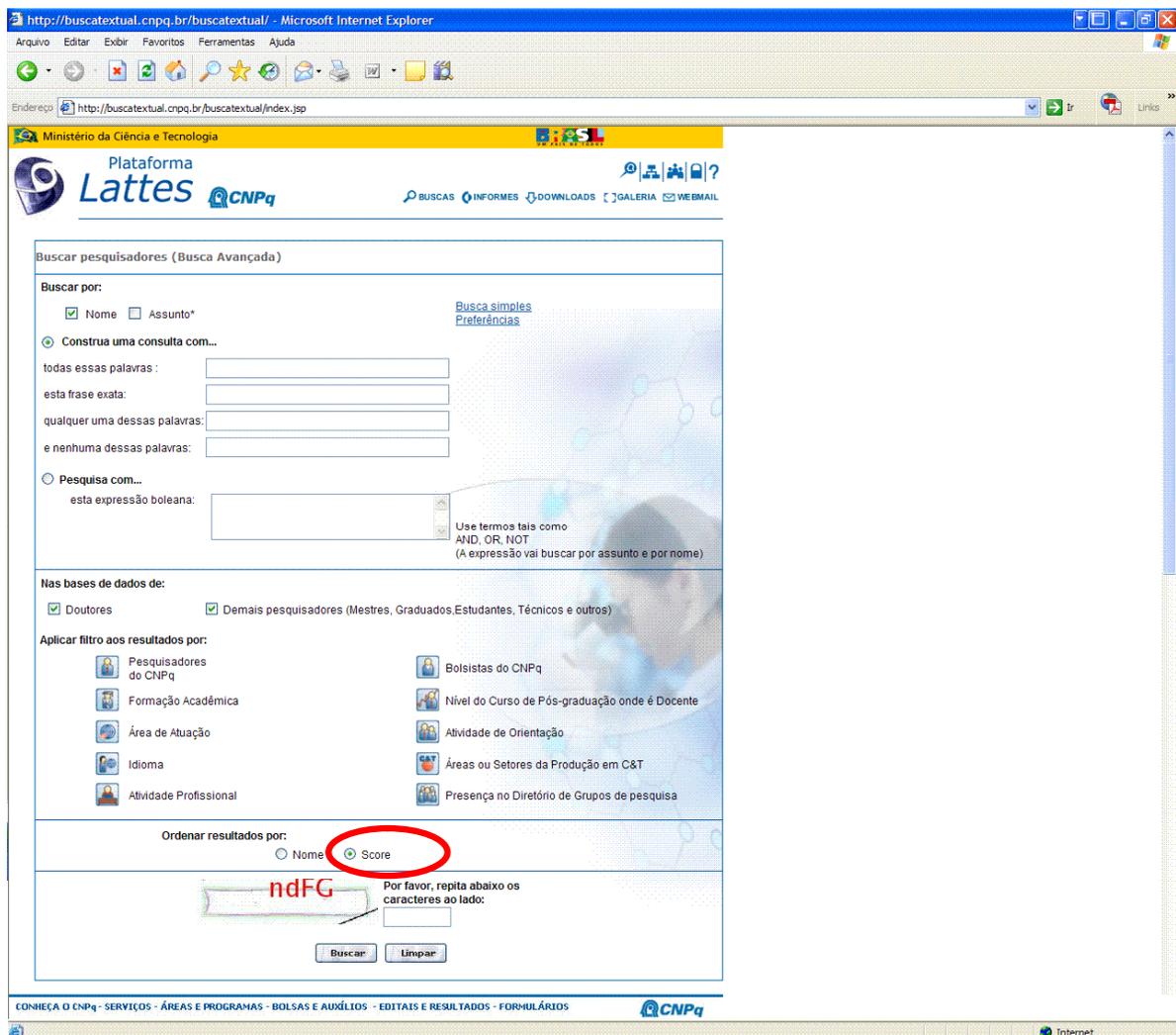


Figura 102: Busca Avançada - Plataforma Lattes

#### 8.2.4.1.1.2 – Cenário II – Comparação Agregada

O segundo cenário é a comparação agregada, ou seja, setorial (linha de pesquisa ou departamento) ou por instituição.

Na página do CNPq existe o Diretório dos Grupos de Pesquisa que se constitui em bases de dados (censitárias e corrente) as quais contêm informações sobre os grupos de pesquisa em atividade no País. Porém, não é possível agrupar essas informações por setor (linha de pesquisa ou departamento da instituição).

Em nível institucional, na Plataforma Lattes, existe o Diretório de Instituições, que é o componente concebido para promover as organizações do Sistema Nacional de CT&I à condição de usuárias da Plataforma. Somente consultas simples podem ser realizadas neste diretório, onde é possível visualizar informações básicas (como identificação, endereço, dados pra contato, missão, entre outras) e a hierarquia institucional.

A busca somente pode ser feita pelo nome/ sigla da instituição ou CNPJ, como mostrado na Figura 103. Neste cenário, se for preciso comparar informações entre instituições ou departamentos ou linhas de pesquisa, é necessário buscar o Currículo Lattes de todos os pesquisadores da instituição/departamento/linha de pesquisa e contabilizar as produções de cada um dos integrantes.

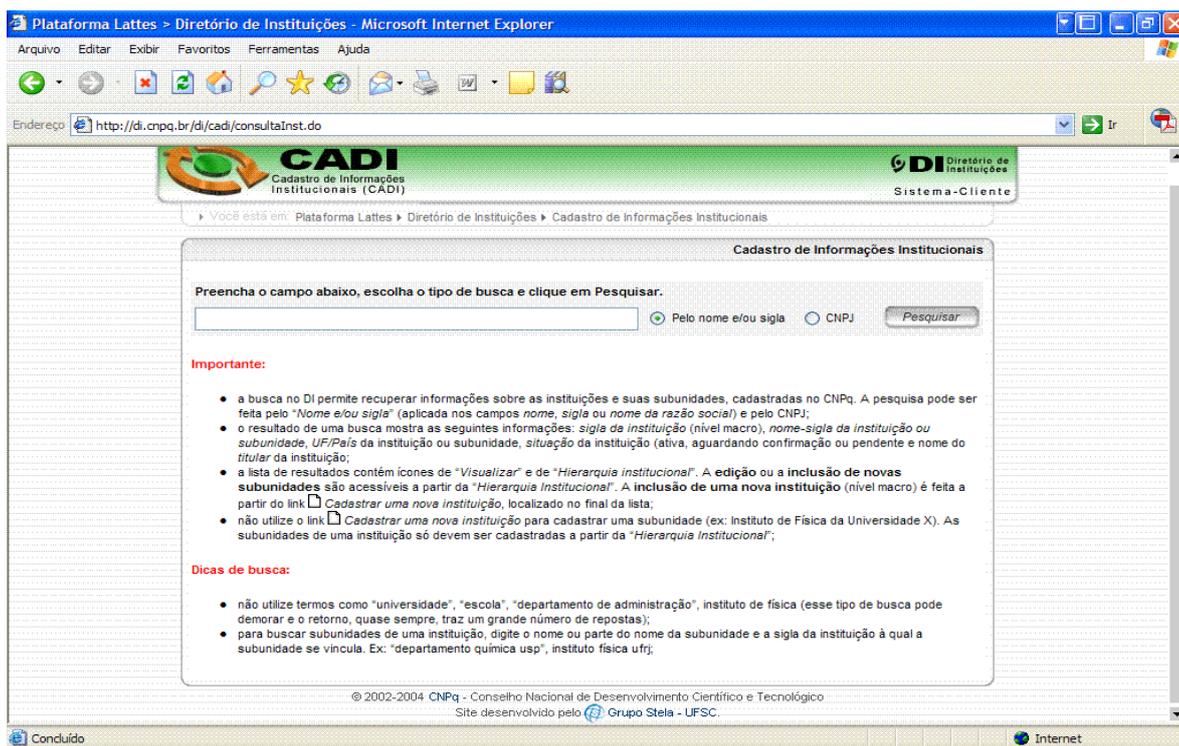
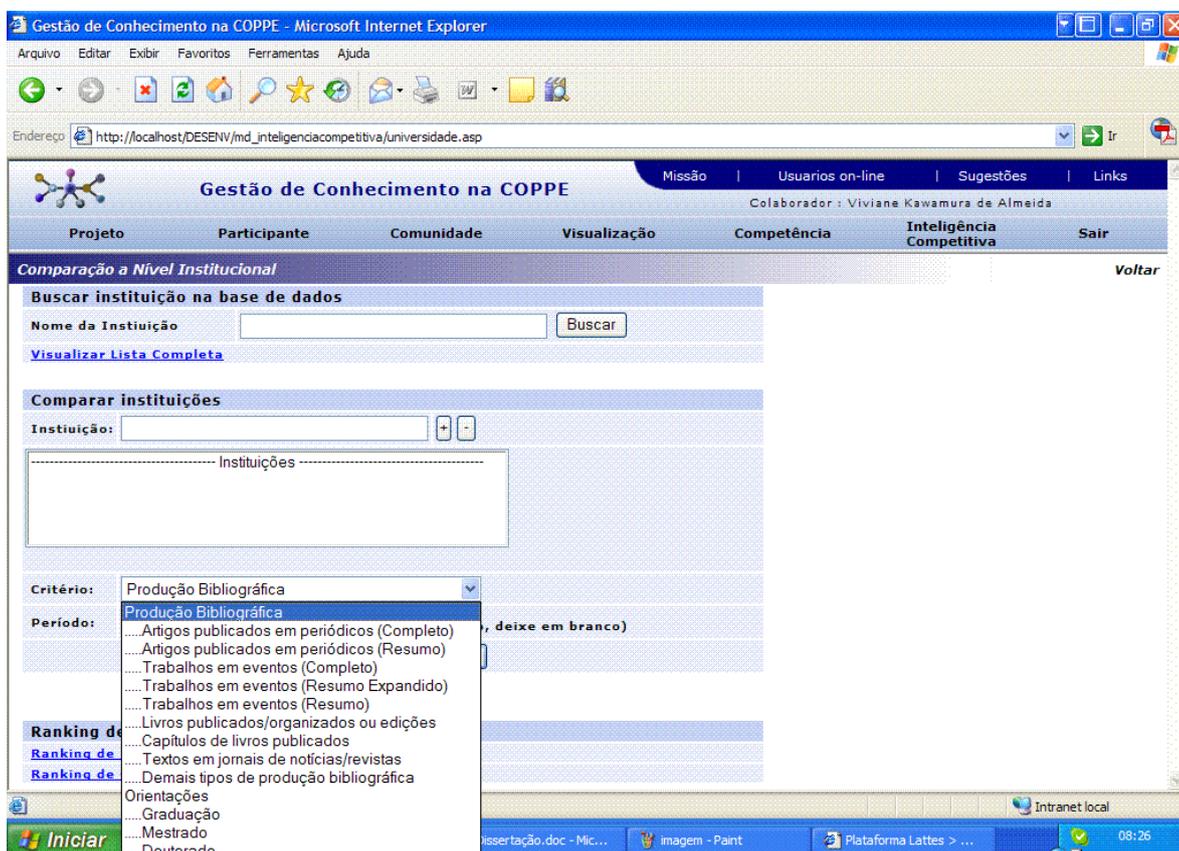


Figura 103: Busca no Diretório de Instituições - Plataforma Lattes

Já o sub-módulo Lattes do módulo Inteligência Competitiva do GCC permite facilmente comparar agregações como linhas de pesquisa, departamentos ou instituições. Para isto, basta escolher qual a granularidade que se necessita, e quais são

as linhas ou departamentos ou instituições que se deseja comparar e o critério que se deseja analisar (Figura 104). A lista de critérios disponíveis está cortada na figura. A lista completa pode ser vista no capítulo onde é descrito o módulo. Ressalta-se também que é possível definir um período e comparar a evolução do critério escolhido ao longo do tempo.



**Figura 104: Comparação a nível institucional**

#### 8.2.4.1.1.3 – Cenário III – Busca por Competências

Um terceiro cenário, e muito importante, é a busca por competência. São vários os possíveis usos desta funcionalidade, tais como: competição, colaboração, formação de equipes, escolha do orientador ou co-orientador, escolha de uma pessoa para ser um exemplo ou foco, escolha de pessoas para a formação de bancas de graduação/mestrado/doutorado, auto-avaliação, entre outras.

De uma forma simples, é possível fazer buscas por competência no Lattes, escolhendo no momento da busca o campo "Assunto", que se refere ao título e palavras-chave da produção C,T&A.

Porém no GCC – Módulo Inteligência Competitiva - há um refino maior na descoberta de competências. Ainda há a ponderação de pontos levando em consideração quem está trabalhando em uma área da Ciência recentemente, a fim de que se privilegie quem mais recentemente atua em uma área, caso esta pessoa seja comparada com outra que atuou na mesma área durante o mesmo tempo (em anos), só que em um passado mais distante.

A quantidade de resultados apresentados no sub-módulo Lattes é menor, porém muito mais específica e exata dentro do que o usuário está buscando. O universo de busca pode ser delimitado de acordo com a sua necessidade (linha de pesquisa, departamento, instituição ou geral).

Por exemplo, podem ser listados somente os pesquisadores de uma universidade que detenham uma determinada competência, no caso “ontologias” (Figura 105). Os nomes das pessoas foram alterados para preservar a identidade.

Posição	Pesquisador	Relevância
1	Maria da Silva	17,7
2	Joaquina de Oliveira	17,7
3	João João	17,4
4	Marcelo Oliveira	17,1
5	Rita de Cássia	12
6	Tales Pereira	9
7	Ana Maria dos Santos	9
8	Fátima Moura	9
9	Zé Barbosa	8,1
10	Juca de Paula	8,1
11	Adriana Soares	3

Figura 105: Tela de resultados de Competências

### 8.2.4.1.2 – Sub-Módulo CAPES



Para se conhecer o resultado da avaliação trienal da CAPES, é necessário acessar sua página na “web” e localizar os documentos que contêm este resultado, os quais estão disponíveis em formato pdf.

Supondo um cenário onde a universidade X - curso Y, precise comparar o resultado da avaliação da CAPES das instituições que estão com a mesma nota que ela na última avaliação da CAPES. A universidade X – curso Y possui nota 6 na última avaliação, e, neste cenário ilustrativo, há mais 2 universidades com nota 6 nesta última avaliação da CAPES.

No sub-módulo CAPES do módulo Inteligência Competitiva basta escolher as instituições com nota 6 e selecionar quais critérios deseja consultar (permitindo consultar todos). Uma tabela com item, nota da universidade X – curso Y, nota da universidade 1 e nota da universidade 2 seria apresentada, sendo possível facilmente comparar os itens avaliados pela CAPES.

Imagine que a universidade X queira saber quais são seus pontos fortes e quais são seus pontos fracos em relação às outras universidades para auxiliar nas decisões estratégicas. Com uma única consulta, o sub-módulo CAPES ressalta somente os pontos fracos ou pontos fortes da instituição escolhida em relação às outras. Este processo seria muito mais trabalhoso varrendo item a item dos documentos em questão.

#### **8.2.4.2 – Estudo Utilizando Amostra**

Essa segunda etapa do estudo de caso foi feita com uma amostra de pessoas sendo três (3) professores da COPPE/UFRJ (todos com doutorado), cinco (5) alunos de doutorado e dois (2) alunos de mestrado.

Para as perguntas de caráter objetivo, a escala de mensuração usada foi a escala ordinal onde as opções de respostas são colocadas em uma seqüência que pode ser ordenada. A escala de respostas usada neste experimento foi: Definitivamente sim, Provavelmente sim, Talvez sim, Talvez não, Provavelmente não e Definitivamente não.

Para as perguntas de caráter subjetivo (perguntas de múltipla escolha) foram sugeridas algumas respostas, permitindo também aos entrevistados exporem sua opinião.

O objetivo deste estudo é conhecer a percepção dos entrevistados em relação ao módulo de Inteligência Competitiva desenvolvido. Os questionários usados podem ser vistos no Apêndices B de (KAWAMURA, 2006).



### 8.2.4.2.1 – Sub-Módulo Lattes

Foram definidas atividades para que o entrevistado pudesse testar o módulo de Inteligência Competitiva. O questionário foi dividido em três (3) etapas: um para comparação individual, um para comparação por competência e outra para comparação agregada (setorial e institucional).

Quando questionado aos entrevistados se eles consideram útil a comparação a nível individual, obteve-se o seguinte resultado:

- § 70% responderam definitivamente sim;
- § 20 % responderam provavelmente sim;
- § 10% responderam talvez sim, talvez não;

Sendo que os principais usos visualizados são:

**Tabela 63: Principais usos da comparação individual**

Percentual	Usos
80%	Competição
80%	Colaboração
80%	Auto-avaliação
70%	Formação de Equipes
70%	Decisão estratégica – nível gerencial
60%	Escolha de orientador ou co-orientador
30%	Tomar como Exemplo

Ao perguntar aos usuários se eles consideram os critérios de busca e comparação claros na Plataforma Lattes, baseando-se na execução das atividades realizadas para o estudo de caso e em suas experiências anteriores, eles responderam:

- § 10% - Provavelmente sim;
- § 20% - Talvez sim, talvez não;
- § 50% - Provavelmente não;
- § 20% - Definitivamente não;



Para a comparação e avaliação a nível individual foram sugeridos pelos participantes novos critérios de comparação, tais como: comparação por faixa etária e comparação por região demográfica (região, estado e cidade).

Os critérios levantados são importantes, pois através deles será possível conhecer a distribuição territorial da pesquisa brasileira podendo traçar um perfil por região e faixa etária da pesquisa nacional.

Quanto à busca por competências, a avaliação dos participantes quanto a acreditar que o ambiente possa trazer algum tipo de benefício, teve as seguintes respostas:

§ 70% responderam definitivamente sim

§ 30 % responderam provavelmente sim

Sendo os principais usos:

**Tabela 64: Principais usos da busca por competência**

<b>Percentual</b>	<b>Usos</b>
100%	Formação de Equipes
90%	Colaboração
70%	Escolha de orientador ou co-orientador
50%	Auto-avaliação
50%	Competição
30%	Tomar como Exemplo

Como se pode observar nas respostas, as pessoas visualizam principalmente a formação de equipes e colaboração para a busca/comparação por competências. Isto é um ponto positivo, pois, como já mencionado, a formação de equipes e o trabalho em grupo pode trazer grandes benefícios para a instituição.

Outros usos reportados pelas pessoas da amostra foram:

- Conhecer tendências das áreas – As palavras de um participante foram: “Saber o melhor em um assunto para eu identificar as áreas que ele está pesquisando. Provavelmente estas áreas são áreas promissoras”;



- Escolher professores para formação de bancas;
- Divulgar eventos científicos direcionando as pessoas da competência do evento. (Na proposta do módulo de Inteligência Competitiva - capítulo 5- esta ferramenta é disponibilizada aos seus usuários).

Quando questionado aos participantes sobre o mecanismo de busca por assunto existente no Lattes (Plataforma Lattes) e se eles o consideram um bom mecanismo para busca de competências, as respostas foram:

- § 10% responderam provavelmente sim
- § 30% responderam talvez sim, talvez não
- § 20% responderam provavelmente não
- § 40% responderam definitivamente não

Como sugestões de outros critérios de comparação por competências a serem acrescentados no módulo de Inteligência Competitiva, foram relatados: permitir múltiplos critérios (*AND* e *OR*); visualização de competência "atual"; e comparação complementar (competências que eu não tenho que outras pessoas têm).

Os dois primeiros critérios sugeridos são de extrema importância e devem ser acrescentados ao sub-módulo Lattes do módulo de Inteligência Competitiva. Para o terceiro deve ser analisado o custo/benefício para então ser incorporado ao ambiente. A busca e comparação usando os operadores *AND* e *OR* enriquecem em muito a busca e atendem melhor as necessidades dos usuários, bem como permitir ao usuário escolher a faixa de tempo para a busca de competências.

Quanto à vantagem na análise de agregação setorial e institucional, tivemos o seguinte quadro:

- § 90 % responderam definitivamente sim
- § 10% responderam talvez sim, talvez não

Sendo os principais usos:

**Tabela 65: Principais usos da análise agregada**

<b>Percentual</b>	<b>Usos</b>
90%	Comparação
90%	Auto-avaliação da instituição ou setor
80%	Escolha da instituição onde vai estudar/ trabalhar



70%	Decisão estratégica – nível gerencial
30%	Tomar como Exemplo
30%	Colaboração

Outros critérios foram sugeridos para as visualizações agregadas, são eles:

- § Verbas adquiridas. Este indicador está previsto pelo módulo de Inteligência Competitiva, porém não pertence ao sub-módulo Lattes, pois o mesmo não está disponível nas informações contidas no currículo.
- § Bens (Parque tecnológico, espaço físico). Idem ao anterior.
- § Região Demográfica (Região, Estado e Cidade). É um indicador interessante para ser ter um panorama da pesquisa em todo o território brasileiro.

Na pergunta se há mais facilidades de busca no sub-módulo Lattes comparado ao site do CNPq, tem-se o seguinte resultado:

- § 80% responderam definitivamente sim
- § 20% responderam provavelmente sim

Sendo que as principais vantagens vislumbradas do sub-módulo Lattes, do módulo de Inteligência Competitiva do GCC, são:

**Tabela 66: Principais vantagens do sub-módulo Lattes**

<b>Percentual</b>	<b>Vantagens</b>
80%	Facilidade de visualização (gráficos)
80%	Categorizações definidas (ranking)
80%	Facilidade de busca
70%	Maior apoio à tomada de decisão
70%	Análise crítica
30%	Tempo de resposta



Como sugestões, comentários, crítica, tivemos:

Foi comentado por um dos participantes da amostra: “Nas opções de visualização dos “Rankings”, a especificação de pesos numéricos às vezes pode ser um pouco confusa. Talvez, fosse mais conveniente especificar escalas, como por exemplo, muito significativo, significativo, pouco significativo, não tem relevância”.

Foi sugerido por duas pessoas que fossem usados gráficos de barras empilhadas para as categorias agregadas.

Um participante comentou que não está claro a diferença entre os conceitos de setor, departamento e linhas de pesquisa na ferramenta e que isto deve ficar bem definido para o usuário.

Como sugestão, foi comentada também a possibilidade de fazer "*drill up*" e "*drill down*", como existente em ferramentas OLAP. Uma outra idéia é que o ambiente apoiasse o pesquisador/setor/instituição a definir metas e que os ajudasse no monitoramento, além de oferecer suporte e subsídios para alcançá-las.

#### 8.2.4.2.2 – Sub-Módulo CAPES

Para este sub-módulo também foram definidas atividades para que os entrevistados pudessem seguir e responder ao questionário [Apêndices B de (KAWAMURA, 2006)].

Para a pergunta se há facilidades nos critérios de busca/ comparação no sub-módulo Capes, as respostas foram:

- § 70% responderam definitivamente sim
- § 10% responderam provavelmente sim
- § 10% responderam provavelmente não
- § 10% responderam definitivamente não

Como sugestão para outros critérios de busca/comparação foi solicitada que o sub-módulo permitisse mostrar a progressão da universidade ao longo do tempo (evolução). Esta já é uma melhoria prevista neste trabalho.

As respostas quanto aos usos e vantagens do sub-módulo CAPES vislumbrados pela amostra podem ser observadas na tabela abaixo:

**Tabela 67: Usos e vantagens do sub-módulo CAPES**

Percentual	Usos

90%	Decisão estratégica – nível gerencial
80%	Escolha da instituição onde vai estudar/ trabalhar
80%	Comparação
80%	Auto-avaliação da instituição
<b>Percentual</b>	<b>Vantagens</b>
100%	Análise crítica – conhecimento dos pontos fracos e fortes
70%	Facilidade de busca
70%	Facilidade de visualização
60%	Maior apoio a tomada de decisão
60%	Tempo de resposta

Como outras sugestões de prováveis usos foram abordadas: “Planejamento”, “Política Nacional” e auxílio na Contratação de Universidades (visão de empresas).

Algumas pessoas reportaram que gostaram do refinamento da consulta.

#### 8.2.4.2.3 – Perguntas Gerais

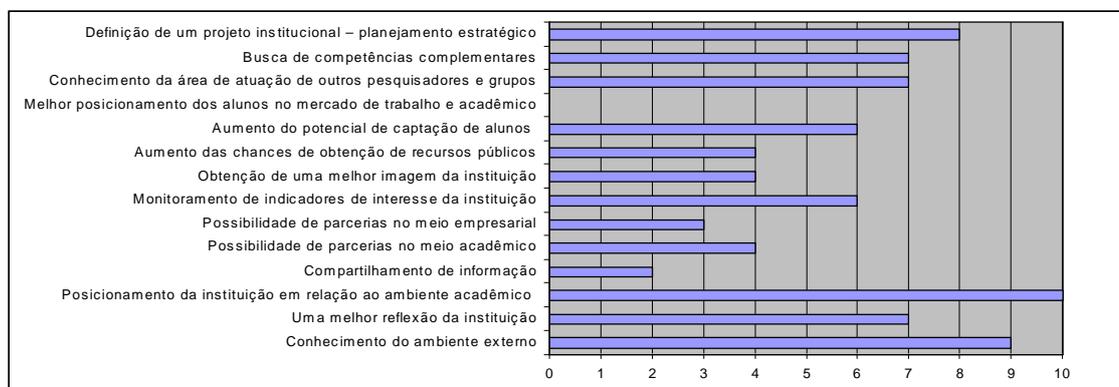
Um terceiro questionário para avaliar o módulo de Inteligência Competitiva como um todo foi elaborado para os entrevistados. Os resultados foram consolidados e estão apresentados a seguir:

Ao perguntar se eles consideram o ambiente como um bom mecanismo para auxiliar a Inteligência Competitiva, 90% respondeu que definitivamente sim e os outros 10% disseram que provavelmente sim.

Como podemos observar a aceitação do ambiente foi completamente positiva, sendo considerado útil para as Instituições de Ensino e Pesquisa na visão dos entrevistados.

E sobre a viabilidade do uso do ambiente no contexto nacional, 90% dos entrevistados respondeu que definitivamente sim e os outros 10% disseram que provavelmente sim.

As principais vantagens ou benefícios alcançados pelo módulo de Inteligência Competitiva, segundo a opinião das pessoas da amostra, podem ser visualizadas no gráfico a seguir.



**Figura 106: Principais vantagens e benefícios do módulo de IC**

Como observamos no gráfico, todos os participantes citaram como benefício principal do módulo de Inteligência Competitiva conhecer o posicionamento da instituição em relação ao ambiente acadêmico, sendo os outros benefícios bastante citados pelos participantes também. Em média os participantes citavam pelos menos 7 benefícios dentre os listados, que são:

- Posicionamento da instituição em relação ao ambiente acadêmico
- Conhecimento do ambiente externo
- Definição de um projeto institucional – planejamento estratégico
- Uma melhor reflexão da instituição
- Conhecimento da área de atuação de outros pesquisadores e grupos
- Busca de competências complementares
- Monitoramento de indicadores de interesse da instituição

Um uso vislumbrado por um dos participantes foi de que o ambiente pode facilitar a preparação para as possíveis negociações entre instituições e entre departamentos (setores, linhas de pesquisa) de uma mesma instituição, uma vez que, podem ser identificadas opções para criação de valor ao se constatar pontos fortes e fracos dessas instituições.

Quanto à importância das demais ferramentas (sub-módulo geral, *news* e coleta) para a disseminação do conhecimento sobre o ambiente para a comunidade acadêmica, 70% respondeu definitivamente sim e 10% provavelmente sim, porém 20% dos entrevistados responderam que talvez essas ferramentas (sub-módulo geral, *news* e coleta) não sejam tão importantes, talvez não tenha ficado claro pra eles o quanto de



informações essas ferramentas podem apresentar ou coletar, pois os indicadores levantados e propostos não foram apresentados aos entrevistados.

Alguns comentários, sugestões ou críticas foram:

- § “Muito bom o ambiente”
- § “Monitorar as verbas recebidas por projeto é de extrema importância”
- § “Gostei muito dos “rankings” e senti falta deles no sub-módulo CAPES”
- § “Há pouco interesse na agregação institucional, porém a agregação setorial é de suma importância e pode trazer muitos benefícios quando analisadas as informações”
- § “Novas comparações poderiam ser criadas como: médias expurgadas; comparação com: max, min, média e desvio padrão ”
- § “Problemas de IHC (Interface Homem Computador) existem no ambiente, as telas não estão todas padronizadas”
- § “O funcionamento dos “rankings” e os significados das granularidades devem estar explícitos para os usuários”

Analisando as respostas, críticas e sugestões, algumas necessidades sugeridas pelos participantes já tinham sido detectadas durante o desenvolvimento do trabalho, porém por limitação de tempo não foram ainda implementadas, tais como: ranking para o sub-módulo CAPES e acompanhamento da evolução da avaliação feita pela CAPES.

### **8.3 – Avaliação do Algoritmo de Recomendação de Material utilizado no GCC**

O pré-requisito para a realização da avaliação é a seleção de um conjunto de documentos que tenha sido integralmente avaliado por um grupo específico de usuários.

A avaliação é composta por três passos. O primeiro passo consiste em apagar aleatoriamente parte das avaliações. No passo seguinte, é executado o algoritmo proposto e obtida a predição para as notas apagadas. No terceiro e último passo é calculada a precisão do algoritmo através de métricas discutidas na seção referente ao Módulo de Recomendação do GCC.

Para este estudo de caso foram utilizados 10 documentos escolhidos entre livros do curso de graduação da informática. Cinco alunos da graduação participaram das



avaliações. Estes alunos utilizaram o sistema do GCC para avaliar os livros. Assim, foram obtidas 50 avaliações dos usuários participantes.

**Tabela 68 - Lista dos livros de diferentes disciplinas com código de identificação**

Identificação	Título	Disciplina
1	C Completo e Total	Computação para Informática e Computação II
2	Análise Combinatória e Probabilidade	Matemática Combinatória
3	Números Inteiros e Criptografia RSA	Números Inteiros e Criptografia
4	Estruturas de Dados e seus Algoritmos	Organização de Dados I
5	Introdução aos Sistemas Digitais	Circuitos Lógicos
6	Física vol. I – Haliday	Física I
7	Redes de Computadores e a Internet	Teleprocessamento e Redes
8	Estatística Básica	Estatística e Probabilidade
9	Engenharia de Software	Fundamentos de Engenharia de Software
10	Compiladores: princípios, técnicas e ferramentas	Compiladores I

Os códigos de identificação e os títulos dos livros encontram-se listados na Tabela 68. As 50 avaliações estão representadas na Tabela 69. Por uma questão de simplificação, será utilizado o código do documento como identificação do mesmo nas tabelas seguintes deste estudo.

No primeiro passo do estudo, foram apagadas aleatoriamente 20 % das avaliações dos livros. As notas apagadas estão marcadas na Tabela 5.

Então foram preditas as notas apagadas. Neste passo, foram geradas três matrizes durante a execução do algoritmo de predição: matriz de média aritmética das avaliações por usuário, matriz de correlação entre os usuários e matriz de predição.

A primeira matriz calculada no algoritmo é a média aritmética das avaliações por usuário, gerada pelo programa e ilustrada na Tabela 70.

**Tabela 69 - Matriz completa de notas de materiais por usuários**

		Alunos (Usuários)				
		André M.	Daniel P.	Eduardo N.	João V.	Robson R.
Livros (Materiais)	1	3	3	5	5	5
	2	3	2	3	3	4
	3	4	5	5	5	5
	4	3	5	5	5	5
	5	4	3	4	5	4
	6	4	3	3	1	3
	7	4	4	5	3	2
	8	1	4	3	1	1
	9	2	4	4	5	2
	10	3	2	4	4	5



**Tabela 70 - Lista de notas médias por usuário**

Aluno	Nota média
André M.	2,875
Daniel P.	3,500
Eduardo N.	4,125
João V.	3,625
Robson R.	3,750

A segunda matriz gerada contém as correlações entre os usuários, como mostra a Tabela 71. Vale ressaltar que a correlação entre os usuários é calculada com base nos documentos que ambos avaliaram.

A matriz de correlação entre os usuários é simétrica. Correlações obtêm valores entre  $[-1, +1]$ . Quanto mais próxima (a correlação) de  $+1$ , mais similares são os usuários na forma de avaliar, ou seja, gostam ou desgostam dos mesmos documentos. Quanto mais próxima de  $-1$ , mais dissimilares são os usuários.

A terceira matriz calculada no algoritmo é equivalente à predição das notas que foram apagadas. O resultado obtido está ilustrado na Tabela 72.



Tabela 71 - Matriz triangular w obtida pelo algoritmo de Pearson

Coeficiente de Correlação $w(a,i)$		Usuário $i$				
		André M.	Daniel Posner	Eduardo N.	João Vollu	Robson Rocha
Usuário $a$	André Marques	1	0,017147	0,659567	0,218589	0,479093
	Daniel Posner	0,017147	1	0,622057	0,306093	-0,20325
	Eduardo Neves	0,659567	0,622057	1	0,669671	-0,13315
	João Vollu	0,218589	0,306093	0,669671	1	0,271226
	Robson Rocha	0,479093	-0,20325	-0,13315	0,271226	1

Tabela 72 - Matriz de notas de materiais por usuários com 20% de predições

		Alunos				
		André Marques	Daniel Posner	Eduardo Neves	João Vollu	Robson Rocha
LIVROS	1	3	3	4,377	5	5
	2	3	2	3	2,863	4
	3	4	5	5	5	5
	4	3	5	5	5	3,761
	5	2,9	3	4	3,513	4
	6	4	2,3	3,327	1	3
	7	2,582	4,113	5	3	2
	8	1	4	3	1	2,313
	9	2	4	4	5	2
	10	3	2	4	4	5

Com a predição concluída, vamos medir a precisão do algoritmo de predição. Inicialmente, é necessário obter o erro de cada predição, comparando as notas calculadas pelo algoritmo (nota predição) com a avaliação feita pelo usuário (nota real).

Na Tabela 73 é listada cada nota de **predição** calculada (caso exista), cada **nota** real dada pelo usuário anteriormente e o **erro** calculado entre as duas. Quanto mais próximo de zero for o erro, maior a precisão do algoritmo.

Tabela 73 - Matriz completa de notas reais e predições de materiais por usuários

		Alunos														
		André Marques			Daniel Posner			Eduardo Neves			João Vollu			Robson Rocha		
		Pred.	Nota	Erro	Pred.	Nota	Erro	Pred.	Nota	Erro	Pred.	Nota	Erro	Pred.	Nota	Erro
LIVROS	1	∅	3	∅	∅	3	∅	4,377	5	-0,623	∅	5	∅	∅	5	∅
	2	∅	3	∅	∅	2	∅	∅	3	∅	2,863	3	-0,137	∅	4	∅
	3	∅	4	∅	∅	5	∅	∅	5	∅	∅	5	∅	∅	5	∅
	4	∅	3	∅	∅	5	∅	∅	5	∅	∅	5	∅	3,761	5	-1,239
	5	2,900	4	-1,100	∅	3	∅	∅	4	∅	3,513	5	-1,487	∅	4	∅
	6	∅	4	∅	2,300	3	-0,700	3,327	3	0,327	∅	1	∅	∅	3	∅
	7	2,582	4	-1,418	4,113	4	0,113	∅	5	∅	∅	3	∅	∅	2	∅
	8	∅	1	∅	∅	4	∅	∅	3	∅	∅	1	∅	2,313	1	1,313
	9	∅	2	∅	∅	4	∅	∅	4	∅	∅	5	∅	∅	2	∅
	10	∅	3	∅	∅	2	∅	∅	4	∅	∅	4	∅	∅	5	∅



Em (O'CONNOR *et al.*, 1999) o autor propôs avaliar os algoritmos de filtragem colaborativa com base nas medidas MAE (“Mean Absolute Error”), desvio padrão do erro e coeficiente Pearson entre as notas obtidas pelo algoritmo e as avaliações dos usuários.

Na Equação 13, quanto mais próximo de 0 for o valor do MAE, mais preciso é o algoritmo.

$$MAE = \frac{\sum_i |E_i|}{N}$$

**Equação 13 - Mean Absolute Error**

**Onde:**

*i* é o correspondente a uma predição;

*E<sub>i</sub>* é o erro de cada predição;

*N* é o número de predições realizadas;

Foram calculadas as três medidas e índice MAE, utilizando os dados coletados neste estudo. Os valores obtidos para as predições estão listados na Tabela 74. E, como era esperado, constatamos que o valor do “Mean Absolute Error” se aproxima de zero, como demonstrado em (BREESE, 1998) e executado pela implementação no GCC.

**Tabela 74- Lista de predições de notas de materiais por usuários com erro e MAE**

Aluno (Usuário)	Livro (Material)	Predição calculada	Nota real dada	Defasagem entre notas	Erro em módulo	
André Marques	5	2,900	4	-1,100	1,1	
	7	2,582	4	-1,418	1,418	
Daniel Posner	6	2,300	3	-0,700	0,7	
	7	4,113	4	0,113	0,113	
Eduardo Neves	1	4,377	5	-0,623	0,623	
	6	3,327	3	0,327	0,327	
João Vollu	2	2,863	3	-0,137	0,137	
	5	3,513	5	-1,487	1,487	
Robson Rocha	4	3,761	5	-1,239	1,239	
	8	2,313	1	1,313	1,313	
				-4,951	8,457	Totais



<b>0,8457</b>	<b>MAE</b>
---------------	------------

Finalmente, tendo as predições, o sistema de recomendação arredonda a nota predita para o inteiro mais próximo e verifica se atingiu o limite inteiro pré-determinado, que estipulamos como sendo a nota 4. Deste modo, o MISiR seleciona os materiais a serem recomendados a cada usuário, como demonstrados na Tabela 75 do nosso exemplo, em que 40% das predições se converteram em recomendações.

**Tabela 75 - Lista de recomendações de materiais para usuários**

Aluno	Livro	Nota predita
Daniel Posner	Redes de Computadores e a Internet	4,113 $\cong$ 4
Eduardo Neves	C Completo e Total	4,377 $\cong$ 4
João Vollu	Introdução aos Sistemas Digitais	3,513 $\cong$ 4
Robson Rocha	Estruturas de Dados e seus Algoritmos	3,761 $\cong$ 4

Podemos demonstrar facilmente que a precisão do cálculo do MAE é relacionada fortemente com a escolha aleatória das notas apagadas. Se, por exemplo, ao invés de escolhermos aleatoriamente as notas a serem apagadas, escolhêssemos notas convenientes, poderíamos ter um caso semelhante ao caso apresentado a seguir. Como todos os cálculos são semelhantes aos já feitos, serão apresentados apenas os resultados.

**Tabela 76 - Matriz completa de notas de materiais por usuários (Caso Alternativo)**

		Alunos (Usuários)				
		André M.	Daniel P.	Eduardo N.	João V.	Robson R.
Livros (Materiais)	1	3	3	5	5	5
	2	3	2	3	3	4
	3	4	5	5	5	5
	4	3	5	5	5	5
	5	4	3	4	5	4
	6	4	3	3	1	3
	7	4	4	5	3	2
	8	1	4	3	1	1
	9	2	4	4	5	2
	10	3	2	4	4	5

**Tabela 77 - Lista de notas médias por usuário (Caso Alternativo)**

Aluno	Nota média
André M.	3,125
Daniel P.	3,625
Eduardo N.	4,125
João V.	3,75
Robson R.	3,625



Tabela 78 - Matriz w obtida pelo algoritmo de Pearson (Caso Alternativo)

Coeficiente de Correlação $w(a,i)$		Usuário $i$				
		André M.	Daniel Posner	Eduardo N.	João Vollu	Robson Rocha
Usuário $a$	André Marques	1	-0,057616898	0,406360664	0,243008974	0,510794732
	Daniel Posner	-0,057616898	1	0,626519539	0,273820044	-0,094558584
	Eduardo Neves	0,406360664	0,626519539	1	0,695922649	0,390671056
	João Vollu	0,243008974	0,273820044	0,695922649	1	0,589325769
	Robson Rocha	0,510794732	-0,094558584	0,390671056	0,589325769	1

Tabela 79 - Matriz de notas de materiais com predições (Caso Alternativo)

		Alunos				
		André Marques	Daniel Posner	Eduardo Neves	João Vollu	Robson Rocha
LÍVROS	1	3	3	5	5	5
	2	3	2,82	3	3	4
	3	3,779	5	5	5	5
	4	3	5	5	5	5
	5	4	3	4,747	5	4,333
	6	4	3	3	1	2,793
	7	4	3,855	5	3,846	2
	8	1	4	3	1	1
	9	2,854	4	4,189	5	2
	10	3	2	4	3,792	5

Tabela 80 - Lista de predições de notas de materiais e MAE (Caso Alternativo)

Aluno (Usuário)	Livro (Material)	Predição calculada	Nota real dada	Defasagem entre notas	Erro em módulo	
André Marques	3	3,779	4	-0,221	0,221	
	9	2,854	2	0,854	0,854	
Daniel Posner	2	2,820	2	0,820	0,820	
	7	3,855	4	-0,145	0,145	
Eduardo Neves	5	4,747	4	0,747	0,747	
	9	4,189	4	0,189	0,189	
João Vollu	7	3,846	3	0,846	0,846	
	10	3,792	4	-0,208	0,208	
Robson Rocha	5	4,333	4	0,333	0,333	
	6	2,793	3	-0,207	0,207	
				3,007	4,570	Totais
					0,457	MAE



**Tabela 81 - Lista de recomendações de materiais para usuários (Caso Alternativo)**

Aluno	Livro	Nota predita
André Marques	Números Inteiros e Criptografia RSA	3,779 $\cong$ 4
Daniel Posner	Redes de Computadores e a Internet	3,855 $\cong$ 4
Eduardo Neves	Introdução aos Sistemas Digitais	4,747 $\cong$ 5
	Engenharia de Software	4,189 $\cong$ 4
João Vollu	Redes de Computadores e a Internet	3,846 $\cong$ 4
	Compiladores: princípios, técnicas e ferramentas.	3,792 $\cong$ 4
Robson Rocha	Introdução aos Sistemas Digitais	4,333 $\cong$ 4

Note que o MAE caiu quase pela metade e a tabela w é completamente diferente entre os dois casos apresentados. O sistema recomendou todos os livros que deveriam ser recomendados. Isso nos mostra o quanto é difícil avaliar o desempenho do sistema, pois não só a quantidade de avaliações é importante, como também a qualidade das avaliações.

## 8.4 – Estudo de Caso do GCE

As etapas de uso e experimentação do GCE foram realizadas ao longo de 6 meses, entre setembro de 2005 e março de 2006. A coleta de dados para este estudo e análise final dos resultados foi feita em julho de 2007. A instrumentação do estudo, que incluiu a população de uma base com dados reais, consumiu o trabalho dos membros de uma equipe que prestava serviços de modelagem computacional de equipamentos para uma empresa petrolífera brasileira.

### 8.4.1 – Definição

O contexto global considerado nesse trabalho é que ambientes de apoio a e-Ciência até o momento não apresentam mecanismos suficientes para identificar, armazenar, organizar, disseminar e propiciar conhecimento sobre equipamentos (sendo estendida a idéia para trabalhar com recursos em geral, sistemas e equipamentos), embora atualmente a Ciência esteja cada vez mais dependentes deles.

O contexto local desse estudo tem como objetivo avaliar a viabilidade da utilização do ambiente desenvolvido, o GCE, como ferramental de apoio à Gestão do Conhecimento centrada em equipamentos. O estudo foi desenvolvido tendo em vista a continuidade do desenvolvimento de pesquisas relacionadas com esta abordagem.



Seguindo as diretrizes definidas por (BARROS, WERNER, TRAVASSOS, 2002), podemos ressaltar:

- § Objeto de Estudo: o ambiente GCE, ambiente computacional de apoio à Gestão do Conhecimento centrada em Equipamentos.
- § Objetivo: identificar a viabilidade da utilização do ambiente desenvolvido, o GCE, como ferramental de apoio às atividades de Gestão do Conhecimento sobre equipamentos em contexto onde o conhecimento sobre equipamentos é importante, e a possível extensão de uso para o ambiente científico brasileiro.
- § Foco de Qualidade: os ganhos referentes à aquisição, disseminação, criação, organização e disseminação dos conhecimentos, obtidos pela utilização das soluções propostas e implementadas no ambiente GCE e a identificação das dificuldades encontradas pelos usuários em seu entendimento e possível utilização.
- § Perspectiva: o estudo foi desenvolvido sob a ótica de profissionais responsáveis pela captura de conhecimento sobre equipamentos de engenharia, em uma firma petrolífera brasileira, para a construção de material didático e simulação de equipamentos. Sendo assim, tais profissionais avaliarão a eficiência do ambiente proposto em solidificar conhecimento sobre equipamentos e a viabilidade de utilização do ambiente proposto.
- § Contexto: O uso do ambiente em um projeto real onde é vital o conhecimento organizado sobre equipamentos.

Seguindo a notação *Goal-Question-Metric* (GQM) (SOLINGEN, BERGHOUT, 1999), a definição do estudo é:

**Analisar** a viabilidade de utilização do ambiente GCE para apoiar a gerência de conhecimento sobre equipamentos.

**Com o propósito de** recolher requisitos de melhorias e avaliar a viabilidade do seu uso no cenário científico brasileiro.

**Referente** aos possíveis ganhos obtidos por seu uso e as dificuldades encontradas.

**Do ponto de vista** de profissionais que necessitam de conhecimento sobre famílias de equipamentos para exercerem suas atividades.



No contexto de gestão do conhecimento sobre equipamentos no contexto nacional.

## 8.4.2 – Planejamento

### § Cenário Utilizado

O estudo investigativo contou com a participação de um grupo composto por pessoas que participaram do projeto onde o GCE foi utilizado e envolvidas diretamente com atividades de ensino ou pesquisa.

Este grupo é composto por profissionais da área de Computação, os quais são alunos de bacharelado dos cursos de Ciência da Computação da Universidade Federal do Rio de Janeiro e da Universidade Estadual do Rio de Janeiro, além um aluno de doutorado da COPPE, do Programa de Engenharia de Sistemas e Computação (PESC), e um mestre já formado por este mesmo programa.

A escolha por este grupo foi feita devido ao cenário do projeto envolvido (a ser descrito a seguir) e a necessidade de ter conhecimento organizado sobre equipamentos.

### § Participantes

Os participantes podem ser divididos em dois perfis. O primeiro perfil apenas operacional, ou seja, um conjunto de pessoas que faziam operações específicas em um projeto e utilizam a plataforma para realizar as suas atividades. Conseqüentemente, este grupo foi o responsável por popular uma base com dados reais. O segundo perfil gerencial, formado por dois estudantes do PESC que tinham uma visão geral do processo, coordenavam as atividades do pessoal operacional, detinham conhecimento sobre gestão do conhecimento e o entendimento de como o ambiente poderia auxiliar em suas atividades. Para este estudo, colhemos e analisamos apenas as opiniões dos gerentes do projeto, pois eram os únicos que poderiam opinar sobre a abrangência e escopo da proposta.

### § Treinamento

Todos receberam treinamento formal para uso do GCE. Além disto, um membro da equipe de desenvolvimento do ambiente e um especialista em Engenharia Mecânica estavam à disposição para monitoração do uso e suporte.

### § Instrumentos

Os participantes deste estudo (gerentes do projeto no qual foi utilizado o GCE) avaliaram o ambiente através de um questionário, o qual se encontra em anexo.

### § Critérios



O foco de qualidade do estudo exige critérios que avaliem os possíveis ganhos obtidos e as dificuldades encontradas no ambiente. Tanto os ganhos quanto as dificuldades foram avaliados qualitativamente, através dos questionários já mencionados, os quais podem ser encontrados no Anexo II. Esta análise tem o objetivo de avaliar o ambiente, dificuldade e possibilidades de melhorias futuras.

#### § **Hipótese Nula**

No estudo atual, a hipótese nula determina que a utilização das soluções propostas e implementadas no ambiente GCE NÃO produz benefícios no que se refere à gestão do conhecimento sobre equipamentos.

#### § **Hipótese Alternativa**

No estudo atual, a hipótese alternativa determina que os participantes do estudo que avaliaram o GCE obtiveram benefícios no que se refere à Gestão do Conhecimento sobre Equipamentos.

#### § **Variáveis Independentes**

A formação e a titulação dos participantes (medidas em uma escala nominal) e a quantidade de pessoas da equipe (escala numérica) são informações independentes coletadas durante o estudo.

#### § **Variáveis Dependentes**

Todas as demais variáveis são dependentes.

#### § **Análise Qualitativa**

Tem o objetivo de avaliar o que mais agradou e o que mais desagradou na proposta, além de dificuldades e sugestões.

#### § **Capacidade Aleatória**

Os indivíduos que realizaram o estudo não foram selecionados aleatoriamente, devido à dificuldade em se obter um cenário onde o equipamento fosse o foco central do trabalho e a possibilidade de se implantar e utilizar o ambiente facilmente em um projeto. Ou seja, os participantes foram selecionados por conveniência, representando um subconjunto não aleatório do universo de alunos das instituições supracitadas.

#### § **Classificação em Blocos**

A princípio não identificamos a necessidade de dividir os participantes em blocos, visto que o estudo avaliou apenas um fator, que é a viabilidade de utilização do ambiente GCE para apoiar processos de Gestão do Conhecimento em equipamentos. Um único bloco será capaz de determinar o efeito deste fator sobre os resultados do estudo.



## § **Balanceamento**

Como não há a divisão de blocos para este estudo, não há a necessidade de balanceamento.

## § **Mecanismo de Análise**

As variáveis dependentes são apresentadas utilizando-se as escalas próprias de cada variável. Além disto, os resultados são discutidos utilizando-se por base análise baseada no ranqueamento dos resultados obtidos pelos participantes.

## § **Validade Interna do Estudo**

Contamos com 2 (dois) participantes. Certamente, um número maior de participantes melhoraria a validade interna do estudo.

Outro ponto que pode influenciar o resultado do estudo é a troca de informações entre os participantes que já realizaram o estudo e os que não o realizaram. Para evitar este problema, requisitamos explicitamente que os participantes não trocassem informações a respeito da avaliação e nem se comunicassem enquanto preenchiam os questionários.

## § **Validade Externa do Estudo**

A validade externa do estudo é considerada suficiente, visto que o presente estudo visa avaliar a viabilidade de uma aplicação. Demonstrada esta viabilidade, novos estudos podem ser planejados para refinar a solução.

## § **Validade de Construção do Estudo**

A validade de construção do estudo se refere à relação entre os instrumentos e participantes do estudo e a teoria que está sendo provada por este. Neste caso, os participantes são membros do meio científico e vivenciam o problema de necessitar e trabalhar com conhecimentos sobre equipamentos. Os dados utilizados para demonstração são reais e dizem respeito a um projeto (o qual será explicado) e toda a sua execução. Além disso, o estudo não visa avaliar a correção do cenário, mas a viabilidade do uso do GCE.

## § **Validade de Conclusão do Estudo**

A validade de conclusão do estudo mede a relação entre os tratamentos e os resultados, determinando a capacidade do estudo em gerar alguma conclusão. Não encontramos grandes dificuldades em relação à capacidade de conclusão do estudo, visto os seus resultados diretos. Além disso, o estudo utiliza medidas objetivas, o que neutraliza a influência humana sobre os dados apurados e analisados.



### 8.4.3 – Execução

#### § Detalhes do projeto onde o GCE foi aplicado.

O projeto, contratado por uma empresa petrolífera brasileira, visa criar simulações de alguns equipamentos de engenharia, especialmente os utilizados em engenharias, para servir como material educacional para novos empregados da firma em questão.

Para a coleta de dados e informações sobre equipamentos, os membros do projeto faziam o seguinte processo:

1. O responsável pelo setor (cliente) definia um conjunto de equipamentos mais importantes.
2. Um dos equipamentos deste conjunto era escolhido por um dos dois gerentes do projeto.
3. Um operador ou técnico de manutenção, que possui conhecimento sobre o equipamento e suas funcionalidades, é procurado na instituição.
4. O equipamento, se encontrado, é fotografado.
  - 4.1. Se possível, o equipamento é aberto para ser fotografado internamente.
  - 4.2. Se não, o equipamento é fotografado apenas externamente.
5. O operador ou técnico, que foi escolhido no passo 3, é entrevistado sobre o equipamento.
6. Outras informações sobre o equipamento são procuradas em fontes externas (livros, revistas, “internet”, etc).
7. Um desenhista analisa as fotos e todas as informações obtidas sobre o equipamento e faz alguns croquis.
8. Alguns especialistas em computação gráfica, com os croquis e todas as informações sobre o equipamento em mãos, fazem modelagem 3D do equipamento.
9. Uma simulação do equipamento em operação é feita e disponibilizada em formato de vídeo.
10. Alguns especialistas no equipamento avaliam a simulação 3D.
  - 10.1. Se a simulação não está correta, volta ao passo 8.
  - 10.2. Se estiver correta, toda a informação obtida sobre o equipamento é inutilizada.

#### § O Uso do GCE

O projeto já estava em andamento quando o GCE foi implantado. A idéia é que o sistema atuasse em alguns pontos do projeto, como:

§ No item 10.2, após a finalização da simulação, todas as informações obtidas sobre o equipamento (profissional na empresa que o conhece, a entrevista, material obtido, fotos, croquis, etc) eram inutilizados. Armazenando todas estas informações, a equipe poderia otimizar o seu trabalho na modelagem de futuros equipamentos porque equipamentos de uma mesma família possuem várias características em comum. Além



disto, a localização de um profissional especialista se tornava mais fácil na empresa.

- § O processo de criação da simulação é um processo único, o qual era instanciado para cada equipamento. Sem um controle da execução do processo, os gerentes ficavam sem saber os problemas ocorridos, bem como os motivos dos atrasos e erros das simulações. Muitos destes problemas eram ocasionados por uma má coleta de conhecimento durante as entrevistas e sem um controle sobre o processo ficava praticamente impossível identificar tais problemas. Outro problema é que se o equipamento não pode ser aberto ou a equipe não adquire informação suficiente sobre ele, a simulação é construída baseando-se apenas na intuição do profissional de modelagem. E sem um controle do processo e das informações obtidas sobre os equipamentos, fica difícil a identificação deste fato.
- § Normalmente, a validação das modelagens 3D por especialistas é feita apenas ao final do processo. Conseqüentemente, os erros são identificados apenas quando a simulação já está pronta, ocasionando desperdício de tempo. Para minimizar o problema, o ideal é que os profissionais de modelagem modelem equipamentos similares. Por exemplo, se um profissional de modelagem tem alguma experiência em modelar bombas, então provavelmente deveria modelar bombas futuras. Como não havia um controle dos processos, quem os executava e os equipamentos, ficava difícil esta ação.
- § Se a equipe não tem informação suficiente sobre um equipamento, a modelagem é abandonada, mesmo a contragosto do cliente.

Com o uso do ambiente, foi possível ter uma base de conhecimento sobre os equipamentos modelados, associando a cada equipamento toda a informação obtida sobre ele, discussões dos membros das equipes, especialistas, todo o processo de modelagem, quem o executou e a correção entre equipamentos.

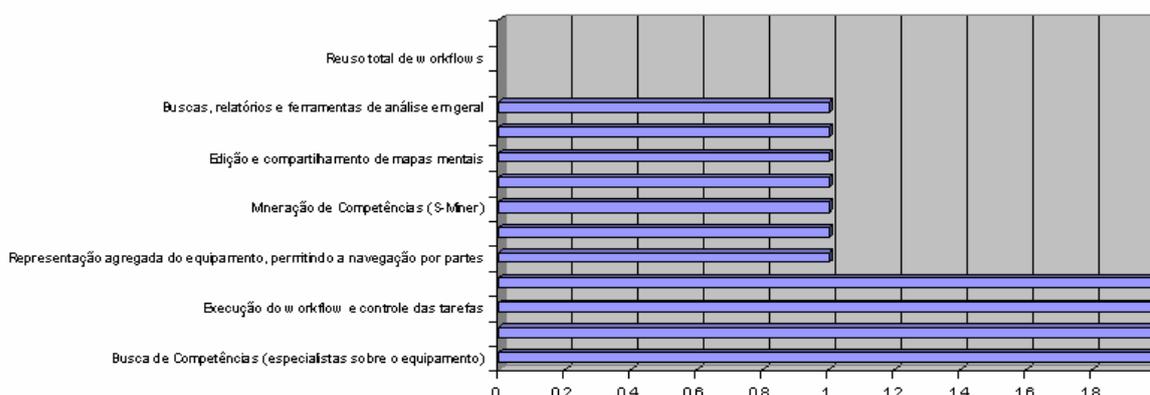
#### **8.4.4 – Análise dos Resultados**

O grupo de avaliadores é composto por um mestre e um aluno de doutorado. Este gerenciava uma equipe composta por 11 a 20 pessoas e as áreas do projeto são

Computação Gráfica (modelagem e animação), Geração de Imagens e Vídeo e Engenharia de Equipamentos Mecânicos.

Ambos os gerentes acharam a proposta “Razoável” e quanto questionados sobre a possibilidade de utilizar a proposta no futuro, ambos responderam que “Provavelmente Sim”. Quando questionados se ambiente é um bom mecanismo para auxiliar à Gestão do Conhecimento sobre Equipamentos, ambos responderam “Provavelmente Sim”.

Em relação as funcionalidade relevantes encontradas no GCE, ambos responderam que a “Busca de competências (especialistas sobre o equipamento)”, o “Diário ‘Web’”, a “Execução do workflow e controle das tarefas” e a “Navegação e visualização por árvore hiperbólica” são funcionalidades importantes. Quanto aos demais itens as opiniões ficaram divididas, como visto na Figura 107.



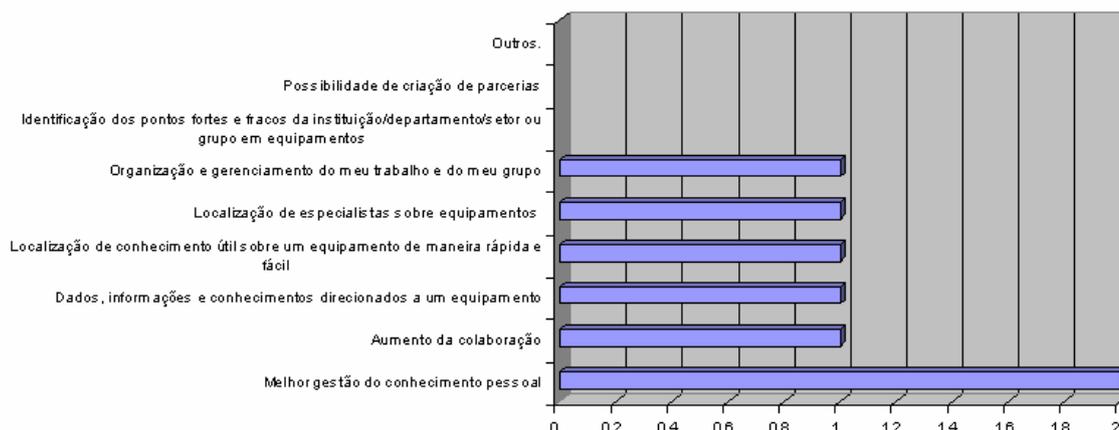
**Figura 107 - Funcionalidades relevantes**

É importante ressaltar que as funcionalidades “Recomendação de Comunidades”, “Reuso total de ‘workflows’” e “Reuso parcial de ‘workflows’” foram mencionadas como funcionalidades relevantes. A parte do reuso de “workflows” é compreensível porque o projeto em questão utilizava um único “workflow” para produção das animações 3D, o qual era instanciado para cada novo equipamento. Ou seja, não houve a necessidade de reuso de modelos de processos. Quanto à recomendação de comunidades, suponhamos que seja pelo fato do tamanho da equipe ser pequena, o que facilita a busca e localização das comunidades criadas, que não foram muitas durante o projeto.

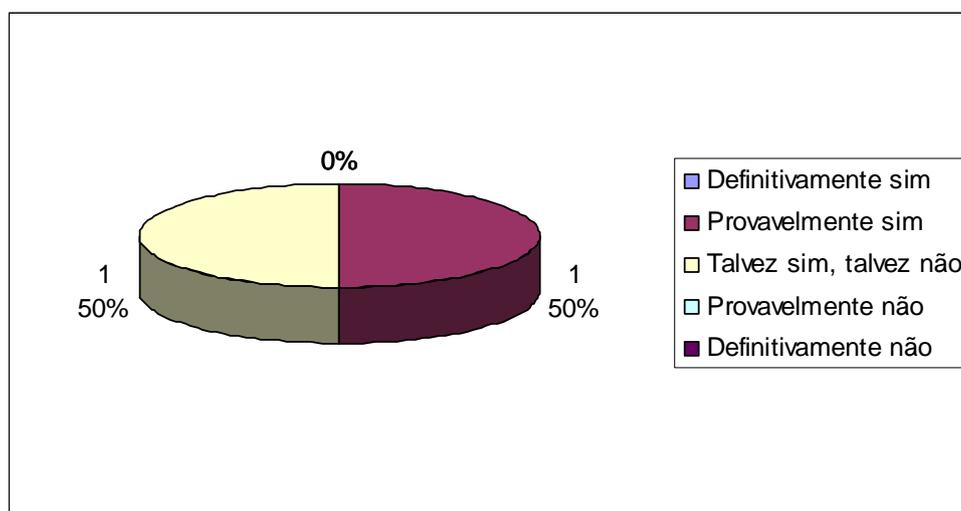
Quando perguntados sobre as principais vantagens ou benefícios que o ambiente poderia trazer para o usuário, a unanimidade foi “Melhor gestão do conhecimento pessoal”, como pode ser visto na Figura 108. Os itens “Identificação dos pontos fortes e

fracos da instituição/departamento/setor ou grupo em equipamentos” e “Possibilidade de criação de parcerias” não foram mencionados como importantes, até porque o projeto não necessitava de tais características.

Sobre a viabilidade do uso do GCE no contexto científico nacional para o uso do gerenciamento de conhecimento sobre equipamentos científicos, as opiniões ficaram divididas entre “Provavelmente sim” e “Talvez sim, talvez não”, como mostra a Figura 109.



**Figura 108 - Vantagens para o Usuário**



**Figura 109 - Viabilidade de Uso no Cenário Científico Nacional**

Os pontos citados que mais agradaram na proposta foram:

§ “A possibilidade de usar uma ferramenta que registra todos os passos e informações de um projeto.”;



§ “Representação hierárquica por equipamento através da árvore hiperbólica.”.

E os pontos que mais desagradaram foram:

§ “A falta de atalhos, teclas rápidas, e uma acessibilidade independente no GCE, porém entendo a necessidade do sistema ser feito necessitando de requisitos a serem cumpridos.”;

§ “Demasiada informação e classificação de pessoal ou instituição.”.

Quanto as sugestões de funcionalidade, as mencionadas foram:

§ “Uma melhor navegabilidade na interface gráfica.”;

§ “Agregação do conhecimento atrelado em equipamentos para unidades compostas de diversos equipamentos.”.

Tais funcionalidades já se encontram na atual versão do ambiente, a qual está disponibilizada para a Rede PACOS.

## **8.5 – Estudo de Caso do GNosis**

O modelo de negociação de significados GNoSIS, proposto neste trabalho, tem como principal objetivo facilitar o acordo entre equipes multidisciplinares que desejam interoperar seus sistemas através de estruturas de conhecimento distintas. O modelo agrega técnicas de negociação utilizada em ambientes de negócios, técnicas de chegada de consenso e visualização de discurso, além de estudos sobre as estruturas de conhecimento.

Neste capítulo, apresentamos um exemplo de uso do mecanismo de cálculo de similaridade, avaliando o seu comportamento em ontologias com diferentes níveis de semelhança. O algoritmo de cálculo de similaridade é o módulo mais complexo da nossa implementação do GNoSIS e as abordagens de similaridades de estruturas ontológicas encontradas na literatura mostram que esse ainda é um campo não completamente explorado e, assim, permite que novas idéias sejam apresentadas. Por isso, damos essa atenção à este módulo e não a outros com menor relevância. Na segunda metade desse capítulo, apresentamos um estudo de observação feito para avaliar nosso modelo de negociação. A avaliação visa, principalmente, verificar qualitativamente o modelo e reunir os pontos de possíveis melhorias. Vale lembrar que esta avaliação está em (SOUZA, 2007), cuja tese de mestrado foi o GNosis.



### **8.5.1 – Avaliação do cálculo de similaridade**

Nosso objetivo aqui é provar que nossa abordagem é viável para comparar conceitos de ontologias e determinar seu grau de semelhança. O estudo realizado não pode ser considerado exaustivo, uma vez que foi realizado com um número reduzido de ontologias, sem considerar estruturas com diferenças significativas de granularidade.

É necessário ressaltar que o cálculo de similaridade implementado não faz parte do modelo GNoSIS, mas é, sim, uma implementação para o módulo de cálculo de similaridade que é especificado no modelo. Ou seja, o modelo, não define um método específico para calcular similaridade de conceitos. Ao contrário, o modelo GNoSIS define que uma implementação do módulo de cálculo de similaridade deve ser capaz de utilizar quaisquer algoritmos que o mediador desejar utilizar para refinar o processo. Para fins de avaliação do modelo, implementamos um algoritmo para cálculo de similaridades experimentando uma abordagem levemente distinta das encontradas na literatura.

No final deste estudo são apontadas possíveis melhorias para esse cálculo de similaridade.

### **8.5.2 – Instrumentos e procedimento**

Para avaliarmos essa abordagem, iremos realizar três comparações distintas.

Na primeira delas, compararemos um trecho da ontologia que descreve o domínio do paradigma orientado a objetos, disponível no Anexo D de (SOUZA, 2007), com uma cópia dela que teve os nomes dos conceitos arbitrariamente alterados. Assim, temos o intuito de avaliar que o algoritmo funciona para o caso em que as duas ontologias possuem estruturas idênticas e nomes diferentes.

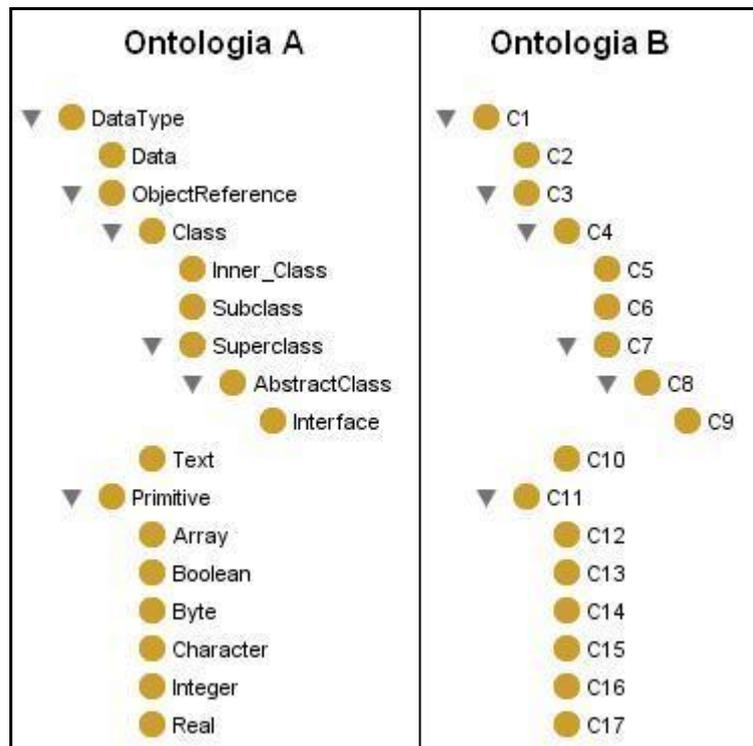
A segunda comparação será feita alterando-se a estrutura da segunda ontologia e com nomes de conceitos quase idênticos.

Por fim, a terceira comparação será feita alterando-se novamente os nomes da segunda ontologia, de forma arbitrária, representando assim diferenças grandes de conceitualização entre as duas ontologias. Este último é o cenário de pior caso em que o algoritmo poderá agir.

### **8.5.3 – Execução**

No nosso primeiro cenário, iremos comparar duas ontologias que possuem a mesma estrutura (propriedades e hierarquia), contendo somente diferenças entre os

nomes dos conceitos que foram arbitrariamente alterados. O trecho a ser comparado é ilustrado na Figura 110.



**Figura 110 – Ontologias com termos diferentes e estruturas iguais**

A figura acima exhibe a estrutura hierárquica dos conceitos que serão analisados pelo estudo. Como toda representação gráfica de ontologias, existe perdas semânticas nesta visualização, uma vez que não conseguimos visualizar outros aspectos que não sejam os hierárquicos, como, por exemplo, as propriedades de dados e de objetos desses conceitos. Para visualizar todas as informações das ontologias, disponibilizamos os arquivos OWL no Anexo D de (SOUZA, 2007), na íntegra.

O primeiro passo para utilização do módulo de cálculo de similaridade é carregar os arquivos OWL (comando “load”), como mostra a Tabela 82. O módulo trabalha com comandos em *prompt*.

Ao carregar as ontologias, o módulo carrega também os pesos-padrão que serão utilizados nas funções de semelhança. Os pesos padrões considerados neste estudo são os mesmos descritos no capítulo referente ao GNosis.

Tabela 82 – Carregando o algoritmo com as duas ontologias

```
>>>> GNoSIS :: X-Ray Matcher v1.5 beta (by JairoSouza) <<<<

Press h for help...

Command: load
First ontology name: comparacao_ontologia1.owl
Second ontology name: comparacao_ontologia2.owl
>>>>Loading ontologies...
[ProtegeOWLParser] Completed triple loading after 922 ms
[TripleChangePostProcessor] Completed lists after 0 ms
[TripleChangePostProcessor] Completed anonymous classes after 31 ms
[TripleChangePostProcessor] Completed deprecated classes after 0 ms
[TripleChangePostProcessor] Completed properties after 16 ms
[TripleChangePostProcessor] Completed named classes after 15 ms
... Loading completed after 1047 ms
[ProtegeOWLParser] Completed triple loading after 391 ms
[TripleChangePostProcessor] Completed lists after 0 ms
[TripleChangePostProcessor] Completed anonymous classes after 0 ms
[TripleChangePostProcessor] Completed deprecated classes after 0 ms
[TripleChangePostProcessor] Completed properties after 15 ms
[TripleChangePostProcessor] Completed named classes after 0 ms
... Loading completed after 469 ms

Command:
```

Após a carga das ontologias, a análise poderá ser feita (comando “analise”), onde todas as funções de semelhança serão calculadas para gerar o grau de similaridade total dos conceitos. A janela abaixo (Figura 111) exibe a lista de todos os conceitos com maiores graus de similaridade calculado para o conceito ObjectReference, acima do limite mínimo de 0,65 (campo *threshold*) e ordenado por grau de similaridade. O conceito com maior grau de similaridade encontrado foi C3, com valor aproximado de 0,805. Ao analisarmos a Figura 110, verificamos que esse conceito corresponde realmente ao conceito ObjectReference. Os outros conceitos listados na lista dos mais similares a ObjectReference são C1 e C11, com valores aproximados de 0,70 e 0,67, respectivamente. Conforme pode ser verificado na Figura 110, C1 é o correspondente ao conceito DataType (pai de ObjectReference) e C11 ao conceito Primitive (irmão de ObjectReference), ou seja, conceitos próximos na sua estrutura (tanto hierárquicas quanto nas propriedades herdadas).

Reference concept	Concept	Similarity
ObjectReference	C3	0.80500007
ObjectReference	C1	0.69755435
ObjectReference	C11	0.665625
ObjectReference	ObjectModel	0.6563355

**Figura 111 – Conceitos mais similares de ontologiaA#ObjectReference**

A Tabela 83, descreve os resultados do algoritmo com os valores encontrados para cada dupla de conceitos. A tabela foi montada com cada conceito da ontologia A e com o conceito mais similar apontado pelo algoritmo. Nota-se que ao recuperarmos os conceitos mais similares a cada conceito da primeira ontologia, o algoritmo acerta em todos os casos.

**Tabela 83 – Grau de similaridade entre os conceitos mais similares no primeiro cenário**

Ontologia A	Ontologia B	Grau de similaridade
Datatype	C1	0,85
Data	C2	0,85
ObjectReference	C3	0,805
Class	C4	0,711
Inner_Class	C5	0,869
Subclass	C6	0,823
Superclass	C7	0,864
AbstractClass	C8	0,761
Interface	C9	0,871
Text	C10	0,85
Primitive	C11	0,801
Array	C12	0,85



Ontologia A	Ontologia B	Grau de similaridade
Boolean	C13	0,85
Byte	C14	0,85
Character	C15	0,85
Integer	C16	0,85
Real	C17	0,85

É possível discriminarmos os valores das principais funções de semelhanças aplicadas (comando “showAllCellSims”). A Tabela 84 mostra os valores calculados para as funções de semelhanças aplicados aos conceitos ObjectReference e C3. Nota-se que a similaridade entre os dois conceitos não foi total (valor 1) por conta da sua diferença entre os termos (conceptName = 0). Tal diferença acaba por influenciar, em certo grau, as funções de semelhança aplicadas sobre a hierarquia (HierarchySim), sobre dados não-hierárquicos (ContextFreeVariableSim) e, é claro, o grau de similaridade total (ConceptSim). Por outro lado, estes valores de semelhança possuem valores superiores ao considerado aceitável (limite inferior de 0,65) por causa da alta semelhança nas suas estruturas, o que pode ser notado de forma mais clara no valor 1 retornado pela função de semelhança aplicada às propriedades dos conceitos (PropertySim).



Tabela 84 – Similaridades de [ObjectReference, C3] separadas por função de semelhança

```
Command: h
-> Analise: process sintatic and semantic analysis.
-> Exit: terminate the analysis.
-> Help: show help.
-> List: list the concepts most similars to a chosen concept.
-> Load: load ontologies for semantic analysis.
-> Quit: terminate the analysis.
-> Repository: show ontologies saved in repository.
-> ShowAllCellSims: show all similarities from two chosen concepts.
-> ShowConceptSims: show all concepts similarities.
-> ShowCFVSims: show context free variables similarities.
-> ShowPropertySims: show properties similarities.
-> ShowStructure: show tree structure of a chosen ontology.
-> LaunchTable: shows similarity table

Command: ShowAllCellSims
First concept name: ObjectReference
Second concept name: C3

+++Showing similarities
PropertySim: 1.0
ConceptName: 0.0
ContextFreeVariableSim: 0.8
HierarchySim: 0.81000006
ConceptSim: 0.80500007

Command:
```

Este caso de diferença clara entre os nomes das duas ontologias pode ser resolvido ao alterarmos o valor dos pesos aplicados pelo algoritmo nas funções de semelhança. Ao aplicarmos o valor 0 (zero) para as funções que utilizam o cálculo da distância de edição, como as funções de semelhança aplicadas ao nome dos conceitos e ao nome das propriedades, teremos, neste caso, valores mais reais retornados pelo módulo. A Tabela 85 exibe os dados atualizados, recuperados ao aplicarmos tal alteração nos pesos das funções de semelhança.

Tabela 85 – Grau de similaridade após anular funções de semelhança de nomes

Ontologia A	Ontologia B	Grau de similaridade
Datatype	C1	1,00
Data	C2	1,00

<b>Ontologia A</b>	<b>Ontologia B</b>	<b>Grau de similaridade</b>
ObjectReference	C3	1,00
Class	C4	1,00
Inner_Class	C5	1,00
Subclass	C6	1,00
Superclass	C7	1,00
AbstractClass	C8	1,00
Interface	C9	1,00
Text	C10	1,00
Primitive	C11	1,00
Array	C12	1,00
Boolean	C13	1,00
Byte	C14	1,00
Character	C15	1,00
Integer	C16	1,00
Real	C17	1,00

No segundo cenário, utilizaremos a mesma ontologia A do exemplo anterior e uma segunda ontologia, baseada na ontologia A, que chamaremos de ontologia C. Os nomes desta última ontologia são quase idênticos aos da ontologia A e sua estrutura foi levemente alterada ao modificarmos arbitrariamente algumas propriedades. A Figura 112 exibe as duas ontologias lado a lado, explicitando sua hierarquia (inalterada) e as pequenas alterações nos nomes dos conceitos. A figura, porém, omite a principal diferença entre essas ontologias: suas propriedades. Tais diferenças podem ser verificadas no Anexo D de (SOUZA, 2007), onde a ontologia encontra-se descrita.

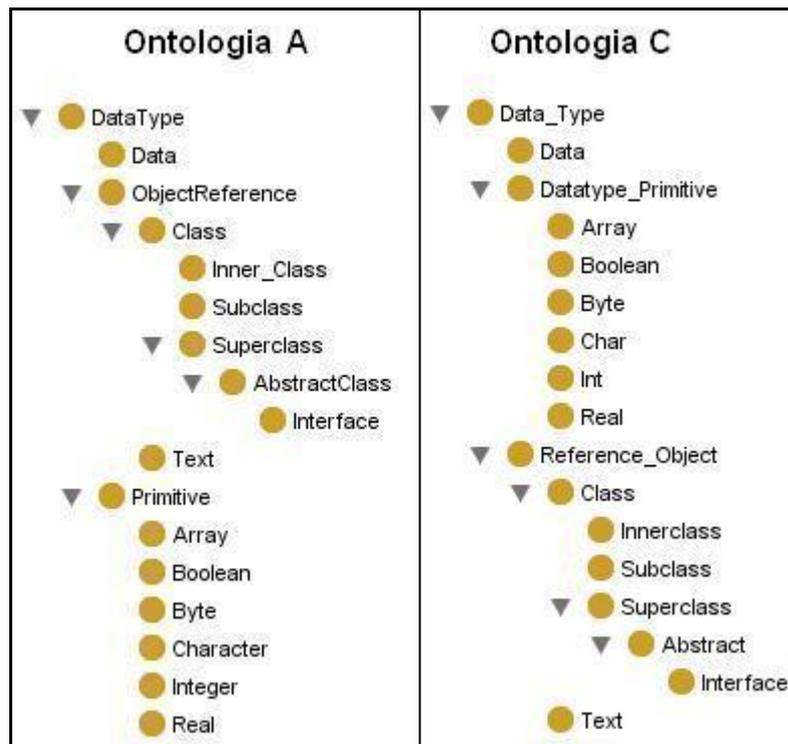


Figura 112 – Ontologias com nomes levemente alterados

Para uma visão mais clara das diferenças entre as duas ontologias, analisemos a Figura 113. A figura ilustra as propriedades entre os conceitos “Class” presentes nas duas ontologias. Considerando somente as linhas que ligam o conceito “Class” aos outros conceitos da ontologia, verificamos que existem diferenças consideráveis entre as duas estruturas. Na ontologia A, o conceito “Class” possui três propriedades: instancia, implementa e contém. A propriedade “instancia” se relaciona com o conceito “Object”, a propriedade “implementa” se relaciona com o conceito “Inteface” e a propriedade “contém” se relaciona com os conceitos “Comment”, “Field”, “Method”, “Datatype”, “Command”, “Heritage”, “Declaration” e “Package”. Na ontologia C, por sua vez, o conceito “Class” possui somente duas propriedades: implementa e contém. Assim como na ontologia A, a propriedade “implementa” da ontologia C se relaciona com o conceito “Interface”. Porém, a propriedade “contém” se relaciona somente com conceitos “Declaration”, “Package”, “Field” e “Data\_Type”.

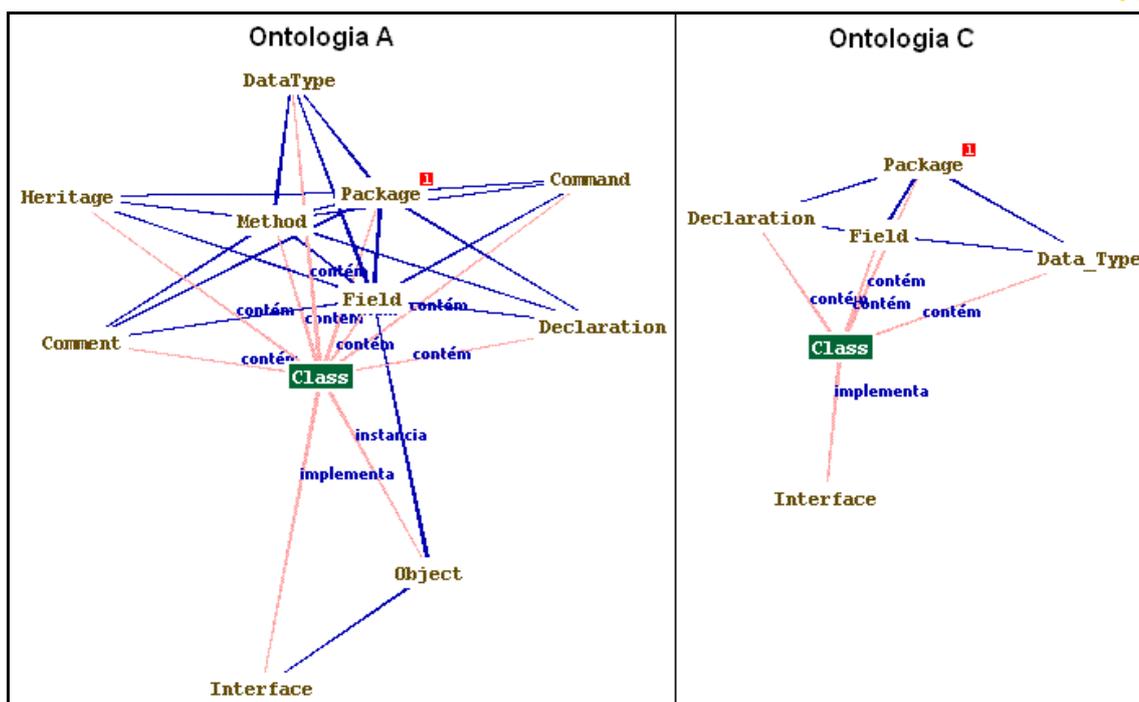


Figura 113 – Diferença nas propriedades do conceito “Class” das duas ontologias

A Tabela 86 representa os maiores valores obtidos após o cálculo de similaridade para cada dupla de conceitos, considerando-se os pesos-padrão originais. Nota-se que, em algumas duplas, os valores calculados são menores que os da Tabela 83, mas, ainda assim, o algoritmo acerta em todos os casos.

Tabela 86 – Grau de similaridade entre os conceitos mais similares no segundo cenário

Ontologia A	Ontologia C	Grau de similaridade
Datatype	Data_type	0,782
Data	Data	0,747
ObjectReference	Object_Reference	0,784
Class	Class	0,651
Inner_Class	InnerClass	0,61
Subclass	Subclass	0,664
Superclass	Superclass	0,66
AbstractClass	Abstract	0,602
Interface	Interface	0,631
Text	Text	0,85
Primitive	Datatype_Primitive	0,805



Ontologia A	Ontologia C	Grau de similaridade
Array	Array	0,773
Boolean	Boolean	0,776
Byte	Byte	0,773
Character	Char	0,63
Integer	Int	0,63
Real	Real	0,773

A diferença entre os nomes dos conceitos fez com que o grau de similaridade calculado fosse menor nestes conceitos do que nós que possuem nomes iguais. Contudo, o determinante para os baixos graus de similaridade encontrados foram os valores retornados pelas funções de semelhança que levam em consideração a estrutura hierárquica e as propriedades dos conceitos, tendo essa última a pior atuação. A Tabela 87 exhibe os valores retornados de algumas funções de semelhança ao comparar os conceitos Class das duas ontologias. Nesta tabela, o valor de semelhança entre as propriedades dos conceitos (PropertySim) se mostrou consideravelmente baixa (0,2). Conforme foi explicitado com mais detalhes na seção referente ao GNosis, esta função de similaridade leva em consideração, entre outras coisas, o nome dos conceitos que se relacionam através da propriedade e aplica uma penalidade nos casos em que um conceito possui número de propriedades diferentes do conceito comparado. A penalidade padrão aplicada neste estudo foi de 0,3, vide Anexo F de (SOUZA, 2007).

**Tabela 87 – Similaridades de [Class, Class] separadas por funções de semelhança**

```
Command: showAllCellSims
First concept name: Class
Second concept name: Class

+++Showing similarities
PropertySim: 0.2
ConceptName: 1.0
ContextFreeVariableSim: 0.65701
HierarchySim: 0.6284756
ConceptSim: 0.6512378

Command:
```

Sabendo desse impacto causado pela aplicação das funções de semelhança de propriedade aplicadas neste cenário, iremos alterar o peso aplicado a essas funções para

zero. Desta forma, a diferença entre as propriedades dos conceitos não será mais determinante para o grau de similaridade total dos conceitos. A Tabela 88 contém os graus de similaridade encontrados ao alterar o peso desta função de semelhança. Nota-se que os valores encontrados são muito próximos dos contidos na Tabela 85, conforme esperado. Tal diferença de valores se dá pela pequena diferença de nomes de conceitos que ainda persiste nas duas ontologias.

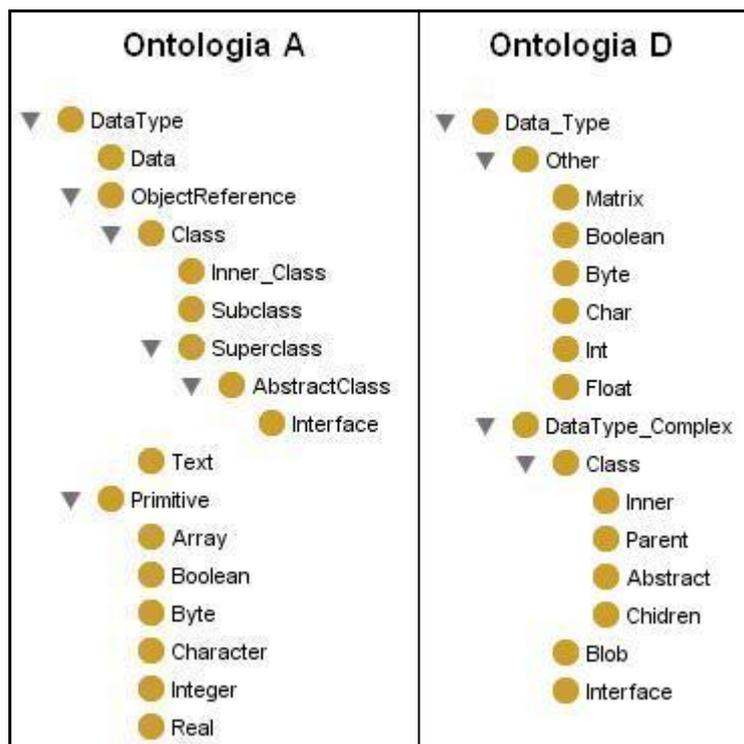
**Tabela 88 – Graus de similaridade após anular funções de semelhança de propriedades**

<b>Ontologia A</b>	<b>Ontologia C</b>	<b>Grau de similaridade</b>
Datatype	Data_type	0,982
Data	Data	0,991
ObjectReference	Object_Reference	0,982
Class	Class	0,991
Inner_Class	InnerClass	0,982
Subclass	Subclass	0,991
Superclass	Superclass	0,991
AbstractClass	Abstract	0,963
Interface	Interface	0,977
Text	Text	0,991
Primitive	Datatype_Primitive	0,918
Array	Array	0,977
Boolean	Boolean	0,975
Byte	Byte	0,977
Character	Char	0,946
Integer	Int	0,957
Real	Real	0,977

Para o terceiro cenário deste estudo, foi feita uma comparação entre a ontologia A e uma ontologia D. A ontologia D foi obtida através de variações mais drásticas feitas na ontologia C, onde seus termos foram bastante alterados. Esse é o caso mais difícil para o algoritmo de cálculo de similaridades. Além das diferenças de nomes dos conceitos, a ontologia D difere também da ontologia A quanto à sua estrutura (contém diferenças nas propriedades e, desta vez também, na árvore hierárquica). Este cenário

representa duas ontologias com alta divergência de conceitualização, i.e., diferenças nas suas visões de mundo.

A Figura 114 exibe as duas ontologias que serão comparadas. Nota-se que as diferenças quanto ao nome dos conceitos e a diferença na hierarquia (conceito “Interface” não é mais filho de “AbstractClass” como era na ontologia A, etc). A figura novamente omite as diferenças quanto às propriedades dos conceitos. Contudo, essas diferenças foram aplicadas da mesma forma arbitrária que no segundo cenário.



**Figura 114 – Ontologias com diferenças tanto nos nomes dos conceitos quanto na estrutura**

A Tabela 89 descreve o grau de similaridade de cada conceito, calculados com as ontologias A e D e os pesos-padrões. Desta vez, o ajuste dos pesos não é uma tarefa simples, uma vez que existem divergências tanto sintáticas quanto semânticas. A maioria dos conceitos mais similares não ultrapassou o limite inferior considerado razoável ( $threshold = 0,6$ ). Contudo, reduzindo-se o limite inferior para 0,3, verificamos que o algoritmo acertou na maioria dos casos, embora tenha retornado duplas indesejadas em alguns conceitos. Os graus de similaridade destacados com um número entre parênteses denota qual a posição que o conceito correto apareceu. Por exemplo, [Datatype, Data\_type, 0,47 (2)] quer dizer que o grau de similaridade entre os conceitos corretos “Datatype” e “Data\_type” pareceu na segunda posição, ou seja, o algoritmo errou ao encontrar um conceito mais similar.

**Tabela 89 – Graus de similaridade entre os conceitos mais similares do terceiro cenário**

<b>Ontologia A</b>	<b>Ontologia D</b>	<b>Grau de similaridade</b>
Datatype	Data_type	0,924
ObjectReference	DataType_Complex	0,768
Class	Class	0,320
Inner_Class	Inner	0,345 (2)
Subclass	Children	0,569
Superclass	Parent	0,562
AbstractClass	Abstract	0,651
Interface	Interface	0,353 (3)
Text	Blob	0,856 (3)
Primitive	Other	0,879
Array	Matrix	0,472
Boolean	Boolean	0,651
Byte	Byte	0,802
Character	Char	0,683
Integer	Int	0,699 (2)
Real	Float	0,576 (5)

Dos 16 conceitos separados para análise no último cenário, o algoritmo acertou em 11 casos. Nos outros casos deste cenário, o algoritmo colocou o conceito esperado em até quinto lugar na lista dos mais similares. Os conceitos que não foram devidamente encontrados pelo algoritmo correspondem aos que possuem maior divergência quanto a sua conceitualização. Tais conceitos são mesmo muito complexos de identificar e nestes casos, mais comuns conforme mais distintas forem as áreas de atuação dos especialistas que montaram as ontologias, a intervenção humana se torna imprescindível.

#### **8.5.4 – Avaliação**

Para os casos testados acima, o algoritmo teve um resultado considerado satisfatório. Para os casos em que o resultado não é o esperado, necessita-se de um passo anterior para escolher os melhores pesos a serem aplicados. Tal diferença acontece, principalmente, quando as ontologias diferem muito na sua conceitualização,



i.e., na forma com que os conceitos foram estruturados, na quantidade de propriedades que cada conceito possui e na diferença de granularidade entre suas árvores hierárquicas.

Os bons resultados obtidos nos experimentos se devem a dois aspectos principais: às funções de semelhança aplicadas em artefatos ontológicos separados e, como conseqüência, aos pesos aplicados a essas funções. Aplicando-se funções de semelhança em cada artefato que descreve um conceito, evitamos que a falta de uma evidência em um conceito de ontologia prejudique a comparação com um conceito de outra ontologia. Ou seja, ontologias podem possuir diferenças muito alta em sua estrutura hierárquica, mas tal diferença pode ser compensada com uma semelhança considerável nas propriedades dos conceitos ou em seus termos.

O ajuste dos pesos utilizados para o cálculo não é uma tarefa trivial e necessita, basicamente, de algumas tentativas para que se encontrem os pesos que geram os melhores resultados para as ontologias a serem comparadas. Tal ajuste pode ser feito utilizando também consultas à base histórica, recolhendo pesos que foram usados em ontologias com estruturas semelhantes ou calibrando os pesos conforme os graus de similaridade encontrados vão sendo condizentes com o mapeamento final escolhido pela mesa de negociação.

O algoritmo acima não faz uso de todos os artefatos ontológicos passíveis de análise, mas pode ser facilmente estendido para considerar instâncias de ontologias, por exemplo. Contudo, é importante lembrar que ontologias são modelos de conhecimento e não necessariamente estão populadas com instâncias. Todavia, uma vez que é conhecida a forma de acesso às instâncias (podendo estas estar na forma de tuplas em banco de dados, anotações em documentos locais ou remotos, ou, é claro, construtores dentro do próprio arquivo OWL do modelo ontológico, entre outras formas), o seu uso pode somar no cálculo de similaridade principalmente nos casos em que os artefatos que utilizamos não se mostrem suficientes.

#### **8.5.5 – Estudo de Observação do Processo de Negociação**

A seção anterior consiste em um estudo de viabilidade, realizado com o intuito de prover uma avaliação inicial sobre a principal ferramenta implementada para o modelo GNoSIS. Após o estudo de viabilidade do cálculo de similaridade, um estudo de observação foi realizado para coletar avaliações de outras pessoas quanto ao modelo de negociação.



As etapas de descrição e planejamento do estudo apresentado nas próximas subseções foram realizadas em janeiro de 2007. A instrumentação do estudo consumiu o trabalho de SOUZA(2006), autor da tese sobre o assunto.

Nesta seção, apresentamos um estudo de observação que avalia a viabilidade da utilização do modelo GNoSIS. Inicialmente, definimos as etapas envolvidas no estudo e apresentamos como estas etapas foram realizadas. Em seguida, apresentamos as observações obtidas durante o estudo.

### 8.5.6 – Definição

O contexto global considerado nesse trabalho é que as abordagens de mapeamento de ontologias até o momento apresentam cálculos para reconhecer conceitos com grau de similaridade, mas não consideram o lado social que é atingido por esse processo: a participação dos grupos que serão atingidos pelo processo e a discussão humana que aprova ou recusa certos mapeamentos.

O contexto local desse estudo tem como objetivo avaliar a viabilidade da utilização do modelo de negociação de significados no mapeamento de ontologias, focando nas dificuldades encontradas pelos usuários durante o processo de negociação e a utilização da implementação, além da aderência aos objetivos do modelo (o suporte para encontrar um arquivo e a geração do mapeamento consensual). O estudo foi desenvolvido tendo em vista a continuidade do desenvolvimento de pesquisas relacionadas com esta abordagem.

Neste estudo, não estamos diretamente interessados em mensurar o ganho de tempo ou número de negociações bem sucedidas derivado da utilização do modelo. Mas sim, consideramos que melhorias podem ser identificadas através de análises e estudos futuros, além de mostrar que é viável a utilização do modelo.

Seguindo a notação *Goal-Question-Metric* (GQM) (SOLINGEN, BERGHOUT, 1999), a definição do estudo é:

**Analisar** a utilização do modelo GNoSIS durante a negociação de significados

**Com o propósito de** *recolher requisitos de melhorias e avaliar a viabilidade de negociação e chegada de consenso em significado*

**Referente** aos ganhos obtidos por sua utilização e as dificuldades encontradas

**No contexto de** *mapeamento de ontologias*



## 8.5.7 – Planejamento

### § Participantes

Por se tratar de um ambiente de negociação eletrônica e com o objetivo de não limitar a realização dos experimentos, os participantes podem estar localizados em locais diferentes e deverão instalar em suas máquinas a implementação do GNoSIS e possuir uma conexão Web estável para se conectar ao banco de dados da aplicação. Deste modo, é necessário que os participantes tenham conhecimentos básicos sobre utilização do computador e uma mínima experiência em acesso à WEB.

Além disso, é necessário que os participantes conheçam o processo de negociação a ser utilizado. Caso contrário pode ser necessário que alguns aspectos do processo sejam esclarecidos para que esses participantes usem de forma apropriada as funcionalidades do sistema.

O estudo de observação contou com a participação de profissionais da área de computação (doutores e mestres) e alunos de mestrado e doutorado do PESC (Programa de Engenharia de Sistemas e Computação). A idéia é manter certa heterogeneidade entre os participantes da amostra em questão.

### § Treinamento

O treinamento dos participantes que utilizaram a implementação do modelo GNoSIS foi dividido em duas sessões. O treinamento foi dividido em duas aulas que puderam ser interrompidas a qualquer momento pelos participantes para perguntas. Na primeira aula, realizamos uma exposição sobre a teoria de ontologias, utilizando transparências que também foram distribuídas para os participantes. Estas transparências se encontram no Anexo C de (SOUZA, 2007). Na segunda aula, apresentamos o modelo de negociação e a implementação do GNoSIS para que os participantes pudessem se familiar com o processo que propomos.

### § Instrumentos

Para que o processo de avaliação fosse adequadamente realizado, disponibilizamos cinco computadores em um laboratório, todos com a implementação do GNoSIS devidamente instalada e uma única máquina com o servidor do banco de dados, a qual possui a função de armazenar os dados das negociações e ser a responsável pela sincronia da interface de argumentação.

Selecionamos ontologias compatíveis com o domínio dos participantes para que os conceitos fossem familiares aos negociadores, permitindo que a discussão gerada



durante a negociação fosse legítima e com argumentações consistentes. As duas ontologias (vide Anexo D de (SOUZA, 2007)) foram criadas para apoiar os trabalhos (PEREIRA *et al.*, 2006; VARELLA, 2007) e posteriormente estendidas para este estudo. Elas descrevem (a) o domínio do paradigma de programação orientada a objetos e (b) o domínio de linguagens de programação, respectivamente. A sobreposição entre as duas ontologias se dá nos conceitos que descrevem linguagens de programação que se utilizam de conceitos de orientação de objetos.

### § Critérios

O foco de qualidade do estudo exige critérios que avaliem os ganhos obtidos e as dificuldades encontradas na utilização da linguagem pelos usuários. Tanto os ganhos quanto as dificuldades foram avaliados qualitativamente, através dos questionários. Esta análise tem o objetivo de avaliar a dificuldade de uso do modelo e identificar melhorias para o modelo e sua implementação para estudos futuros.

Nesta abordagem, propõe-se que o GNoSIS seja avaliado qualitativamente pelos usuários a partir de questionários. Antes do início das simulações, os participantes são avaliados por um questionário (vide Anexo A de (SOUZA, 2007)). Após o encerramento da negociação, é solicitado que os negociadores respondam o questionário elaborado para avaliação do modelo e da implementação (vide Anexo B de (SOUZA, 2007)). As questões foram definidas baseadas nas abordagens de avaliação qualitativa realizada em outros trabalhos (KERSTEN, NORONHA, 1999b; SCHOOP, LIST, 2003; PAULA, 2006; SMARTSETTLE, 2006) e considerando as características específicas do modelo proposto.

### § Hipótese Nula

A hipótese nula é uma afirmativa que o estudo experimental tem como objetivo negar. No estudo atual, a hipótese nula determina que a utilização do modelo de negociação NÃO auxilia na chegada de um consenso para mapeamentos de ontologias.

### § Hipótese Alternativa

A hipótese alternativa é uma afirmativa que nega a hipótese nula. O estudo experimental tem como objetivo provar a hipótese alternativa, refutando assim a hipótese nula. No estudo atual, a hipótese alternativa determina que os participantes do estudo que avaliaram o modelo de negociação podem ter benefícios no que se refere à chegada de consenso entre conceitos e relacionamentos para o mapeamento de duas ontologias.

### § Variáveis Independentes



Os dados pessoais e a escolaridade dos participantes são informações independentes coletadas durante o estudo.

#### § **Variáveis Dependentes**

Todas as demais variáveis (conhecimento do domínio e experiência de negociação) são dependentes.

#### § **Análise Qualitativa**

Tem o objetivo de avaliar a o que mais agradou e o que mais desagradou na proposta, além de dificuldades e sugestões.

#### § **Capacidade Aleatória**

Os indivíduos que realizaram o estudo foram selecionados aleatoriamente dentre o universo de candidatos a participantes, ou seja, dentre o conjunto das pessoas disponíveis que atendem aos critérios especificados no parágrafo Participantes.

#### § **Classificação em Blocos**

A princípio não identificamos a necessidade de dividir os participantes em blocos, visto que o estudo avaliará apenas um fator, que é a viabilidade de utilização do modelo de negociação.

#### § **Balanceamento**

Como não há a divisão de blocos para este estudo, não há a necessidade de balanceamento.

#### § **Mecanismo de Análise**

As variáveis dependentes são apresentadas utilizando-se as escalas próprias de cada variável. Além disto, os resultados são discutidos utilizando-se por base análise baseada no ranqueamento dos resultados obtidos pelos participantes.

#### § **Validade Interna do Estudo**

A validade interna do estudo é dependente do número de participantes executando o estudo. Contamos com 7 (sete) participantes, o que garante um bom nível de validação interna do estudo. Certamente, um número maior de participantes melhoraria a validade interna do estudo.

Outro ponto que pode influenciar o resultado do estudo é a troca de informações entre os participantes que já realizaram o estudo e os que não o realizaram. Este não foi o caso porque a negociação foi síncrona e a comunicação era feita apenas utilizando a ferramenta implementada. Fora isto, foi pedido aos participantes que não se comunicassem enquanto preenchiam os questionários.

#### § **Validade Externa do Estudo**



A validade externa do estudo é considerada suficiente, visto que o presente estudo visa avaliar a viabilidade de uma aplicação. Demonstrada esta viabilidade, novos estudos podem ser planejados para refinar a solução.

#### § Validade de Construção do Estudo

A validade de construção do estudo se refere à relação entre os instrumentos e participantes do estudo e a teoria que está sendo provada por este. Neste caso, todos os participantes são do meio científico. Os dados utilizados (ontologias) são reais. Além disso, o estudo não visa avaliar a correção do cenário, mas a viabilidade do uso do modelo de negociação.

#### § Validade de Conclusão do Estudo

A validade de conclusão do estudo mede a relação entre os tratamentos e os resultados, determinando a capacidade do estudo em gerar alguma conclusão. Não encontramos grandes dificuldades em relação à capacidade de conclusão do estudo, visto os seus resultados diretos. Além disso, o estudo utiliza medidas objetivas, o que neutraliza a influência humana sobre os dados apurados e analisados.

### 8.5.8 – Execução

Os participantes foram treinados com apresentações sobre ontologias e explicações orais sobre o modelo GNoSIS e as ferramentas implementadas. Foi pedido para que o grupo elegesse o mediador da negociação, que foi a pessoa com mais experiência em negociação, independente do seu conhecimento do domínio, para que seja a responsável por conduzir as rodadas de negociação e fiscalizar o cumprimento do protocolo firmado na próxima etapa.

Após a escolha do mediador, os demais participantes se dividiram em dois grupos representando equipes com interesses cada um em uma ontologia. Assim, cada grupo teve que aprender sobre a sua ontologia e entender os conceitos que por acaso não possuíam conhecimento, se utilizando de pesquisas na “Web” ou livros sobre o assunto, disponibilizados no laboratório.

Como todos os participantes utilizaram a implementação ao mesmo tempo, a negociação se tornou síncrona e, assim, o protocolo firmado possui limites de tempo reduzidos. Foi definido na agenda da negociação:

- Tempo máximo para cada rodada: Cada participante possui 10 minutos para expor sua argumentação seguindo o modelo IBIS, o qual foi previamente detalhado para todos os participantes.



- Ordem para argumentação/oferta: O mediador adotou um critério próprio para escolha da ordem dos negociadores, se preocupando em alternar um membro de cada grupo, ou seja, não permitindo que membros do mesmo grupo argumentem consecutivamente.
- Tempo máximo permitido para a negociação: A negociação termina ao exceder 2 horas de trabalho.

Conforme foi dito, os participantes se comunicavam através da implementação utilizada do modelo IBIS e seguindo as regras de envio de mensagens já explicadas na seção correspondente a esta funcionalidade. Quando foi necessário enviar mensagens do tipo “conversação”, foi utilizado um serviço Jabber e as mensagens foram armazenadas localmente. Ao fim do processo, o mediador disponibilizou o arquivo de mapeamento final, gerado a partir das decisões do grupo. O arquivo pode ser consultado no Anexo E de (SOUZA, 2007).

### **8.5.9 – Análise dos Resultados**

A amostra contou com alunos de mestrado e doutorado, além de mestres e doutores da área de Ciência da Computação. A principal área de atuação dos participantes é Banco de Dados (71,4%), seguidas de Redes e Inteligência Artificial, representando 14,3% cada área. Somente 28,6% dos participantes já tiveram experiência com ontologias e 50% destes tiveram contato com sistemas de negociação eletrônica. Quanto à experiência com negociação, 57,1% possuem conhecimento sobre técnicas de negociação por estudarem o assunto ou já participaram de negociação controlada num ambiente empresarial. Todos os participantes conhecem o domínio que disponibilizamos para esse experimento (linguagens de programação e orientação a objetos). Porém, ainda assim, foi disponibilizado um tempo adicional para os participantes pesquisar sobre algum conceito em sites de buscas.

Alguns resultados obtidos estão destacados na Tabela 90, outros serão discutidos ao longo dessa seção. Algumas soluções para os problemas encontrados serão discutidas no capítulo de conclusão.

Os participantes não tiveram dificuldades na utilização do modelo GNoSIS. Observou-se que as principais dificuldades encontradas estão relacionadas com o conhecimento do tempo que resta ao participante concluir o seu turno de argumentação, uma vez que não há nenhum mecanismo que funcione como cronômetro na mesa de negociação, ficando a cargo do mediador avisar a cada participante do tempo restante.



Assim, alguns participantes se sentiram insatisfeitos quando o mediador avisava do término do seu tempo faltando pouco menos de um minuto para finalizar.

Em relação ao modelo de negociação, tendo em vista o domínio semântico negociado e o protocolo firmado no início do processo, além do treinamento realizado, a maioria dos participantes considerou o modelo como de extrema utilidade, apontando que o GNoSIS é uma alternativa viável para tentativa de efetivação de um acordo entre as relações semânticas necessárias para o mapeamento.

|

**Tabela 90 – Resultado do questionário para avaliação do modelo e das ferramentas**

<b>Consigo expressar meus argumentos eficientemente e entender os argumentos dos outros participantes através do método IBIS utilizado na negociação?</b>				
Extremamente Difícil			28,6%	Extremamente Fácil 71,4%
<b>As ferramentas implementadas permitem a negociação com os demais colegas, mesmo que de forma assíncrona?</b>				
Não		Razoável 14,3%		Sim 85,7%
<b>Os objetivos da negociação (mapeamento) foram atingidos?</b>				
Não		Razoável		Sim 100%
<b>Estou totalmente satisfeito com a tarefa?</b>				
Extremamente insatisfeito		14,3%	14,3%	Extremamente satisfeito 71,4%
<b>Utilizaria o modelo para negociar mapeamentos na prática?</b>				
Não		Possivelmente 28,6%		Sim 71,4%
<b>O quão fácil ou difícil você achou usar o GNoSIS?</b>				
Extremamente Difícil		14,3%	28,6%	Extremamente Fácil 57,1%
<b>Sua experiência de trabalho em grupo de negociação poderia ser considerada</b>				
Péssima	Ruim	Razoável 14,3%	Boa 14,3%	Ótima 71,4%
<b>Durante a negociação, você e sua contraparte fizeram algum tipo de contato fora do sistema?</b>				
	Sim 0%			Não 100%

Foi possível perceber que a facilidade proporcionada pela socialização do conhecimento (realizada após explicitação e consulta das argumentações de negociações passadas) trata-se de um recurso considerado importante pelos negociadores. Esta constatação foi observada a partir da análise dos questionários, onde a maioria dos participantes destacou essa funcionalidade como uma das vantagens do modelo. Em contrapartida, foram destacadas funcionalidades que faltam ao modelo como a possibilidade de uma pré-negociação mais formal do protocolo previamente sugerido pelo mediador, além de uma falta de informações sobre o mediador escolhido, se ele foi



escolhido por votação, suas experiências, etc. Por fim, a falta de informação sobre o perfil dos outros negociadores também foi apontada como uma falha na mesa de negociação, uma vez que esta é colaborativa e esses dados não necessitam ser sigilosos.

Todos os participantes informaram não possuir experiência na utilização de sistemas de suporte à negociação, embora a maioria dos participantes (57,1%) possui ou algum conhecimento sobre o processo de negociação a partir da análise de alguns trabalhos da literatura ou experiência prática com negociação por já terem participado alguma vez de mesas de negociação comercialmente. Todos os participantes informaram não terem feito nenhum tipo de contato com as contrapartes, a não ser os previstos pelo mediador, a maioria declarou estar satisfeito com a experiência de negociação inclusive se mostrando interessados em utilizar o modelo para negociar conceitos com outros grupos na prática.

## **8.6 – Estudo de Caso do COE**

A ferramenta COE tem como principal objetivo facilitar a edição colaborativa de ontologias em um ambiente “peer-to-peer” com a utilização da plataforma COPPEER, com suporte a criação, edição, compartilhamento e reuso de ontologias na linguagem OWL.

Para analisar o grau de utilidade da ferramenta, foi realizado um estudo de caso com alunos de mestrado e profissionais da área de Ciência da Computação, tendo como principal objetivo provar que o processo de criação de ontologias é facilitado e enriquecido pelos mecanismos colaborativos propostos.

As etapas de descrição e planejamento do estudo apresentado nas próximas subseções foram realizadas em agosto de 2007. A instrumentação do estudo consumiu o trabalho de VILELA(2007), autora do projeto final sobre o assunto.

Nesta seção, apresentamos um estudo de observação que avalia a viabilidade da utilização do COE. Inicialmente, definimos as etapas envolvidas no estudo e apresentamos como estas etapas foram realizadas. Em seguida, apresentamos as observações obtidas durante o estudo.

### **8.6.1 – Definição**

O contexto global considerado nesse trabalho é que as soluções de edição de ontologias até o momento apresentam poucos recursos de colaboração e reuso.



O contexto local desse estudo tem como objetivo avaliar a viabilidade da utilização da ferramenta COE, focando nas dificuldades encontradas pelos usuários durante o processo de edição de uma ontologia e a utilização da ferramenta.

Neste estudo, não estamos diretamente interessados em mensurar o ganho de tempo ou a complexidade das ontologias resultantes. Consideramos que melhorias podem ser identificadas através de análises e estudos futuros, além de mostrar que é viável a utilização da ferramenta.

Seguindo a notação *Goal-Question-Metric* (GQM) (SOLINGEN, BERGHOUT, 1999), a definição do estudo é:

**Analisar** a utilização da ferramenta COE para a edição colaborativa e reuso de ontologias.

**Com o propósito de** *recolher requisitos de melhorias e avaliar a viabilidade de edição colaborativa e reuso de ontologias utilizando redes “peer-to-peer”.*

**Referente** aos ganhos obtidos por sua utilização e as dificuldades encontradas.

**No contexto de** *edição de ontologias.*

## 8.6.2 – Planejamento

### § Participantes

Para analisar o grau de utilidade da ferramenta, foi realizado um estudo de caso com alunos de mestrado e profissionais da área de Ciência da Computação, tendo como principal objetivo provar que o processo de criação de ontologias é facilitado e enriquecido pelos mecanismos colaborativos propostos. É importante destacar que nenhum dos participantes utilizaram ou conheciam a ferramenta COE antes do experimento.

### § Treinamento

O treinamento dos participantes foi feito no laboratório, onde foi realizado o estudo investigativo. O treinamento foi praticamente “hands-on”.

### § Instrumentos

Para que o estudo de caso fosse realizado, disponibilizamos máquinas com a ferramenta COE devidamente instalada sobre a plataforma COPPEER na mesma rede “peer-to-peer”.

Selecionamos ontologias compatíveis com o domínio dos participantes, sendo que as ontologias escolhidas possuíam intercessões semânticas, como conceitos iguais ou de significados semelhantes.



## § Critérios

O foco de qualidade do estudo exige critérios que avaliem os ganhos obtidos e as dificuldades encontradas na utilização da ferramenta pelos usuários. Tanto os ganhos quanto as dificuldades foram avaliados qualitativamente, através dos questionários. Esta análise tem o objetivo de avaliar a dificuldade de uso do COE e identificar melhorias futuras.

Nesta abordagem, propõe-se que o COE seja avaliado qualitativamente, após o seu uso, pelos usuários a partir de questionários (vide Anexo I e II de (VILELA, 2007)).

## § Hipótese Nula

A hipótese nula é uma afirmativa que o estudo experimental tem como objetivo negar. No estudo atual, a hipótese nula determina que a utilização o COE NÃO auxilia na criação de ontologias.

## § Hipótese Alternativa

A hipótese alternativa é uma afirmativa que nega a hipótese nula. O estudo experimental tem como objetivo provar a hipótese alternativa, refutando assim a hipótese nula. No estudo atual, a hipótese alternativa determina que os participantes que avaliaram o COE podem ter benefícios no que se refere ao reuso de ontologias.

## § Variáveis Independentes

As áreas de atuação, os dados pessoais e a escolaridade dos participantes são informações independentes coletadas durante o estudo.

## § Variáveis Dependentes

Todas as demais variáveis são dependentes.

## § Análise Qualitativa

Tem o objetivo de avaliar o que mais agradou e o que mais desagradou na proposta, além de dificuldades e sugestões.

## § Capacidade Aleatória

Os indivíduos que realizaram o estudo foram selecionados aleatoriamente dentre o universo de candidatos a participantes, ou seja, dentre o conjunto das pessoas disponíveis que atendem aos critérios especificados no parágrafo Participantes.

## § Classificação em Blocos

Os usuários foram divididos em dois blocos. Um bloco utilizava o COE como um editor convencional de ontologias, sem acesso aos recursos de busca e reuso de ontologias. O outro bloco realizou a edição das ontologias utilizando os mecanismos de busca e reuso parcial ou total das ontologias.



### § **Balanceamento**

Não houve a necessidade de balanceamento.

### § **Mecanismo de Análise**

As variáveis dependentes são apresentadas utilizando-se as escalas próprias de cada variável. Além disto, os resultados são discutidos utilizando-se por base análise baseada no ranqueamento dos resultados obtidos pelos participantes.

### § **Validade Interna do Estudo**

A validade interna do estudo é dependente do número de participantes executando o estudo. Contamos com 12 participantes, o que garante um bom nível de validação interna do estudo. Certamente, um número maior de participantes melhoraria a validade interna do estudo.

Outro ponto que pode influenciar o resultado do estudo é a troca de informações entre os participantes que já realizaram o estudo e os que não o realizaram. Este não foi o caso porque todo o estudo ocorreu no mesmo período de tempo, tendo os grupos trabalhado em seqüência, sem comunicação no intervalo de seus trabalhos. Não houve comunicação entre os grupos durante o processo. Fora isto, foi pedido aos participantes que não se comunicassem enquanto preenchiam os questionários.

### § **Validade Externa do Estudo**

A validade externa do estudo é considerada suficiente, visto que o presente estudo visa avaliar a viabilidade de uma aplicação. Demonstrada esta viabilidade, novos estudos podem ser planejados para refinar a solução.

### § **Validade de Construção do Estudo**

A validade de construção do estudo se refere à relação entre os instrumentos e participantes do estudo e a teoria que está sendo provada por este. Neste caso, para criar as ontologias usadas, escolhemos um domínio de aplicação amplamente conhecido, neutralizando o efeito da experiência dos participantes no domínio. Além disso, o estudo não visa avaliar a correção do cenário, mas a viabilidade do uso da ferramenta.

### § **Validade de Conclusão do Estudo**

A validade de conclusão do estudo mede a relação entre os tratamentos e os resultados, determinando a capacidade do estudo em gerar alguma conclusão. Não encontramos grandes dificuldades em relação à capacidade de conclusão do estudo, visto os seus resultados diretos. Além disso, o estudo utiliza medidas objetivas, o que neutraliza a influência humana sobre os dados apurados e analisados.

### 8.6.3 – Execução

O experimento foi dividido em duas etapas.

A primeira etapa foi composta por um grupo de pessoas utilizando a ferramenta COE sem mecanismos colaborativos, com a finalidade de construir uma ontologia baseada em conceitos pré-definidos do domínio de Banco de Dados;

A segunda etapa contendo um outro grupo de pessoas utilizando a ferramenta COE com mecanismos colaborativos (buscas e recursos para facilitar o reuso de ontologias) a fim de construir uma ontologia do domínio de Banco de Dados, a partir das ontologias desenvolvidas e compartilhadas na primeira etapa.

Após a conclusão do experimento, os participantes foram submetidos a um questionário ((vide Anexo II de (VILELA, 2007))) de acordo com a etapa realizada.

### 8.6.4 – Análise dos Resultados

Através da análise dos questionários respondidos podemos constatar que os participantes, em sua maioria (58,3%), possuíam pouco conhecimento de ontologias e o restante (41,7%) possuíam um conhecimento parcial. Observamos, também, que todos os participantes adquiriram este conhecimento através de disciplinas de graduação, sendo que a maioria (66,6%) nunca trabalhou com ontologias.

Destacamos a seguir, na Tabela 91, dados relevantes do questionário de avaliação da ferramenta COE utilizado na primeira etapa:

**Tabela 91 - Respostas do Questionário da Etapa 1**

Grau de dificuldade da ferramenta COE:	
50% - Nulo	50% - Pouco
Mecanismos de busca e colaboração ajudariam na construção de ontologias?	
33% - Muito Alto	67% - Alto
Utilizaria a ferramenta COE na prática?	
84% - Sim	16% - Indeciso
Ferramenta COE possui todas as funcionalidades esperadas?	
100% - Sim	
Já utilizou alguma outra ferramenta de edição de ontologias?	
33% - Sim ( Protege)	67% - Não

E os resultados obtidos na segunda etapa do experimento estão destacados na tabela abaixo (Tabela 92):

**Tabela 92 - Respostas do Questionário da Etapa 2**

Grau de dificuldade da ferramenta COE:		
34% - Nulo	50% - Pouco	16% - Médio
Grau de dificuldade dos Mecanismos de Busca e Colaboração:		
84% - Pouco		16% - Médio
Mecanismos de busca e colaboração ajudaram na construção de ontologias?		
16% - Muito Alto	50% - Alto	34% - Médio
Utilizaria a ferramenta COE na prática?		
67% - Sim		33% - Indeciso
Ferramenta COE possui todas as funcionalidades esperadas?		
100% - Sim		
Já utilizou alguma outra ferramenta de edição de ontologias?		
100% - Sim ( Protege)		

Podemos concluir que os participantes não apresentaram muitas dificuldades ao utilizar as funcionalidades da ferramenta COE. Do grupo estudado, a maioria dos participantes (92%) indicou como nulo ou pouco o grau de dificuldade na utilização da ferramenta.

As principais dificuldades dos participantes observadas estão relacionadas à falta de prática na construção de ontologias, dado que a maioria dos participantes apenas aprendeu sua teoria em disciplinas na faculdade. Também é importante destacar que os participantes conheciam o domínio disponibilizado para esse experimento, visto que 67% dos participantes se consideravam como experientes no domínio de banco de dados.

Através da análise das ontologias desenvolvidas na primeira etapa, observamos que as ontologias criadas, sem mecanismos de busca e colaboração, foram muito simples, ou seja, as ontologias criadas possuíam apenas uma hierarquia de classes com pouco detalhamento de propriedades, relacionamentos e instâncias.



A partir das ontologias desenvolvidas na segunda etapa, foi possível perceber uma melhora significativa na qualidade das ontologias criadas. A facilidade proporcionada pelos mecanismos de busca e colaboração permitiu a construção de ontologias com mais conteúdo. As ontologias criadas possuíam conceitos bem definidos, com um aumento no número de propriedades, relacionamentos e instâncias associadas.

Podemos concluir a partir da análise destes dados que a ferramenta COE desenvolvida teve uma boa aceitação. A maioria dos participantes (75%) avaliou a ferramenta COE como positiva e a utilizaria na prática para construção de ontologias, considerando que grande parcela do grupo estudado (67%) já utilizou outra ferramenta para edição de ontologias.

Todos os participantes da primeira etapa do experimento informaram que os mecanismos de busca e colaboração facilitariam na construção de ontologias. Considerando os participantes da segunda etapa, 84% definiram como baixo o grau de dificuldade na utilização dos mecanismos colaborativos e 66% concluíram que tais funcionalidades auxiliaram na construção de ontologias.



## Capítulo 9 – Considerações Finais

*Neste capítulo, serão apresentadas as contribuições da aluna, as limitações enfrentadas neste trabalho, bem como sugestões de trabalhos futuros.*

Grande parte do conhecimento disponível necessário encontra-se inacessível aos indivíduos durante um processo de tomada de decisão e planejamento. Este problema é agravado no meio científico, tendo em vista a complexidade e volume dos dados utilizados, além da distância física entre pesquisadores. O crescimento quase exponencial de informação científica tem comprometido as atividades de análise e assimilação de tais dados e assimilação para posterior criação do conhecimento. Ou seja, a Ciência tornou-se dependente de uma eficaz Gestão do Conhecimento para a sua própria evolução. O uso da tecnologia como suporte à Gestão do Conhecimento facilita nas tarefas de registro, organização, transformação e busca desse conhecimento acumulado.

Embora algumas propostas de ferramentas computacionais tenham sido aplicadas no meio científico, a maioria destas é focada apenas em atividades operacionais e isoladas, como a gerência do dado científico e realizações de simulações, e pouca atenção tem-se dado ao principal responsável pelo processo de criação de conhecimento organizacional: o ser humano detentor do conhecimento. Fora isto, pouco se vê no auxílio a atividades táticas e estratégicas de uma organização de ensino ou pesquisa. Além disso, falta interoperabilidade entre ferramentas de e-Ciência já existentes com ferramentas que atendam a outras etapas ou processos do meio científico.

Dentro desse contexto, surgiu a proposta da abordagem Methexis, cujo principal enfoque é a identificação do conhecimento científico, independente de sua forma (tácita ou explícita) e viabilização do fluxo de conhecimento em uma organização de ensino e pesquisa, além do acompanhamento do “mercado” acadêmico e desenvolvimento de áreas da Ciência no Brasil. No intuito de validar esta abordagem, foi desenvolvido um ambiente computacional de apoio, o qual foi analisado através de estudos de caso. Tais avaliações permitiram validar, mesmo que parcialmente, o estudo feito e o tema deste trabalho.



Este trabalho e seus frutos durante a tese foram reportados em publicações científicas, listadas no Anexo XI.

## **9.1 – Contribuição**

Este trabalho envolveu e envolve, além desta tese de doutorado, mais seis teses de mestrado e cinco projetos finais de curso (graduação).

Além do estudo de como o conhecimento pode ser encontrado em uma Instituição de Ensino e Pesquisa, da arquitetura do ambiente e a sua implementação, tivemos outras contribuições fruto deste trabalho.

Para realizar a comparação com os projetos atuais na área, um amplo levantamento foi feito, e os projetos comparados, sendo uma documentação do estado atual de pesquisa na área.

Por auxiliar todo o processo de criação (NONAKA e TAKEUCHI, 1995) e gerência do conhecimento (STOLLENWERK, 2001), esta proposta soma-se a poucas existentes a nível nacional e internacional, sendo, portanto, uma contribuição para o cenário de Ciência Eletrônica.

Fora isto, esta abordagem contempla soluções para o gerenciamento e posicionamento das instituições científicas brasileiras, o que pode trazer bastante benefício para o cenário científico nacional caso o seu uso seja ampliado.

Além de tais contribuições globais, contribuições específicas foram feitas, tais como:

### **§ Identificação e Mensuração de Competências**

Neste trabalho construiu-se um mecanismo de identificação e mensuração de competências, baseando-se nas atividades exercidas pelos pesquisadores. Tal abordagem pode contribuir na busca de especialistas e auxiliar na formação de grupos ou projetos.

### **§ Gestão do Conhecimento Pessoal**

Utilizamos os mapas mentais e a abordagem do “Diário Web”, conceito que praticamente é a fusão do caderno do pesquisador com o conceito de “blog”. Tais ferramentas podem auxiliar o pesquisador a gerenciar o seu próprio conhecimento. Uma novidade no trabalho é a possibilidade do usuário possibilitar que alguns de seus conhecimentos pessoais (seja na forma de mapa ou de página do “Diário Web”) sejam



disponibilizados e referenciados para o público, auxiliando assim na disseminação do conhecimento.

### § **Inteligência Competitiva em IEP**

Esse trabalho trouxe contribuições para a área de Inteligência Competitiva, principalmente voltada para as Instituições de Ensino ou Pesquisa, devido ao desenvolvimento de ferramentas de análise que utilizam dados do cenário científico nacional, levantamento de indicadores que possam ser úteis às instituições, além da análise do ciclo de Inteligência Competitiva no contexto acadêmico. Além disto, consultas e mecanismos de comparação foram desenvolvidos, facilitando assim a análise estratégica e criação de objetivos em uma IEP.

### § **Apoio à Execução de Projetos Científicos**

Além das ferramentas próprias do Módulo de Projeto, podemos ressaltar duas funcionalidades: Ferramenta de Busca por Substituto e o Reuso de “Workflows”.

A Ferramenta de Busca por Substituto indica, através de uma série de visualizações, pessoas mais apropriadas para exercer uma determinada atividade, seja em um projeto, em uma comunidade ou em uma organização. Assim otimiza-se a alocação de recursos humanos no meio acadêmico e científico.

A parte de reuso de “workflows”, seja parcial ou total, é outra contribuição na parte de execução de projetos científicos. Buscar, analisar e entender processos já mapeados e executados por outros projetos é uma boa fonte de aprendizado e o reuso de um processo bem definido pode preservar o projeto de erros já vividos no passado.

### § **CRM Científico**

Esta é uma abordagem totalmente nova. O CRM Científico é composto de uma relação de processos que ajudam uma IEP a conquistar novos “clientes”, construindo e retendo uma base leal de clientes, sejam internos ou externos. Conhecendo cada interação entre suas atividades e o cliente, a IEP pode criar ou aprimorar soluções capazes de atendê-lo de forma integrada e personalizada, aumentando assim a satisfação no relacionamento entre a IEP e o cliente.

Para atender as necessidades da IEP, foram elaborados dois tipos de análise chamados: Análise Vertical e Análise Horizontal.



A partir do momento em que a IEP começa a prestar atenção ao cliente, muito provavelmente vai perceber que precisa ter um histórico de seu comportamento, um cadastro que englobe desde dados pessoais, gostos, ações realizadas, se já solicitou algum produto ou serviço que a IEP não oferecia, entre muitas outras oportunidades de interação.

O intuito não é apenas satisfazer o cliente, mas analisar quais são os clientes realmente significativos para se fortalecer o relacionamento ou até propiciar novas oportunidades de parceria. Além disto, esta importante também é útil para entender os casos de insucesso, o que ocasionaram o rompimento de relações.

É neste ponto, para dar apoio à análise vertical e horizontal, que entra a necessidade de um sistema específico, que realize o cruzamento dos dados e forneça as informações, de acordo com o método de trabalho de cada IEP. Neste quesito, não só a riqueza de informações, mas a facilidade de acesso a elas, conta muito. É preciso entender os dados ao invés de somente acumulá-los. E analisar as fases de CRM no cenário científico e acadêmico, é uma das contribuições do Módulo de CRM Científico.

### § **Balanceamento de Redes Sociais Científicas**

Uma rede social científica, ou seja, uma rede na qual seus elos são pesquisadores, grupos de pesquisa ou instituições de ensino e pesquisa, é um dos mecanismos vivos para a disseminação do conhecimento, e muitas vezes responsáveis pela formação de projetos e iniciativas científicas. Manter o fluxo de conhecimento constante nesta rede é importante, porque danos em sua formação podem ser irreparáveis.

Uma contribuição deste trabalho foi o levantamento de dados que podem ser utilizados para se identificar uma rede social científica, além da proposta de balanceamento. O balanceamento é uma proposta inovadora para se manter a rede sempre conectada e solucionar eventuais problemas detectados na formação da mesma.

### § **Gestão do Conhecimento sobre Equipamentos**

Tendo em vista que os recursos - equipamentos e sistemas - estão cada vez mais presentes no cenário científico, gerenciar o conhecimento sobre eles (para o seu manuseio, o seu entendimento e percepção de quais pessoas na instituição estão aptas para executar uma ação em um recurso específico) tornou-se vital para o planejamento e execução de atividades científicas. A contribuição neste sentido foi a criação de



mecanismos que pudessem auxiliar a gestão do conhecimento sobre um recurso, especialmente equipamentos.

## § **Negociação do Significado**

As principais contribuições nesta área se referem à elaboração do modelo de negociação no contexto da negociação de significados. O modelo foi elaborado de forma a garantir que a colaboração entre os negociadores seja de forma construtiva levando ao bem comum. Dentro desta proposta, a principal contribuição está relacionada com a comunicação: o modelo utiliza a metodologia IBIS que, mesmo já existente na literatura há algum tempo, não tinha sido explorada para auxiliar na resolução de conflitos num SSN (Sistema de Suporte à Negociação), uma vez que estes tipos de sistemas começaram a ganhar uma atenção maior há pouco tempo, conforme pode ser lido em (PAULA, 2006). Neste ínterim, o grande diferencial em relação aos demais modelos é o suporte à socialização do conhecimento a partir da colaboração entre os negociadores e dessa explicitação estruturada de argumentos e idéias que é possível através da metodologia IBIS. Além disso, esse conhecimento externalizado, juntamente com os outros artefatos da negociação, é armazenado para que possa contribuir em negociações futuras.

Ainda, o modelo permite que a tarefa de mapeamento ontológico seja acompanhada por vários especialistas de domínios e não mais sendo parte decisória de somente uma pessoa. Assim, inserimos as pessoas que serão afetadas pelas relações semânticas declaradas no arquivo de mapeamento, uma vez que este processo, conforme disse KLEIN (2001), é complexo o bastante para impedir que seja completamente realizado somente por meios computacionais.

Mesmo não sendo o ponto principal deste trabalho, a implementação do modelo GNoSIS contribui para a área de interoperabilidade semântica, principalmente em relação ao algoritmo para cálculo de similaridade entre conceitos de diferentes ontologias. A idéia primeira do algoritmo foi aplicada e testada em esquemas de banco de dados e apresentamos aqui uma variação dessa abordagem aplicada em estruturas de conhecimento, dando a flexibilidade de ajustes de pesos para se adequar em diferentes tipos de estruturas.



## § Edição Colaborativa de Ontologias

A principal contribuição nesta área foi através do COE, permitindo o reuso de ontologias através de uma rede ponto-a-ponto (P2P).

## § Objetos de Conhecimento

A extensão dos KO (MERRILL, 2000) permitiu a representação de diferentes níveis semânticos de conhecimentos científicos, os quais foram integrados em uma ontologia conceitual. Esta abordagem permite a representação tanto nos níveis teóricos quanto operacionais.

## § Álgebra do Conhecimento

Foi elaborado neste trabalho um conjunto de operações para atuar em uma ontologia ou em um mapeamento entre duas ontologias. Operações para se trabalhar com mapeamentos ontológicos ainda é inédito, sendo uma das principais contribuições neste tópico. As operações providas para se trabalhar em uma única ontologia são mais numerosas do que propostas existentes na área.

Outra contribuição foi a criação de um protótipo para visualizar e avaliar as operações algébricas feitas.

## 9.2 – Limitações

A partir de uma análise crítica sobre a abordagem proposta e sua implementação, puderam ser identificadas diversas limitações. Algumas dessas limitações, que se relacionam com decisões tomadas durante o desenvolvimento da abordagem, são detalhadas a seguir:

### § Visão Centralizada

Este trabalho se baseou pesadamente em uma abordagem centralizada. Este tipo de abordagem ‘centralizada’ mostra algumas inconsistências em relação a muitas das teorias que envolvem o conhecimento, nas quais a distribuição e sociabilidade são características essenciais para a criação e compartilhamento de conhecimento (BONIFACIO, 2004). Esta incoerência parcialmente explica a razão que leva muitos usuários a abandonar sistemas centralizadores de conhecimento porque eles têm que se adaptar à classificação e à estrutura de representação do conhecimento rígidas. Por



outro lado, muito do conhecimento tácito e possibilidade de interações são perdidas em uma visão centralizada.

A visão centralizada também tem seus benefícios, principalmente quando é necessária a análise de dados globais, ou seja, de um conjunto. No nosso cenário, os prováveis usuários não teriam problemas com este tipo de visão, pois a maior parte dos sistemas acadêmicos são centralizadores. Analisar novas funcionalidades e abordagens em sistemas centralizados é mais eficaz, pois a distribuição embute outros fatores durante uma avaliação (falhas de comunicação, problemas na tecnologia, dispositivos móveis normalmente possuem menos espaço e menos desempenho, dentre outros fatores) que podem comprometer a análise da idéia implementada, comprometendo os resultados de uma avaliação. Ou seja, para uma grande carga de dados, consultas e transações o ideal é se utilizar uma visão centralizada, enquanto para o uso de variáveis contextuais, como posição geográfica e tempo, a visão distribuída é a ideal.

Ter uma solução híbrida, que englobe as duas visões, centralizada e distribuída, seria o ideal.

A camada Mimexis, composta pelos módulos GCE, GCC e Análise e Balanceamento de Redes Sociais, é completamente centralizadora e poderia prover serviços igualmente importantes aos já implementados caso utilizasse soluções distribuídas complementares. A escolha por começar o trabalho com uma abordagem centralizadora foi proposital, devido às vantagens mencionadas. Após o término da implementação desta camada e baseando-se nas vantagens de uma abordagem distribuída para a disseminação do conhecimento e melhorias nas interações pessoais, foi projetada e está sendo desenvolvida a abordagem de “Troca Móvel de Conhecimento” (MEK – “Mobile Exchange of Knowledge”) (TECLA, 2007). Esta abordagem envolve, de uma maneira móvel, a troca de conhecimento entre pessoas que compartilham os mesmos interesses utilizando-se componentes móveis, como telefones celulares.

## § “Knowledge Grid”

A não-implementação, e conseqüentemente, a não-avaliação dos módulos que fazem parte da Camada Paradigma é uma limitação deste trabalho. Este fato se deve a alguns problemas encontrados no decorrer deste trabalho. No início deste trabalho (setembro de 2003) as ferramentas destinadas ao gerenciamento de Malhas Computacionais (“Grid”) não estavam maduras o suficiente e com isto implementar as



funcionalidades propostas nesta tese, referentes a esta camada, teríamos gasto muito tempo na implementação de serviços suporte (como a própria execução de “workflows” - seqüências de “jobs” – e seu controle).

Com o passar do tempo, as ferramentas ficaram mais eficientes, sendo que há uma tendência para que os serviços em “grid” sigam os mesmo padrões dos “web-services”.

Apesar do avanço do ferramental, não houve tempo hábil, nestes 4 anos, para a implementação desta camada, sendo esta uma atividade dos trabalhos futuros previstos.

### § **Avaliação da Proposta**

A falta de um cenário real, no qual todos os módulos fossem usados e onde pudéssemos avaliar totalmente a abordagem, foi uma limitação durante a avaliação deste trabalho.

Atualmente estamos em negociação para a implantação do ambiente em algumas instituições de pesquisa.

### § **Integração com Ferramentas Existentes**

Como mencionado na avaliação, uma limitação do trabalho é a integração com ferramentas já existentes. Atualmente, dos sistemas acadêmicos, apenas importamos os dados do Lattes (no formato XML padrão e HTML). A integração com outros sistemas é uma das atividades dos nossos trabalhos futuros.

## **9.3 – Trabalhos Futuros**

A realização deste trabalho de pesquisa levou à construção de uma infraestrutura de apoio à Gestão do Conhecimento em Ciência Eletrônica. Essa infraestrutura abre novas perspectivas de pesquisa, que podem ser exploradas em trabalhos futuros, tais como:

### § **Finalização dos Módulos Não-Terminados**

Implementar, avaliar e finalizar os módulos de CRM Científico, Módulo de Raciocínio e Balanceamento de Redes Sociais Científicas.



## § Melhorias Contínuas nos Módulos Implementados

Com o uso, novas necessidades são detectadas. Uma idéia é a incorporação do conceito de Raciocínio Baseado em Casos (“Case Based Reasoning”) para Processos, implementada por BOMFIM (2007), no Módulo de Projetos do GCC (e conseqüentemente no GCE também).

Outro ponto é o acompanhamento temporal da criação de competências, bem como a identificação dos interesses que viraram competências. No cenário de acompanhamento, monitoraremos a evolução temporal das forças e fraquezas.

Como trabalho futuro planeja-se uma melhor comunicação entra as camadas do Methexis, que na versão atual encontram-se um pouco isoladas.

## § Análise de Tendências Científicas

Para se auxiliar o andamento de trabalhos científicos, torna-se necessário conhecer como a Ciência se desenvolveu. Esse trabalho objetiva prover um ambiente que:

- § Auxilie no estudo do desenvolvimento das áreas da Ciência, analisando como uma área evoluiu ao longo do tempo, quais áreas convergiram, quais áreas divergiram e como os pesquisadores se posicionaram ao longo da evolução da área.
- § Prever como essas áreas poderão se comportar no futuro, identificando oportunidades de pesquisa.
- § Os tomadores de decisão, a partir das informações inferidas das análises, podem elaborar um plano estratégico para a organização.

Este trabalho é tema da tese de mestrado de MARTINO (2008) e já se encontra em andamento.

## § Gestão do Conhecimento Pessoal

Como ferramentas de conhecimento pessoal, nesta abordagem, temos os mapas mentais e os diários “web”. Planejamos estudar e desenvolver novas ferramentas úteis para o pesquisador gerenciar o seu próprio conhecimento.

## § Visualização do Conhecimento

Visualizações são específicas para atender um determinado cenário. Esta parte do nosso trabalho ficou comprometida porque não tivemos um cenário real para aplicá-



lo. Com o seu uso, vislumbraremos novas visualizações e técnicas de navegação para auxiliar o usuário.

## § Inteligência Competitiva em IEP

Como continuidade nesta área, entende-se:

- § Uma possibilidade de trabalho futuro é usar agentes inteligentes que monitorem fontes que são importantes para as instituições de ensino.
- § Aplicar a IC no contexto de universidades corporativas e de universidades privadas. Além do foco deste trabalho, existem outras formas que estão se expandindo rapidamente como a Educação à Distância e as Universidades Corporativas, que buscam desenvolver as competências essenciais, com qualificação e desenvolvimento de recursos humanos. Uma extensão desse trabalho é analisar o ambiente destas instituições e aplicar conceitos da Inteligência Competitiva.
- § Criar a possibilidade da definição de metas e objetivos dentro do módulo de Inteligência Competitiva. O sistema seria responsável em ajudar a instituição/departamento/setor/pesquisador a alcançar as metas e objetivos definidos, monitorando as métricas, informando quais critérios precisam ser melhorados e o quão perto ou longe a instituição/departamento/setor/pesquisador está de alcançar o objetivo.
- § Como trabalho futuro, tem-se ainda a continuação da implementação e melhoria constante do ambiente, inclusive as sugeridas durante o estudo de caso, para que este atenda, da melhor maneira possível, às necessidades dos pesquisadores brasileiros e seu uso possa ser difundido no meio acadêmico.

### 9.3.1 – Apoio à Execução de Projetos Científicos

O intuito é permitir que o pesquisador consiga controlar o seu projeto completamente via o módulo de projeto, principalmente a parte da execução de “workflow”. Desta maneira, ele poderá especificar um processo e o ambiente monitora a execução em várias camadas de abstração, indo do mais geral até a execução de serviços “web” ou “jobs” em “grids”, ligando-se metas estratégicas, processos, sub-processos até a execução dos “jobs”



Fora isto, podemos trabalhar com a idéia de “templates” de projeto, no qual um usuário pode escolher um “template” e já utilizar uma equipe, processos e conjuntos de tarefas previamente definidos.

### **9.3.2 – Gestão do Conhecimento sobre Equipamentos**

Objetivamos criar soluções na área de identificação de problemas, especialmente no que se refere: i) o reconhecimento de sintomas; ii) a identificação e resolução de problemas computacionais; iii) logística para facilitar a troca e manutenção dos recursos computacionais a fim de manter a continuidade dos processos de IT e evitar desperdícios; iv) além do reconhecimento, mensuração e difusão do conhecimento interno.

### **9.3.3 – Negociação do Significado**

Como continuação do trabalho, é necessário um estudo de caso mais detalhado, envolvendo uma negociação de maior complexidade e em contextos diferentes, com mais participantes e métricas mais objetivas e quantitativas, dos ganhos obtidos quando da utilização do modelo.

As limitações da implementação, descritas no capítulo 4, também podem ser consideradas limitações atuais do GNoSIS que deverão ser solucionadas a partir dos trabalhos em andamento.

Muitas melhorias podem ser implementadas para dar suporte ao modelo. Entre elas, está a extensão do editor usado para criação de ontologias, o COE, para ler o arquivo de mapeamento e manipular as relações semânticas graficamente, facilitando a sua visualização e atualização. Assim, conforme o mediador for atualizando o arquivo de mapeamentos com as decisões de cada negociação, os participantes poderão acompanhar visualmente as relações entre os conceitos das duas ontologias após o final de cada negociação, tendo conhecimento rápido de todas as decisões formadas.

A mesa de negociação pode ser melhorada, conforme crítica dos usuários, ao deixar disponível para os participantes o tempo que lhes resta no seu turno de argumentação, definido no protocolo firmado. Para tal, pode-se ser implementado um cronômetro, diminuindo assim as tarefas do mediador e focando a sua intervenção mais para a discussão dos participantes e menos para as regras do protocolo.

Quanto ao cálculo de similaridades, pode ser testada uma abordagem para automaticamente calibrar os pesos do algoritmo conforme os graus de semelhança



encontrados vão sendo condizentes com o mapeamento posteriormente escolhido. Pode também utilizar a base histórica como entrada do cálculo de similaridade, assim este poderia se basear em conceitos já previamente mapeados e ajustar o grau de similaridade em função desse histórico. O cálculo de similaridade pode também fazer uso de outros elementos ontológicos para comparação entre conceitos como instâncias de classes ou regras lógicas inseridas no arquivo OWL.

Quanto ao arquivo de mapeamento gerado, caso seja criada uma linguagem padrão para especificação de arquivos de mapeamento, este pode se adequar ao novo padrão. De qualquer forma, é necessário que seja criada uma máquina de inferências para ler esse arquivo a fim de que ele possa ser usado para troca de informações e instâncias entre as ontologias.

Além disso, ainda como trabalhos futuros pode-se considerar a adaptação do GNoSIS para utilização em ambientes de agentes de “software”, onde esses agentes poderiam ser responsáveis por negociar conceitos com uma intervenção menor do usuário e ser capazes de chegar a um acordo sobre a relação de seus conceitos. Tal modelo, contudo, deve ser mais bem estudado para que a negociação construtiva continue válida, ou seja, um acordo seja formado através de um consenso e com um resultado considerado satisfatório para todas as partes.

#### **9.3.4 – Troca Móvel de Conhecimento**

Este trabalho está sendo desenvolvido por TECLA(2008). O objetivo deste trabalho é a disseminação de conhecimento de maneira móvel, através de celulares. Com isto, damos um passo em direção à visão descentralizada da Gestão do Conhecimento.

#### **9.3.5 – Apoio à Inovação**

A inovação é hoje, entre nós, um processo tão necessário quanto irreversível. É uma questão de sobrevivência. A universidade pública, cuja função principal é desenvolver pesquisa e auxiliar na produção de profissionais competentes, pode e deve ser o parceiro estratégico do setor produtivo nesse processo. Se ninguém conhece melhor as demandas de mercado do que a própria empresa, a universidade pode ser para ela um aliado precioso na identificação de oportunidades tecnológicas, na formulação de projetos cooperativos, na estimulação de empresas ou setores de base tecnológica, na implantação ou no fortalecimento de atividades de P&D e até mesmo na captação de



recursos para projetos de interesse comum. Um dos trabalhos em andamento, desenvolvido por MATOS (2007) é exatamente no apoio a redes produtivas com foco em inovação.

## 9.4 – Questões em Aberto

Embora este trabalho vise prover mecanismos de aquisição, representação, armazenamento e disseminação do conhecimento em uma organização científica, alguns tópicos não foram abordados. Devido à vastidão da área de pesquisa, abordar todos os tópicos relacionados torna-se impraticável, obedecendo-se o prazo de uma tese de doutorado. Os temas que não foram abordados nesta tese foram:

- § Apoio à aula – embora seja a principal forma de disseminação de conhecimento em uma instituição de ensino e pesquisa, ferramentas para auxiliar o corpo docente e o discente nesta atividade não foram contempladas aqui.
- § Apoio ao Aprendizado e Adaptabilidade – As abordagens predominantes na ajuda à navegação num espaço de informação bem definido envolvem a disponibilização de um conjunto de ferramentas de navegação avançadas. No Methexis, prevê-se um conjunto de técnicas de navegação e visualização do dado, informação ou conhecimento, além de métricas para mensurar o grau de conhecimento. Contudo, não foram levadas em consideração as necessidades individuais de aprendizagem ou capacidades cognitivas de cada usuário. A adaptabilidade é uma funcionalidade especialmente importante que pode ser implementada de diversas formas, reconhecendo a importância da comunicação de um indivíduo com o espaço de informação e ajudando a ultrapassar dificuldades de navegação. Apesar de estar-se ciente de sua importância, este trabalho não aborda a adaptabilidade.
- § Trabalho em Campo – O trabalho de observação e coleta de dados primários é uma fase importante para experimentação e processos científicos. Embora sejam importantes, neste trabalho, deduz-se que os dados científicos já são limpos, tratados e estão obedecendo critérios de qualidade.
- § Segurança e Qualidade dos Dados – o mesmo princípio do item acima.



- § Otimização e Preocupação com Desempenho – A principal preocupação é com a completude da resposta e não com o seu desempenho. Por isso, este tópico não foi abordado, tendo em vista que é uma área inteira de pesquisa.
- § Autoria - Informações quando disponibilizadas, podem ser compartilhadas indevidamente, o que nos leva à questão de autoria e propriedade de informação. Mecanismos que indiquem a autoria de determinada informação, versionamento, grau de propriedade e participação na informação disponibilidade são mecanismos úteis em ambientes que lidam com comunidades e grupos. Isto é um ponto importante, tendo em vista que usuários podem omitir suas contribuições por medo de que sejam suas idéias, informações ou conhecimento sejam roubados ou mal utilizados. Embora este seja um problema real, não é tratado.
- § Direitos autorais – Projetos científicos complexos e multi-equipes podem sofrer problemas referentes aos direitos autorais. Por exemplo, se o meu grupo chegou em uma determinada conclusão utilizando um modelo de outro, ou ainda, executando o experimento em um terceiro laboratório, de quem são os direitos autorais da descoberta? Este tipo de problema não é tratado nesta tese.

## 9.5 – Conclusão

Embora seja uma proposta nova, sempre está passível de alterações e modificações visando à contínua melhoria. Mais do que um conjunto de ferramentas computacionais, a principal proposta deste trabalho é prover mecanismos que facilitem a colaboração, disseminação do conhecimento e evolução da Ciência, possibilitando uma maior integração e, conseqüentemente, beneficiando a produção científica brasileira.

Tendo em vista que o conhecimento é um bem difícil de representar, medir a sua importância e confiabilidade, e disponibilizá-lo da melhor maneira possível, acredita-se que esta proposta será melhorada evolutivamente, conforme o uso e aplicação em cenários reais de pesquisa e ensino.



Gostaria, particularmente, de agradecer a todos que chegaram ao final da leitura desta tese e afirmo que suas contribuições, idéias e críticas serão muito válidas para o sucesso deste trabalho.



ABERER, K., CATARCI, T., CUDRE-MAUROUX, P., et al., 2004, "Emergent Semantics Systems". In: *Proceeding of the International Conference on Semantics of a Networked World*, pp. 14-43, França, Junho de 2004.

AILAMAKI, A., IOANNIDIS, Y., LIVNY, M., 1997, "Scientific Workflow Management by Database Management". *Department of Computer Sciences*, University of Wisconsin, Madison

AILAMAKI, A., IOANNIDIS, Y., LIVNY, M., 1998, "Scientific Workflow Management by Database Management". In: *Proceedings of 10th International Conference on Scientific and Statistical Database Management*, pp. 190-199 Capry, Italy

ALAVI, M., 1997, "KM & KMS (Parte de uma apresentação para o ICIS'97)". <http://www.rhsmith.umd.edu/is/malavi/icis-97-KMS/sld011.htm>

ALLEN, W., 2003, "ISKM (Integrated Systems for Knowledge Management)". In: <http://nrm.massey.ac.nz/changelinks/iskm.html>, Accessed in 21/05/2002.

ALLEN, W., KILVINGTON, M., 2003, "ISKM (Integrated Systems for Knowledge Management): An outline of a participatory approach to environmental research and development initiatives". In: <http://www.landcareresearch.co.nz/sal/iskm.html>, Accessed in 21/05/2002.

ALMEIDA, A.C., DÁVILA, A., CHOREN, R., CAVALCANTI, M.C., 2007, BioANot: Um Sistema Multi-Agentes para Apoio à Colaboração entre Projetos de Bioinformática, Workshop de E-Science, Simpósio Brasileiro de Banco de Dados, João Pessoa, Outubro.

ALTINTAS, I., BARNEY, O., JAEGER-FRANK, E., 2006, Provenance collection support in the Kepler Scientific Workflow System, *International Provenance and Annotation Workshop (IPAW)*, LNCS, Provenance and Annotation of Data, 4145: 118-132.

ANZANELLO, M. J., FOGLIATTO, F. S., 2007, Curvas de aprendizado: estado da arte e perspectivas de pesquisa, *Revista Gestão da Produção*, São Carlos, v. 14, n. 1, p. 109-123, jan.-abr. 2007. Disponível em <http://www.scielo.br/pdf/gp/v14n1/09.pdf>

ARAÚJO Jr., R. H., 2001. "Benchmarking". In: *Inteligência Organizacional e Competitiva*. Brasília, DF, Brasil. Editora da Universidade de Brasília. pp. 241-263.

AUSUBEL, D., NOVAK, J., HANESIAN, H., 1978, *Educational Psychology: A Cognitive View*. 2a. edição, New York, Holt, Rinehart & Winston



BANERJEE, S. AND BASU, A., 1993, "Model Type Selection in an Integrated DSS environment", *Decision Support Systems*, v. 9, pp. 75-89

BARBOSA, C.E., MAIA, L., 2006, MISIR: Módulo Integrado de Recomendação, Projeto Final de Curso, Instituto de Matemática, UFRJ, Rio de Janeiro, Brasil.

BARCLAY, R.,MURRAY, P., 1997, "What is Knowledge Management". In: <http://www.media-access.com/whatis.html>, Accessed in 08/2002.

BARROS, M.O., WERNER, C.M.L., TRAVASSOS, G.H., 2002, "Um Estudo Experimental sobre a Utilização de Modelagem e Simulação no Apoio à Gerência de Projetos de Software". In: XIX Simpósio Brasileiro de Engenharia de Software (SBES), Uberlândia, MG, Brasil, Outubro de 2002.

BARROSO, A. C.,GOMES, E., 1999, "Tentando Entender a Gestão de Conhecimento", *Revista de Administração Pública*, v. 33, n. 2, pp. 147-170.Disponível para *download* em <http://www.crie.ufrj.br/kmtools/Knowledge/kr-artigos/kr-artigos.html>

BECHHOFFER, S., HORROCKS, I., GOBLE, C., et al., 2001, "OilEd: a Reasonable Ontology Editor for the Semantic Web", *Proceedings of KI2001, Joint German/Austrian conference on Artificial Intelligence*, v. 2174, pp. 396–408.

BECKER, G., 1999, "Knowledge Discovery". In CRC Press, *Knowledge Management Handbook*, chapter 13

BELOZE, K., DÁVILA, A., ARAÚJO, R., CAVALCANTI, M.C., 2007, Ampliando o Uso Colaborativo de Ontologias em Processos de Anotação Genômica, Workshop de E-Science, Simpósio Brasileiro de Banco de Dados, João Pessoa, Outubro.

BENEZECH, D. L. G. L. B. A. L.-B. J., 2005, "Completion of Knowledge Codification: an Illustration through the ISO 9000 Standards Implementation Process". *Research Policy*

BENZ, J., HOCH, R., 1999, "ECOBAS - Model Interchange Format (MIF) - Version 3.0"

BENZ, J.,HOCH, R., 2003, "ECOBAS Model Interchange Format". In: <http://eco.wiz.uni-kassel.de/ecobas.html>.

BERKELEY, 2003, "The Berkeley Digital Library Project". In: <http://elib.cs.berkeley.edu>, Accessed in 03/2003.



BERKOWITZ, S. D. , 1982, *An Introduction to Structural Analysis: The Network Approach to Social Research*, Toronto, Butterworth.

BERMAN, F., 2001, "From TeraGrid to KnowledgeGrid," *Comm. ACM*, vol. 44, no. 11, Nov., pp. 27–28.

BLOOM, B. S. E. M. D. F. E. J. H. W. H. & K. D. R., 1956, *A Taxonomy of Educational Objectives*, New York, David McKay

BOMFIM, E., OLIVEIRA, J., SOUZA, J., 2007, Using a CBR approach based on ontologies for recommendation and reuse of educational processes, *International Journal of Web Based Communities 2007 - Vol. 3, No.2* pp. 170 - 182.

BONFIM, E. L., OLIVEIRA, J., SOUZA, J. M., et al, 2005, "Thoth: Improving Experiences Reuses in the Scientific Environment through Workflow Management System", 9th International Conference on Computer Supported Cooperative Work in Design (CSCWD 2005) Coventry, UK

BONIFACIO, M., CAMUSSONE, P., 2004, Managing the KM trade-off: Knowledge centralization versus distribution. *Journal of Universal Computer Science*, 10(3), 162-175.

BONNER, A., SHRUFU, A., ROZEN, S., 1996, "LabFlow-1: a database benchmark for high-throughput workflow management". In: *Proceedings of Fifth International Conference on Extending Database Technology*

BOURDREAU, A., COUILLARD, G., 1999, "Systems Integration and Knowledge Management". *Information Systems Management*

BOXWELL JR., R. J., 1996, *Vantagem competitiva através do benchmarking*. Tradução de José Carlos Barbosa dos Santos. São Paulo : Makron.

BRAATHEN, P. C., 1987, *A Case Study of Prior Knowledge, Learning approach and conceptual change in an Introductory College Chemistry Tutorial Program*, Madison, University of Wisconsin

BRANSFORD, J. D. B. A. L. A. C. R., 1999, *How people learn: Brain, mind, experience and school*, Washington, D.C, National Academy Press

BREESE, J. S., HECKERMAN, D., KADIE, C., 1998, "Empirical Analysis of Predictive Algorithms for Collaborative Filtering". In: *Proceedings of Fourteenth Conference on Uncertainty in Artificial Intelligence*, pp. 43-52, Madison, WI, USA.

BRITO, H. M. ; STRAUCH, J. ; SOUZA, J.M., 2005, MODENA: um Ambiente para Gestão de Modelos Científicos em Grades Computacionais. In: XXVI Iberiam Latin American Congress on Computational Methods in Engineering, 2005, Guarapari-



ES. Proceedings of the XXVI Iberian Latin American Congress on Computational Methods in Engineering.

BRITO, H. M. ; STRAUCH, J. ; SOUZA, J.M., 2006, Gestão do Conhecimento Apoiando o Ciclo de Vida de Modelos Ambientais. In: I Congresso Ibero-Americano de Gestão do Conhecimento e Inteligência Competitiva, 2006, Curitiba - PR.

BRITO, H. M. ; STRAUCH, J. ; SOUZA, J.M., 2007, Use of Ontology of Models in Scientific Model Management. In: International Symposium on Environmental Software Systems, 2007, Praga. Proceedings of the XII International Symposium on Environmental Software Systems.

BRITO, H. M. ; STRAUCH, J. ; SOUZA, J.M., 2007a, A Web-based System to Support e-Collaboration in the Design and Construction of Environmental Models. In: International Conference on Environmental Informatics and Systems Research, 2007, Varsóvia. Proceedings of the 21st International Conference on Environmental Informatics and Systems Research.

BRITO, H. M. ; STRAUCH, J. ; SOUZA, J.M.; OSTHOFF, C., 2005, Scientific Models Management in Computational Grids. In: 17th International Scientific and Statistical Database Management Conference, 2005, Santa Barbara - California. Proceedings of the 17th International Conference on Scientific and Statistical Database Management. Berkeley, CA, US : Lawrence Berkeley Laboratory, 2005. p. 113-116.

BROCKMANS, S., HAASE, P., STUCKENSCHMIDT, H., 2006, "Formalism-Independent Specification of Ontology Mappings-A Metamodeling Approach". In: OTM 2006 Conferences, Montpellier, França, Outubro de 2006.

BROWN, J., DUGUID, P., 1998, "Organizing Knowledge". California Management Review, California

Buneman, P., Raschid, L., and Ullman, J., 1997, "Mediator Languages - a Proposal for a Standard", SIGMOD Record, v. 26, n. 1, pp. 39-44

BURANARACH, M., 2001, The Foundation for Semantic Interoperability on the World Wide Web, Tese de Phd, Department of Information Science and Telecommunications, School of Information Sciences, University of Pittsburgh, Pittsburgh, USA.

BURK, M., 2000, "Knowledge Management: Everyone Benefits by Sharing Information". In: <http://www.fhwa.dot.gov/km/prart.htm>.

BUZAN, T., 2005, Mapas Mentais e Sua Elaboração, Cultrix, São Paulo.

CALFLORA, 2003, "CalFlora". In: <http://calflora.org>, Accessed in 04/2003.



CAMPOS, M. L. A. D., 2001, Linguagem Documentária - Teorias que fundamentam sua elaboração, Niteroi, EdUFF

CAPES, 2005a. Disponível em: [www.capes.gov.br](http://www.capes.gov.br). Acessado em 10/02/2006.

CAPES, 2006b. Disponível em: [http://www1.capes.gov.br/Scripts/Avaliacao/MeDoReconhecidos/Area/Programa.asp?cod\\_area=10300007&nom\\_area=CIÊNCIA%20DA%20COMPUTAÇÃO&nom\\_garea=CIÊNCIAS%20EXATAS%20E%20DA%20TERRA&data=06/03/2006](http://www1.capes.gov.br/Scripts/Avaliacao/MeDoReconhecidos/Area/Programa.asp?cod_area=10300007&nom_area=CIÊNCIA%20DA%20COMPUTAÇÃO&nom_garea=CIÊNCIAS%20EXATAS%20E%20DA%20TERRA&data=06/03/2006). Acessado em 06/03/2006.

CARDOSO, L., SOUZA, J., MARQUES, C., 2002, "A Collaborative Approach to the Reuse of Scientific Experiments in the Billof Experiments Tool". Proceedings of the 7th International Conference in CSCW in Design, Rio de Janeiro, Brazil

CARNEGIE, 2003, "The Carnegie-Mellon Digital Library Project". In: <http://informedia.cs.cmu.edu>, Accessed in 03/2003.

CARTIER, J., RUDOLPH, J., STEWART, J., 2001, The Nature and Structure of Scientific Models. The National Center for Improving Student Learning and Achievement in Mathematics and Science (NCISLA)

CAVALCANTI, M. C., MATTOSO, M., CAMPOS, M. L., et al, 2002, "Sharing Scientific Models in Environmental Applications", 14th International Conference on Scientific and Statistical Database Management Edinburgh, Scotland

CAVALCANTI, M., 2003, Scientific resources management: towards an in silico laboratory, Tese de D.Sc., COPPE/UFRJ, disponível como Relatório Técnico ES-605103, Brazil.

CDF, 2003, "The CDF Standard". In: <http://nssdc.gsfc.nasa.gov/cdf>, Accessed in 03/2003.

CHAKRABARTI, S., 2000, "Data mining for hypertext: a tutorial survey", ACM SIGKDD Explorations: Newsletter of the Special Interest Group (SIG) on Knowledge Discovery & Data Mining, v. 1, n. 2 (2000), pp. 1-11.

CHAUI, M., 2002, Introdução à história da filosofia: dos pré-socráticos a Aristóteles. 2a.edição, São Paulo

CHEN, I.-M., MARKOWITZ, V. M., 1995, "Modeling Scientific Experiments with an Object Data Model", pp. 391-400, Proceedings of the Eleventh International Conference on Data Engineering Taipei, Taiwan



CHIN JR, G., ET. AL., 2006, Developing Concept-Based User Interfaces for Scientific Computing, IEEE Computer Society Press, Volume 39 , Issue 9, September, Pages: 26 - 34

CHIN, G., LEUNG, L. R., SCHUCHARDT, K., et al, 2002, "New Paradigms in Problem Solving Environments for Scientific Computing", Anais do IUI'02 - Association for Computing Machinery (ACM) San Francisco, California, USA

CHIU, K., DEVADITHYA, T., LU, W., SLOMINSKI, A., 2005, A binary XML for scientific applications. In First International Conference on e-Science and Grid Computing, Dezembro.

CHRISTOFOLETTI, A., 1999, Modelagem de Sistemas Ambientais, São Paulo

COLEMAN, A. S., 2003, Scientific Models as Works. Long Beach

COMPUTERWORLD, 2001, "Além do data warehouse - Engenharia do Conhecimento é o novo conceito para organizar os dados". In: [http://www.uol.com.br/computerworld/computerworld/255/indep\\_01.htm](http://www.uol.com.br/computerworld/computerworld/255/indep_01.htm).

CONKLIN, J., 2006, "The IBIS Manual: A Short Course in IBIS Methodology". In: <http://www.touchstone.com/tr/wp/IBIS.html>, acessado em fevereiro de 2006.

CONKLIN, J., 2006, "The IBIS Manual: A Short Course in IBIS Methodology". In: <http://www.touchstone.com/tr/wp/IBIS.html>, acessado em fevereiro de 2006.

COOPERATIVE RESEARCH CENTRE FOR VITICULTURE, 2003, "AusVit". In: <http://www.crcv.com.au/ausvit/>, Accessed in 04/2003.

COPPIETERS, K., 1995, "Knowledge Representation".

CRASTO, C. J., MARENCO, L. N., LIU, N., MORSE, T. M., CHEUNG, K.-H., LAI, P. C., BAHL, G., MASIAR, P., LAM, H. Y.K., LIM, E. *et al.*, 2007, SenseLab: new developments in disseminating neuroscience information, Brief Bioinform, Oxford University Press, Maio, Disponível em <http://bib.oxfordjournals.org/cgi/content/abstract/bbm018v1>.

CSU, 2002, "CSU Knowledge Management Group, Viticulture R & D Knowledge-based Projects in Viticulture". In: <http://www.csu.edu.au/research/kmg/KMG2.html>, Accessed in 05/2002.

CUNHA, C.; CINTRA, L.F.L., 2001, Nova gramática do Português contemporâneo. 3a. Edição. Rio de Janeiro, Editora Nova Fronteira, 2001.

CYBERLAB, 2002, "CyberLAB Knowledge Engineering System". In: <http://www.scisw.com/products/cyberlab/index.htm>, Accessed in 05/2002.



CYBRARIUM, 2003, "Cybrarium - Internet based scientific knowledge infrastructure". In: <http://cybrarium.usc.edu> , Accessed in 04/2003.

CZM, 2003, "Massachusetts Office of Coastal Zone Management". In: <http://www.state.ma.us/czm/>, Accessed in 03/2003.

DAVIS, R., SHROBE, H., SZOLOVITS, P., 1993, "What is Knowledge Representation?", AI Magazine, v. 14, n. 1, pp. 17-33

DC, 2003, "The Dublin Core". In: <http://purl.org/metadata/dublin-core>, Accessed in 04/2003.

DE ROURE, D., JENNINGS, N.R., SHADBOLT, N.R. , 2005, The Semantic Grid: Past, Present, and Future, Proceedings of the IEEE, Volume 93, Issue 3, March, pages 669-681.

DE ROURE, D.C., GIL, Y, AND HENDLER, J.A. (eds), 2004, IEEE Intelligent Systems, Special Issue on E-Science, Volume 19, Issue 1 (January/February),ISSN: 1094-7167.

DELPHI GROUP, 2000, "The Language of Knowledge", The Knowledge Management Yearbook 1999 – 2000, Butterworth - Heinemann

DISCO, 2003, "The DISCO System". In: <http://rodin.inria.fr/disco>, Accessed in 03/2003.

DIXON, N., 1937, "Common Knowledge – How Companies Thrive by Sharing What They Know". Harvard Business School Press, Boston, Massachusetts

DRINKWATER, G. et al, 2003, "The CCLRC Data Portal", UK e-Science All Hands Meeting.

DRUCKER, P., 1998, Sociedade Pós-Capitalista. 7ª Edição, São Paulo, Editora Pioneira

ELMAGARMID, A., RUSINKIEWICZ, M., SHETH, A., 1999, Management of Heterogeneous and Autonomous Database Systems, USA, Morgan Kaufmann Publishers, Inc.

E-SCIENCE, 2007, Disponível em: <http://www.e-science.unicamp.br/documentacao/index.html>, Acessado em: Agosto, 2007.

ESP2NET, 2003, "SEML". In: [http://dml.cs.ucla.edu/projects/dml\\_esip/Technology/SEML/seml.html](http://dml.cs.ucla.edu/projects/dml_esip/Technology/SEML/seml.html), Accessed in 04/2003.



FAATZ, A., STEINMETZ, R., 2002, "Ontology Enrichment with Texts from the WWW", Semantic Web Mining 2nd Workshop at ECML/PKDD-2002 (Agosto de 2002).

FALTINGS, B., WEIGEL, R., 1994, Constrained-based Knowledge Representation for Configuration Systems. Département d'Informatique, Laboratoire d'Intelligence Artificielle

FAYOL, H. , 1990, Administração Industrial e Geral. 10.ed. São Paulo : Atlas.

FAYYAD, 2000, "Process to Product: Creating Tools for Knowledge Management ". In: <http://www.brint.com/members/online/120205/jackson/secn3.htm>.

FAYYAD, U. M., Piatetsky-Shapiro, G., Smith, P., 1996, "From Data Mining to Knowledge Discovery: An Overview", in Advances in Knowledge Discovery and Data Mining, AAAI/MIT Press, 1996, 1-34.

FGDC, 2003, "Federal Geographic Data Committee, Content Standards for Digital Geospatial Metadata". In: <ftp://fgdc.er.usgs.gov>, Accessed in 04/2003.

FIKES, R., KEHLER, F., 1985, "The role of frame-based representation in reasoning", Communications of ACM, v. 28, n. 9

FINE, S., AMBROSIANO, J., 1996, "The Environmental Decision Support System: Overview and Air Quality Application", pp. 152-157, Symposium on Environmental Applications Atlanta. [http://www.iceis.mcnc.org/pub\\_files/fine1996a.pdf](http://www.iceis.mcnc.org/pub_files/fine1996a.pdf)

FORTIN, M. M. W., 1998, "Knowledge Management: The Way Ahead for the DND/CF". In: <http://www.cfsc.dnd.ca/irc/nh/nh9798/0035.html>.

FOSTER, I., VÖCKLER, J., WILDE, M., et al, 2003, "Chimera: A Virtual Data System for Representing, Querying and Automating Data Derivation"

FOX, G. C., SUN, X., 2007, Special Issue: Progress of the Knowledge Grid, Concurrency and Computation: Practice and Experience, 19, (15).

FRAPPAOLO, C., 2000, "Ushering in the Knowledge-Base Economy". In: <http://www.delphigroup.com>, Accessed in 08/2000.

FRAPPAOLO, C., TOMS, W., 2000, "Knowledge Management: From Terra Incognita to Terra Firma", The Knowledge Management Yearbook 1999 - 2000, Butterworth – Heinemann

FREITAS, C. M. D. S., CHUBACHI, O. M., LUZZARDI, P. R. G., et al, 2001, "Introdução à visualização de informações", RITA, v. 8, n. 2, pp. 1-16



FREITAS, F., STUCKENSCHIMDT, H., NOY, N., 2005, "Ontology Issues and Applications", Journal of the Brazilian Computer Society, v. 11, n. 2 (Novembro de 2005), pp. 5-16.

FREITAS, F.; BITTENCOURT, G., 2002. Comunicação entre Agentes em Ambientes Distribuídos Abertos: o Modelo "peer-to-peer". Revista Eletrônica de Iniciação Científica (REIC). Ano II No. II Vol. II. Sociedade Brasileira de Computação (SBC). Brasil.

FRENCH, J. C., JONES, A. K., PFALTZ, J. L., 1990, "Scientific Database Management Final Report". In: <http://www.cs.virginia.edu/~french/papers/sdbpapers.html>, Accessed in 03/2003.

GAGNÉ, R. M., 1965, The Conditions of Learning, New York, Holt Rinehart and Winston.

GALLAGHER, J.,MILKOWSKI, G., 1995, "Data Transport Within The Distributed Oceanographic Data System",Fourth International World Wide Web Conference Boston, Massachussets, USA.<http://www.w3.org/Conferences/WWW4/Papers/67/>

GARLIC, 2003, "The GARLIC System". In: <http://www.almaden.ibm.com/cs/showtell/garlic>, Accessed in 03/2003.

GARSHOL, L. M., 2003, "An RDF vocabulary for RDF2TM mapping".

GOMES, E.; BRAGA, F.; 2004. Inteligência Competitiva: como transformar informações em negócio criativo. 2ª edição. Editora Campus.

GOR, K. et. al., 2005, Scalable Enterprise Level Workflow and Infrastructure Management in a Grid Computing Environment, Proceedings of the Fifth IEEE International Symposium on Cluster Computing and the Grid (CCGrid'05) - Volume 2 - Pages: 661 – 667

Guariso, G., Hitz, M., and Werthner, H., 1996, "An Integrated Simulation and Optimization Modelling Environment for Decision Support", Decision Support Systems, v. 16, pp. 103-117

HAGGETT, P.,CHORLEY, R. J., 2005, "Models, Paradigms and the New Geography", Models in Geography, London, Methuen & Co.

HAN, J.,KAMBER, M., 2000, Data Mining: Concepts and Techniques. The Morgan Kaufmann Series in Data Management Systems, Jim Gray



HANKLIN, S., DAVIDSON, J., HARRISON, D. E., 2003, "Web Visualization and Extration of Gridded Climate Data with the FERRET Program". In: [http://www.pmel.noaa.gov/ferret/ferret\\_climate\\_server.html](http://www.pmel.noaa.gov/ferret/ferret_climate_server.html), Accessed in 04/2003.

HAO, M. C., HSU, M., DAYAL, U., et al, 1999, Visual mining large web-based hyperbolic space using hidden links. Palo Alto: HP Laboratories-Software Technology Laboratory

HARMELEN, F., FENSEL, D., 1999, "Pratical Knowledge Representation for the Web", IJCAI(99) - Workshop on Intelligent Information INtegration

HARS, A., 2001, Designing scientific knowledge infrastructures: The contribution of epistemology. 3, Philosophical Reasoning in Information Systems Research

HDF, 2003, "The HDF standard". In: <http://hdf.ncsa.uiuc.edu>, Accessed in 03/2003.

HEFLIN, J., HENDLER, J., LUKE, S., 1999, A Knowledge Representation Language for Internet Applications

HERMES, 2003, "The Hermes System". In: <http://www.cs.umd.edu/projects/hermes>, Accessed in 03/2003.

HIGGINS, D., BERKLEY, C., JONES, M. B., 2003, "Managing Heterogeneous Ecological Data Using Morpho"

HOBBS, J.R., APPELT, D., BEAR, J., et al., 1997, "FASTUS: A Cascaded Finite-State Transducer for Extracting Information from Natural-Language Text", Finite-State Language Processing (1997), pp. 383-406.

HÖST, M., REGNELL, B., WOHLIN, C., 2000, "Using Students as Subjects - A Comparative Study of Students and Professionals in Lead-Time Impact Assessment", Empirical Software Engineering, v. 5, n. 3 (Novembro de 2000), pp. 201-214.

HOUAISS, 2005, "Dicionário Houaiss - Versão Online". <http://houaiss.uol.com.br/busca.jhtm>. Acessado em Outubro/2005.

HOUSE, N. A. V., 2002, "Trust and Epistemic Communities in Biodiversity Data Sharing", pp. 231-239, Proceedings of JCDL '02 Portland, Oregon, USA

ILLINOIS, 2003, "The Illinois Digital Library Project". In: <http://dli.grainger.uiuc.edu>, Accessed in 03/2003.

INFOSLEUTH, 2003, "The InfoSleuth System". In: <http://www.mcc.com:80/projects/infosleuth>, Accessed in 03/2003.



INRIA, 2003, "LeSelect - A mediator system developed in the Caravel Project". In: <http://www-caravel.inria.fr/leselect/>, Accessed in 03/2003.

JOHNSON, A., FOTOUHI, F., LEIGH, J., 1994, "SANDBOX: an interface to scientific data based on experimentation", Proceedings of the Fifth Eurographics Workshop on Visualisation in Scientific Computing Rostock, Germany

KAHANER, L., 1996. Competitive Intelligence: how to gather, analyse and use information to move your business to top. New York: Touchstone, 1996. 300p.

Kamel, N., Song, T., and Kamel, M., 1993, "An Approach for Building an Integrated Environment for Molecular Biology Databases", Distributed and Parallel Databases, v. 1, pp. 303-327

KAWAMURA, V., 2006, Inteligência Competitiva para Instituições de Ensino e Pesquisa, Dissertação de M.Sc., COPPE, UFRJ, Rio de Janeiro, Brasil.

KERSEY, D., 1984, Please Understand Me: Character and Temperament Types, Prometheus Nemesis Book Company.

KERSTEN, G., NORONHA, S., 1999a, "Negotiations via the Word Wide Web: A Cross-cultural Study of Decision Making", Group Decision and Negotiations, v. 8 (1999), pp. 251-279.

KINGSTON, J., 1994, "Linking knowledge acquisition with CommonKADS knowledge representation". In Proceedings of BCS SGES Expert Systems '94 conference, Cambridge, Dec. 1994. SBES Publications. Also published as technical report: AIAI-TR-156, Artificial Intelligence Applications Institute, University of Edinburgh.

KLEIN, M., 2001, "Combining and Relating Ontologies: An Analysis of Problems and Solutions". In: Workshop on Ontologies and Information Sharing at the 17th International Joint Conference on Artificial Intelligence, pp. 53-62, Seattle, USA, Agosto de 2001.

KNB, 2003, "The Knowledge Network for Biocomplexity". In: <http://knb.ecoinformatics.org/>, Accessed in 04/2003.

KROGH, V., 1998, "Care in knowledge creation". California Management Review, California

KUNZ, W., RITTEL, H.W.J., 1970, Issues as Elements of Information Systems, Institute of Urban & Regional Development, University of California.

LATTES, 2005. Disponível em: <http://lattes.cnpq.br/pl/>. Acessado em: 05/09/2005.



LAU, L.M.S., DEW, P.M AND PILLING, PHAM, T.V., M.J., 2005, Collaborative e-Science Architecture for Reaction Kinetics Research Community, in the Proceedings of the Challenges of Large Applications in Distributed Environments 2005, (CLADE2005), Research Triangle Park, NC, USA , July.

LICAN, H.; WEIDONG, C.; ZHAOHUI, W.; YUNHE, P., 2003, Literature resource portal based on virtual dynamic hierarchical architecture, Fifth International Conference on Computational Intelligence and Multimedia Applications, ICCIMA 2003. Volume , Issue , 27-30 Sept. Page(s): 463 – 467.

LIEBOWITZ, J., 2000, Building Organizational Intelligence – A Knowledge Management Primer, Florida, CRC Press

LINCKE, D.-M., SCHMID, B., SCHUBERT, P., et al, 2003, "The Net Academy - A Novel Approach to Domain-Specific Scientific Knowledge Accumulation, Dissemination and Review". In: [www.netacademy.org](http://www.netacademy.org), Accessed in 10/2002.

LLOYD S., SIMPSON, 2005. Project Management in Multi-Disciplinary Collaborative Research. IEEE International Professional Communication Conference Proceedings, IPCC.

LSTC, 2000, "Learning technology standards committee website", Disponível em <http://ltsc.ieee.org/>, acessado em Maio, 2004.

MACHADO, M., 2008, S-CRM: Gerência do Relacionamento com Clientes no Ambiente Científico, Dissertação de M.Sc. a ser defendida, COPPE, UFRJ, Rio de Janeiro, Brasil.

MACINTOSH, A., 2001, "Position Paper on Knowledge Asset Management". In: <http://www.aiai.ed.ac.uk/~alm/kam.html>, Accessed in 2001.

MAHE, S.,RIEU, C., 1998, "A Pull Approach to Knowledge Management". In: Proceedings of the 2nd International Conference on Practical Aspects of Knowledge Management ,Proceedings of the 2nd International Conference on Practical Aspects of Knowledge Management Basel, Switzerland

MANIFOLD, 2003, "The MANIFOLD System". In: <http://www.research.att.com/~levy/imhome.html>, Accessed in 03/2003.

MANNILA, H., 1996, "Data mining: machine learning, statistics, and databases". In: 8th International Conference on Scientific and Statistical Database Management, pp. 2–9, Stockholm, 1996.



MARTINO, R., 2006, Análise Cooperativa em Ambientes de Ensino ou Pesquisa Utilizando o Currículo Lattes, Projeto Final de Curso, Instituto de Matemática, UFRJ, Rio de Janeiro, Brasil.

MARTINO, R., 2008, Análise de Tendências Científicas, Dissertação de M.Sc. a ser defendida, COPPE, UFRJ, Rio de Janeiro, Brasil.

MATOS, V., 2007, Apoio à Inovação através da Formação de Sistemas Produtivos de Inovação Local, Projeto Final de Curso a ser defendido, Instituto de Matemática, UFRJ, Rio de Janeiro, Brasil.

MATTHEWS, B., SUFI, S., KLEESE VAN DAM, K., 2001, The CCRLC Scientific Metadata Model, Technical Report, CCLRC, DL-TR-02001, UK.

MAYFIELD, R., 2006, "Negotiation and Social Software". In: [http://ross.typepad.com/blog/2003/08/negotiation\\_and.html](http://ross.typepad.com/blog/2003/08/negotiation_and.html), acessado em Outubro de 2006.

MCPHILLIPS, T. , BOWERS, S. , LUDÄSCHER, B.. 2006, Collection-Oriented Scientific Workflows for Integrating and Analyzing Biological Data, *3rd International Conference on Data Integration for the Life Sciences (DILS)*, LNCS/LNBI.

MEDEIROS, C. B., VOSSEN, G., WESKE, M., 1996, "Scientific Workflow Management: WASA Architecture and Applications"

MENDES, I., PLASTINO, A., OCHI, L.S., 2001, Regras de Associação: suas Diferentes Formas e seus Algoritmos de Mineração, Mini-curso apresentado no SBBB de 2001. Disponível em: <http://www.dcc.ufla.br/infocomp/artigos/v4.1/art04.pdf>. Acessado em: Agosto/2007.

MERRILL, M. D., 1987, "The New Component Design Theory: Instructional design for courseware authoring", chapter 16, *Instructional Science*

MERRILL, M. D., 1999, "Instructional transaction theory (ITT): Instructional design based on knowledge objects". In C.M.Reigeluth, *Instructional-Design Theories and Models: A New Paradigm of Instructional Theory*, Mahwah, NJ, Lawrence Erlbaum Associates

MERRILL, M. D., 2000, "Knowledge Objects and Mental-Models".

META DATA COALITION, 1999a, "Open Information Model (OIM V1.0)"

META DATA COALITION, 1999b, "Open Information Model - Knowledge Management Model, Knowledge Description"



MICHIGAN, 2003, "The Michigan Digital Library Project". In: <http://www.si.umich.edu/UMDL>, Accessed in 03/2003.

MICROSOFT SOLUTIONS, 2000, "Knowledge Management – Produtividade Organizacional", Brasil

MILLENNIUM, 2002, "Millennium Pharmaceuticals and Ingenuity Systems Announce Groundbreaking Knowledge Management Collaboration". In: <http://www.leukosite.com/news/2002/04-16--1.html>, Accessed in 04/2003.

MINSHULL, R., 2005, An Introduction to Models in Geography, London, Longman

MIRANDA, M., et al., 2006, "Building Tools for Emergent Design with Coppeer", Proceedings of the 10th International Conference on Computer Supported Cooperative Work in Design, pp 550-555, Beijing, China: IEEE Press.

MONTEIRO, A. C V ; OLIVEIRA, C. ; OSTHOFF, C. ; BRITO, HALISSON M. ; STRAUCH, J. ; SOUZA, J. M., 2006, Execution Management of Scientific Models on Computational Grids. In: José M. Laginha M. Palma. (Org.). VECPAR 2006. Post-Conference Book. Heidelberg: Springer-Verlag.

MOORE, C.W., 1982, Natural Resources Conflict Management, Colorado, Accord Associates.

MOORE, G., 2001, "RDF and TopicMaps: An Exercise in Convergence".

MORABITO, J. SACK, I., BHATE, A. , 1999, Organization Modeling, Prentice Hall.

MOREIRA, M. A., 1983, Uma Abordagem Cognitivista ao Ensino da Física, Porto Alegre, Ed. da Universidade, UFRGS

MOREY, D., FRANGIOSO, T., 1997, "Knowledge Management Systems". MITRE Organization, Massachusetts

MYERS, I. B., 1980, Gifts Differing: Understanding Personality Type, Davies-Black Publishing; Reprint edition (May 1, 1995)

MYLOPOULOS, J., CHAUDHRI, V., PLEXOUSAKIS, D., et al, 1996, "Building Knowledge Base Management Systems", VLDB Journal: Very Large Data Bases, v. 5, n. 4, pp. 238-263

NATIONAL RESEARCH COUNCIL, 1993, National Collaboratories: Applying Information Technology for Scientific Research (National Academy Press, Washington, DC).



NATIONAL SPATIAL DATA INFRASTRUCTURE (NSDI), 2003, "FGDC Metadata". In: <http://www.fgdc.gov/metadata/metadata.html>, Accessed in 04/2003.

NEEF, D., 1997, "Making the Case form Knowledge Management – The Bigger Picture". The Ernest & Young Center for Business Innovation

NETCDF, 2003, "The NetCDF Standard". In: <http://www.unidata.ucar.edu/packages/netcdf>, Accessed in 03/2003.

NIELSEN, J., 1994, "Heuristic Evaluation". In: NIELSEN, J., MACK, R.L. (eds), Usability Inspection Methods, New York, John Wiley and Sons.

NONAKA, I., TAKEUCHI, H., 1995, "The Knowledge-Creating Company: How Japanese Companies Create the Dynamics of Innovation". Oxford Univ. Press

NONAKA, I., KONNO, N., 1999, "The concept of "Ba": Building a Foundation for Knowledge Creation", The Knowledge Management Yearbook 1999-2000, Butterworth-Heinemann

NORRIE, M. C., REIMER, U., LIPPUNER, P., et al, 1994, "Frames, Objects and Relations: Three Semantic Levels for Knowledge Base Systems".

NOY, N., 1997, Knowledge Representation for Intelligent Information Retrieval in Experimental Sciences, Tese de PhD, Computer Science Faculty, Northeastern University of Boston, Boston, USA.

NOY, N., MUSEN, M.A., 2001, "Anchor-PROMPT: Using Non-Local Context for Semantic Matching". In: 17th Workshop on Ontologies and Information Sharing at the International Joint Conference on Artificial Intelligence, v. 1, pp. 63-70, Seattle, EUA, Agosto de 2001.

NOY, N., MUSEN, M.A., 2003, "The PROMPT Suite: Interactive Tools For Ontology Merging And Mapping", International Journal of Human-Computer Studies, v. 59, n. 6 (2003), pp. 983-1024.

NOY, N.F., KLEIN, M., 2004, "Ontology Evolution: Not the Same as Schema Evolution", Knowledge and Information Systems, v. 6, n. 4 (2004), pp. 428-440.

NOY, N.F., MUSEN, M.A., 1999, "SMART: Automated Support for Ontology Merging and Alignment". In: 12th Workshop on Knowledge acquisition, modeling and management, v. 4, pp. 1-20, Banff, Canadá, Outubro de 1999.

O'CONNOR, M. & HERLOCKER, J., 1999, "Clustering Items for Collaborative Filtering". In: Workshop on Recommender Systems: Algorithms and Evaluation, 1999 Conference on Research and Development in Information Retrieval, California, USA.



OLIVEIRA, A., 2003, GOS: Serviços de Ontologia na Integração de Bases de Dados, Dissertação de M.Sc., COPPE, UFRJ, Rio de Janeiro, Brasil.

OLIVEIRA, F., 1996, "Inteligência Artificial Distribuída", IV Escola Regional de Informática - SBC Santa Catarina, Brasil

OLIVEIRA, J., 2005, Methexis: Uma Abordagem de Gestão do Conhecimento para Ambientes de E-Ciência, Exame de Qualificação, COPPE, UFRJ, Rio de Janeiro, Brasil.

OLIVEIRA, J., SOUZA, J., STRAUCH, J., 2003a, "Epistheme: A Scientific Knowledge Management Environment", Proceedings of International Conference on Enterprise Information Systems, ICEIS 2003 Angers, France

OLIVEIRA, J., SOUZA, J., STRAUCH, J., et al, 2003b, "Epistheme: A Scientific Knowledge Management Environment in the SpeCS Collaborative Framework", Computers in Industry, v. \*a ser publicado\*

OLIVEIRA, J., SOUZA, J.F., PAULA, M., et al., 2006, "Meaning Negotiation for Consensus Formation in Ontology Construction". In: 10th International Conference on Computer Supported Cooperative Work in Design, v. 1, pp. 1-6, Nanjing, China, Maio de 2006.

OLIVEIRA, J., SOUZA, J.F., PAULA, M., et al., 2007, "A Business-Based Negotiation Process for Reaching Consensus of Meanings". In: SHEN, W., CHAO, K.-M., LIN, Z., et al. (eds), CSCW in Design III, China, Springer, a publicar.

ORENGO, V.M.; HUYCK, C.R., 2001, "A Stemming Algorithm for the Portuguese Language". In: Proceedings of the SPIRE Conference. Laguna de San Raphael, pg 13-15, 2001.

OUKSEL, A., 1999, "A Framework for a Scalable Agent Architecture of Cooperating Heterogeneous Knowledge Sources", Intelligent Information Agents: Agent-Based Information Discovery and Management on the Internet (1999), pp. 100-121.

OXFORD E-SCIENCE CENTRE, 2005, "e-Science Definition".

PAAR, P., RÖHRICHT, W., SCHULER, J., 2007, Towards a planning support system for environmental management and agri-environmental measures—The Colorfields study, Journal of Environmental Management, Setembro, Disponível em doi:10.1016/j.jenvman.2006.12.047



Pacheco, Roberto and Kern, Vinícius, 2001, "Uma ontologia comum para a integração de bases de informações e conhecimento sobre ciência e tecnologia.", *Ci.Inf.*, v. 30, n. 3, pp. 56-63

PARASHAR, M.; BROWNE, J.C., 2005, Conceptual and implementation models for the grid, *Proceedings of the IEEE*, Volume 93, Issue 3, March 2005 Page(s): 653 – 668

PASTORELLO, G., MEDEIROS, C., SANTANCHÈ, A., 2007, Applying Scientific Workflows to Manage Sensor Data, *Workshop de E-Science, Simpósio Brasileiro de Banco de Dados*, João Pessoa, Outubro.

PAULA, M., 2004, Um Ambiente para Gestão do Conhecimento na Negociação, Tese de Exame de Qualificação Defendido e Aprovado em Setembro/2004, COPPE/UFRJ

PAULA, M.M.V.D., 2006, Negosys: um ambiente para gestão do conhecimento na negociação, Tese de Doutorado, Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Sistemas e Computação, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro.

PEACH, K. J., 2007, The Impact of e-Science, Disponível em: <http://infnforge.cnaf.infn.it/download.php/164/peach.pdf>. Acessado em Janeiro/2007

PENROSE, E. T., 1959, *The theory of the growth of the firm*, New York, Wiley

PEPPER, S., 2001, "The TAO of Topic Maps".

PEPPERS & ROGERS GROUP, 2001, *CRM Series Marketing 1 to 1: Um Guia para Entender e Implantar Estratégias de Customer Relationship Management - 2. ed.* - São Paulo: Makron Books.

PERAZOLO, M., 2005, "Symptoms deep dive, Part 1: The autonomic computing symptoms format", Outubro de 2005, Disponível em: <http://www-128.ibm.com/developerworks/autonomic/library/ac-symptom1/>. Acessado em Junho de 2007.

PEREIRA, V.B., REZENDE, J.L., XÉXEO, G., et al., 2006, "Building a Personal Knowledge Recommendation System using Agents, Learning Ontologies and Web Mining". In: *10th International Conference on CSCW in Design*, Nanjing, China, Maio de 2006.

PERNAS, A. M., 2004, *Ontologias Aplicadas à Descrição de Recursos em Grids Computacionais*, Dissertação de Mestrado, Curso de Pós-Graduação em Ciência da Computação, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 109p, 2004.



PINTO, G., SOUZA, J., STRAUCH, J., et al., 2002, "Um mediador para o problema de integração de dados agrometeorológicos". Proceedings of CBMET 2002 - Brazillian Congress of Meteorology, Foz do Iguacu, Brazil

PINTO, S.H., GÓMEZ-PÉREZ, A., MARTINS, J.P., 1999, "Some Issues on Ontology Integration". In: Workshop on Ontologies and Problem Solving Methods: Lessons Learned and Future Trends (IJCAI99's), v. 18, pp. 7-12, Stockholm, Suécia, Agosto de 1999.

PITAC, 2005, Report President, EUA, Junho de 2005, [http://www.nitrd.gov/pitac/reports/20050609\\_computational/computational.pdf](http://www.nitrd.gov/pitac/reports/20050609_computational/computational.pdf), Acessado em maio/2007

POLANYI, M., 1983, "The Tacit Dimension". Peter Smith Pub, London

PORTER, M.F., 1980, The Porter Stemming Algorithm. Disponível em: <http://www.tartarus.org/~martin/PorterStemmer> Acesso em Fevereiro de 2004.

PORTER, M.F., 1997, "An algorithm for suffix stripping". In: Readings in Information Retrieval, 313-316. Morgan Kaufmann.

POUCHARD, L. et al., 2003, An Ontology for Scientific Information in a Grid Environment: the Earth System Grid. In Proc. of the 3th IEEE/ACM International Symposium on Cluster Computing and the Grid (CCGRID'03), Japan, Tokyo, May.

PREDOIU, L., FEIER, C., SCHARFFE, F., et al., 2006, State-of-the-art Survey on Ontology Merging and Aligning V2, SEKT Project, Relatório Técnico D4.2.1 (WP4), IST-2003-506826.

RDF, 2003, "The Resource Description Framework". In: <http://www.w3.org/Metadata/RDF>, Accessed in 04/2003.

## Referências

RODRIGUES, S.A., 2003, Mineração de Competências para Formação de Equipes de Trabalho, Projeto Final de Curso, Instituto de Matemática, UFRJ, Rio de Janeiro, Brasil.

RUGGLES, R. L., 1995, Knowledge Management Tools, Washington, Butterworth Heineman

RUGGLES, R., 1998, The State of the Notion: Knowledge Management in Practice, University of California, USA



RYGG, A.; MANN, S.; ROE, P.; ON WONG, 2005, Bio-workflows with BizTalk: using a commercial workflow engine for eScience, Proceedings of the First International Conference on e-Science and Grid Computing (e-Science'05), pp. 5-8, Dec.

SCHEIDEGGER, C.E., VO, H.T., KOOP, D. FREIRE, J., SILVA, C.T., 2007, Querying and Creating Visualizations by Analogy, To appear in a special edition of IEEE Trans. Vis. Comp. Graph (Proceedings of IEEE Vis 2007).

SCHERMER, F. J., 1991, "Learning and memory - ground plan of the psychology.". Stuttgart: Kohlhammer

SCHOOP, M., LIST, T., 2003, "Negoist: a negotiation support system for electronic business-to-business negotiations in e-commerce", Data & Knowledge Engineering, v. 47, n. 3 (2003), pp. 371-402.

SCHREIBER, G. et al, 1999, "Knowledge Engineering and Management: The CommonKADS Methodology", Cambridge, MA.

SCHUR, A., KEATING, K. A., PAYNE, D. A., et al., 1998, "Collaborative Suites for Experiment-Oriented Scientific Research". Elsevier

SCIENCEDESK, 2002, "ScienceDesk Project Overview". In: <http://ic.arc.nasa.gov/publications/pdf/2000-0199.pdf>, Accessed in 05/2002.

SCOTT, J. P., 2000, Social Network Analysis: A Handbook, Sage Publications Ltd; Second Edition edition

SEFFINO, L. A., MEDEIROS, C. B., ROCHA, J. V., AND BEI YI, 1999, "WOODSS - A Spatial Decision Support System Based on Workflows", Decision Support Systems, v. 27, pp. 105-123

SEVERINO, A. J., 2002, Metodologia do Trabalho Científico. 22a.edição

SHADBOLT, N., 2002, Who Does the Science in E-Science? IEEE Intelligent Systems 17(3): 2-3

SHARDANAD, U. & MAES, P., 1995, "Social information filtering: Algorithms for automating "word of mouth"". In: Proceedings of the Conference on Human Factors in Computing Systems – CHI 95, Denver, pp. 210-127.

SHETH, A. P. AND LARSON, J. A., 1990, "Federated Database System for Managing Distributed, Heterogeneous and Autonomous Databases", ACM Computing Surveys, v. 22(3)



SHVAIKO, P., 2004a, "A classification of schema-based matching approaches". In: Meaning Coordination and Negotiation workshop at International Semantic Web Conference (ISWC), Hiroshima, Japão, Novembro de 2004.

SILVA, E., FARIAS, C. V., TEIXEIRA, M. D. C., 2001, Metodologia do ensino, Brasília, ABEAS

SIMS, 2003, "The SIMS System". In: <http://www.isi.edu/sims>, Accessed in 03/2003.

SMARTSETTLE, 2006, "SmartSettle". In: [www.smartsettle.com](http://www.smartsettle.com), acessado em setembro de 2006.

SNOWDEN, D., 2000, "A Framework for Creating a Sustainable Knowledge Management Program". The Knowledge Management Yearbook 1999 - 2000, Butterworth – Heinemann

SOLINGEN, R.V., BERGHOUT, E., 1999, The Goal / Question / Metric Method: A Practical Guide for Quality Improvement of Software Development, McGraw Hill.

SOUZA, D.K., 2006, Metodologia para Construção de Ontologias de Equipamentos, Projeto Final de B.Sc., Instituto de Matemática, UFRJ, Rio de Janeiro, Brasil.

SOUZA, D.K., 2008, Análise de Técnicas de Visualizações para auxílio à Alocação de Recursos Humanos, Dissertação de M.Sc. a ser defendida, COPPE, UFRJ, Rio de Janeiro, Brasil.

SOUZA, J.F., 2007, Negociação de Significado para Viabilizar Interoperabilidade Semântica, Dissertação de M.Sc., COPPE, UFRJ, Rio de Janeiro, Brasil.

SOUZA, J.F., OLIVEIRA, J., PAULA, M., et al., 2006a, "A New Approach for Ontology Integration based on Collaborative Negotiation Model and Similarity Among Schemas". In: 23rd British National Conference on Databases, Belfast, Northern Ireland, Julho de 2006.

SOUZA, J.F., PAULA, M., OLIVEIRA, J., et al., 2006b, "Meaning Negotiation: Applying Negotiation Models to Reach Semantic Consensus in Multidisciplinary Teams". In: Group Decision and Negotiation, v. 1, pp. 297-300, Karlsruhe, Alemanha, Junho de 2006.

SOUZA, J.M., 1986, Software Tools for Conceptual Schema Integration, Tese de Doutorado, University of East Anglia.



STANDFORD, 2003, "The Standford Digital Library Project". In: <http://www-diglib.stanford.edu>, Accessed in 03/2003.

STOLLENWERK, M. F. L., 2001, "Gestão do Conhecimento: Conceitos e Modelos". In Tarapanoff, Kira, *Inteligência Organizacional e Competitiva*, chapter 5, Brasília, Editora UnB

STRATEGY ONLINE, 2001, "Revista Information Strategy Online". In: [www.info-strategy.com](http://www.info-strategy.com). Acessada em Abril de 2001.

STUCKENSCHMIDT, H., USCHOLD, M., 2005, "Representation of Semantic Mappings", *Semantic Interoperability and Integration*, v. 04391 (2005).

STUDART, R.M., 2008, *Identificação, Análise e Balanceamento de Redes Sociais Científicas*, Dissertação de M.Sc. a ser defendida, COPPE, UFRJ, Rio de Janeiro, Brasil.

SUCIU, D., 1998, "Semistructured data and XML". In: *Proceedings of 5th International Conference of Foundations of Data Organization (FODO'98)* Kobe, Japan

SULISTIO, A., PODUVAL, G., BUYYA, R., THAM, C.K., 2007, *On Incorporating Differentiated Levels of Network Service into GridSim*, *Future Generation Computer Systems (FGCS)*, ISSN: 0167-739X, Volume 23, Issue 4, Pages: 606-615, Elsevier Science, Amsterdam, The Netherlands, May.

SURE, Y., ERDMANN, M., ANGELE, J., et al., 2002, "OntoEdit: Collaborative Ontology Development for the Semantic Web", *First International Semantic Web Conference*, v. 2342, pp. 221–235.

SVEIBY, K., LLOYD, T., 1987, *Managing Knowhow: Add Value by Valuing Creativity*, London, Bloomsbury Publishing Limited. Disponível para download em: <http://www.sveiby.com.au/BookContents.html>

TAYLOR, J., 2005, "Defining e-Science".

TECLA, A., 2007, *Troca de Conhecimento Móvel utilizando Telefones Celulares*, Projeto Final de Curso a ser defendido, Instituto de Matemática, UFRJ, Rio de Janeiro, Brasil.

TECLA, A., STUDART, R., OLIVEIRA, J., SOUZA, J., 2007, *MEK: Using Spatial-Temporal Information to Improve Social Networks and Knowledge Dissemination*, Relatório Técnico (ES-712/07), COPPE, UFRJ, Rio de Janeiro, Brasil.

TEIXEIRA, J., 2001, "Tecnologia da Informação para a Gestão do Conhecimento". In: <http://informal.com.br/artigos/art008.htm>.



TELLES, F., 1999, "Segredos corporativos migram para a rede", Computerworld, v. 301, pp. 16-

THETIS, 2003, "THETIS - A Data Management and Visualization System for the Support of Coastal Zone Management in the Mediterranean Sea". In: [http://www.ercim.org/publication/Ercim\\_News/enw39/thetis.html](http://www.ercim.org/publication/Ercim_News/enw39/thetis.html), Accessed in 03/2003.

TICHY, W., 2001, "Hints for Reviewing Empirical Work in Software Engineering", Empirical Software Engineering: An International Journal, v. 5 (2001), pp. 309-312.

TRUJILLO FERRARI, A., 1974, Metodologia da Ciência, Rio de Janeiro, Kennedy

TSIMMIS, 2003, "The TSIMMIS System". In: <http://www-db.standord.edu/tsimmis>, Accessed in 03/2003.

TURBAN, E., ARONSON, J., 1998, Decision-Support Systems and Intelligent Systems, Prentice Hall

UCSB, 2003, "The Santa Barbara Digital Library Project". In: <http://alexandria.sdc.ucsb.edu>, Accessed in 03/2003.

UDC, 2003, "About Universal Decimal Classification and the UDC Consortium". In: <http://www.udcc.org/about.htm>, Accessed in 04/2003.

USCHOLD, M., GRUNINGER, M., 1996, "Ontologies: Principles, methods and applications", Knowledge Engineering Review (KER), v. 11, n. 2 (Fevereiro de 1996), pp. 93-155.

USCHOLD, M., JASPER, R., 1999, "A Framework for Understanding and Classifying Ontology Applications". In: IJCAI-99 Workshop on Ontologies and Problem-Solving Methods, Stockholm, Sweden, 2 de Agosto de 1999.

VARELLA, A., 2007, COOPRACTICE – Comunidades de prática virtuais apoiadas por ontologias, Dissertação de Mestrado, Programa de Engenharia de Sistemas e Computação, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro.

VILELA, C., 2007, COE: Editor Colaborativo de Ontologias para Ambientes P2P, Projeto Final de Curso a ser defendido, Instituto de Matemática, UFRJ, Rio de Janeiro, Brasil.

VOSSSEN, G., WEKE, M., WITTKOWSKI, G., 1996, "Dynamic Workflow Management on the Web". In: Schriften zur Angewandten Mathematik und Informatik 10/96-I, Universität Münster



- W3C, 1999, "Resource Description Framework (RDF)".
- W3C, 2002, "RDF Vocabulary Description Language 1.0: RDF Schema - W3C Working Draft 12".
- W3C, 2005, "XML Schema - Specifications and Development".
- WAIKATO, 2003, "The Waikato Digital Library Project". In: <http://www.cs.waikato.ac.nz/cgi-bin/nzdlbeta/gw>, Accessed in 03/2003.
- Wan, Dadong and Johnson, Philip M., 1994, "Computer Supported Collaborative Learning Using CLARE: The Approach and Experimental Findings", ACM Computing Surveys, pp. 187-198
- WIIG, Karl M., 2003, "Gestão do Conhecimento – De onde veio, para onde vai?", Empresas e Tendências, v. 48, pp. 6-10
- WITTEN H., FRANK, E., 2000, Data Mining: Practical Machine Learning Tools and Techniques with Java Implementations, Morgan Kaufmann Publisher.
- WIVES, L. K., 1997, Indexação de Documentos Textuais. Porto Alegre: Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Instituto de Informática, 1997.
- WOUD, D., 1981, "From Pavlov to Piaget", How Children Think and Learn, Open University Press
- XEXÉO, G., VIVACQUA, A., DE SOUZA, J.M., et al., 2005, "COE: A collaborative ontology editor based on a peer-to-peer framework", Advanced Engineering Informatics, v. 19, n. 2, pp. 113-121.
- XIANG, X., MADEY, G., 2004, "A Semantic Web Services Enabled Web Portal Architecture," in IEEE International Conference on Web Services (ICWS 2004). San Diego.
- XML, 2003, "The Extensibel Markup Language Standard". In: <http://www.w3.org/XML>, Accessed in 04/2003.
- YUNHE P., S. S. E. B., 1999, "Developing Situation and Tend of CAD Technology", Journal of Computer Aided Design & Computer Graphics, v. 11, n. 3, pp. 248-252
- ZHUGE, H., 2004, Knowledge Grid, World Scientific.
- ZHUGE, H., 2006, Discovery of knowledge flow in science, Communications of the ACM. Volume 49 , Issue 5 (May 2006), 101 – 107.



## Anexo I – Material Utilizado na Avaliação do GCC

### Formulário de Avaliação do GCC - Gestão do Conhecimento Científico (Grupo I)

1. Nome completo:
2. Titulação:  <input type="checkbox"/> D.Sc. ou Ph.D.  <input type="checkbox"/> D.Sc. ou Ph.D. Incompleto  <input type="checkbox"/> M.Sc.  <input type="checkbox"/> M.Sc. Incompleto  <input type="checkbox"/> B.Sc.  <input type="checkbox"/> B.Sc. Incompleto
3. Você é líder de algum projeto acadêmico?  <input type="checkbox"/> Não  <input type="checkbox"/> Sim - Nome do(s) projeto(s): _____
4. Caso seja líder de algum projeto, a sua equipe é composta de quantas pessoas?  <input type="checkbox"/> 0-10  <input type="checkbox"/> 11-20  <input type="checkbox"/> 21-30



31-40

41-50

+50

5. Áreas de pesquisa nas quais está envolvido:

6. O que achou da proposta do GCC?

Excelente

Boa

Razoável

Ruim

Inviável

Não vejo utilidade alguma

7. Teria interesse em usá-lo?

Definitivamente sim

Provavelmente sim

Talvez sim, talvez não

Provavelmente não

Definitivamente não

8. Caso seja líder de projeto, usaria-o em sua equipe?

Definitivamente sim



Provavelmente sim

Talvez sim, talvez não

Provavelmente não

Definitivamente não

9. Você considera o ambiente como um bom mecanismo para auxiliar à Gestão do Conhecimento?

Definitivamente sim

Provavelmente sim

Talvez sim, talvez não

Provavelmente não

Definitivamente não

10. Quais são as funcionalidade que mais lhe agradaram? Pode marcar mais de uma resposta.

Busca de Competências

Identificação de Forças e Fraquezas

Mineração de Competências (S-Miner)

Recomendação de Comunidades

Filtro Colaborativo

Diário Web

Edição e compartilhamento de mapas mentais

- ( ) Reuniões eletrônicas com contextualização das conversas
- ( ) Reuso total de workflows
- ( ) Reuso parcial de workflows
- ( ) Execução do workflow e controle das tarefas
- ( ) Ferramenta para auxiliar na escolha de substituto
- ( ) Navegação e visualização por árvore hiperbólica
- ( ) Buscas, relatórios e ferramentas de análise em geral
- ( ) Extração de competências dos currículos Lattes
- ( ) Análise do desempenho do pesquisador em sua vida acadêmica(dados Lattes)
- ( ) Comparação por competência e desempenho de pessoas, grupos, setores, departamentos e universidades
- ( ) Análise CAPES

11. Quais seriam as principais vantagens ou benefícios que o ambiente poderia trazer para você? Pode marcar mais de uma resposta.

- ( ) Melhor gestão do conhecimento pessoal
- ( ) Aumento da colaboração
- ( ) Localização de conhecimento útil de maneira rápida e fácil
- ( ) Localização de especialistas
- ( ) Identificação dos meus pontos fortes
- ( ) Uma melhor reflexão sobre pontos que posso melhorar
- ( ) Identificação dos pontos fortes e fracos da instituição/departamento/setor ou grupo



- Comparação com pessoas de dentro da minha instituição
- Comparação com pessoas fora da minha instituição
- Conhecimento sobre o ambiente externo
- Posicionamento da minha instituição ou grupo em relação ao ambiente acadêmico
- Organização e gerenciamento do meu trabalho e do meu grupo
- Possibilidade de criação de parcerias
- Outros. Especificar quais: \_\_\_\_\_

12. Você acha viável o uso do ambiente no contexto científico nacional, sendo usado por múltiplas instituições?

- Definitivamente sim
- Provavelmente sim
- Talvez sim, talvez não
- Provavelmente não
- Definitivamente não

13. O que mais lhe agradou na proposta?

14. O que mais lhe desagradou na proposta?

15. Você visualiza alguma(s) funcionalidade a ser acrescentada no futuro?  
Qual(is)?



16. Alguma observação, sugestão, crítica ou comentário a serem feitos?

Muito obrigada pela colaboração!



## Formulário para Uso e Avaliação do GCC - Gestão do Conhecimento Científico (Grupo II)

1. Nome completo:
2. Sugestões para conta (“login”) no sistema (coloque 3 opções em ordem de prioridade): <ul style="list-style-type: none"><li>• _____</li><li>• _____</li><li>• _____</li></ul>
3. Titulação: <ul style="list-style-type: none"><li>• Pós-D.Sc. ou Pós-Ph.D.</li><li>• D.Sc. ou Ph.D.</li><li>• D.Sc. ou Ph.D. Incompleto</li><li>• M.Sc.</li><li>• M.Sc. Incompleto</li><li>• B.Sc.</li><li>• B.Sc. Incompleto</li></ul>
4. Vínculo Institucional (Instituição/Instituto/Departamento/Setor):
5. Endereço profissional:
6. Telefone:





	Alto	Médio	Baixo

11. Possui projetos (acadêmicos ou comerciais) relacionados total ou parcialmente com a construção da pilha PACOS? Caso positivo, mencione:

- Nome do Projeto
- Descrição
- Assunto
- Pré-requisitos para a participação no projeto
- Membros participantes – citar nome, titulação e função no projeto
- Colaboradores externos (caso tenha)

12. O que achou da proposta do GCC?

- Excelente
- Boa
- Razoável



- Ruim
- Inviável
- Não vejo utilidade alguma

13. O que mais lhe agradou na proposta?

14. O que mais lhe desagradou na proposta?

15. Teria interesse em usá-lo?

- Sim
- Não

16. Alguma sugestão de novas funcionalidades a serem incluídas no ambiente?



## Anexo II – Material Utilizado na Avaliação do GCE

### Formulário de Avaliação do GCE - Gestão do Conhecimento sobre Equipamento

1. Nome completo:
2. Titulação:  <input type="checkbox"/> D.Sc. ou Ph.D.  <input type="checkbox"/> D.Sc. ou Ph.D. Incompleto  <input type="checkbox"/> M.Sc.  <input type="checkbox"/> M.Sc. Incompleto  <input type="checkbox"/> B.Sc.  <input type="checkbox"/> B.Sc. Incompleto
3. A sua equipe era composta de quantas pessoas?  <input type="checkbox"/> 0-10  <input type="checkbox"/> 11-20  <input type="checkbox"/> 21-30  <input type="checkbox"/> 31-40  <input type="checkbox"/> 41-50  <input type="checkbox"/> +50



4. Áreas de conhecimento com as quais o seu projeto estava envolvido:

5. O que achou da proposta do GCE?

Excelente

Boa

Razoável

Ruim

Inviável

Não vejo utilidade alguma

6. Teria interesse em usá-lo no futuro, novamente?

Definitivamente sim

Provavelmente sim

Talvez sim, talvez não

Provavelmente não

Definitivamente não

7. Você considera o ambiente como um bom mecanismo para auxiliar à Gestão do Conhecimento sobre Equipamentos?

Definitivamente sim

Provavelmente sim



Talvez sim, talvez não

Provavelmente não

Definitivamente não

8. Quais são as funcionalidade que mais lhe agradaram? Pode marcar mais de uma resposta.

Representação agregada do equipamento, permitindo a navegação por partes

Busca de Competências (especialistas sobre o equipamento)

Identificação de Forças e Fraquezas

Mineração de Competências (S-Miner)

Recomendação de Comunidades

Filtro Colaborativo

Diário Web

Edição e compartilhamento de mapas mentais

Reuniões eletrônicas com contextualização das conversas

Reuso total de workflows

Reuso parcial de workflows

Execução do workflow e controle das tarefas

Navegação e visualização por árvore hiperbólica

Buscas, relatórios e ferramentas de análise em geral



9. Quais seriam as principais vantagens ou benefícios que o ambiente poderia trazer para você? Pode marcar mais de uma resposta.
- Melhor gestão do conhecimento pessoal
  - Aumento da colaboração
  - Dados, informações e conhecimentos direcionados a um equipamento
  - Localização de conhecimento útil sobre um equipamento de maneira rápida e fácil
  - Localização de especialistas sobre equipamentos
  - Identificação dos pontos fortes e fracos da instituição/departamento/setor ou grupo em equipamentos
  - Organização e gerenciamento do meu trabalho e do meu grupo
  - Possibilidade de criação de parcerias
  - Outros. Especificar quais: \_\_\_\_\_

10. Você acha viável o uso do ambiente no contexto científico nacional, sendo usado por múltiplas instituições para gerenciar informações sobre equipamentos científicos?

- Definitivamente sim
- Provavelmente sim
- Talvez sim, talvez não
- Provavelmente não
- Definitivamente não



11. O que mais lhe agradou na proposta?
12. O que mais lhe desagradou na proposta?
13. Você visualiza alguma(s) funcionalidade a ser acrescentada no futuro? Qual(is)?
14. Alguma observação, sugestão, crítica ou comentário a serem feitos?

Muito obrigada pela colaboração!



## Anexo III – KO em OWL

```
<?xml version="1.0"?>
<rdf:RDF
  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="http://www.owl-ontologies.com/unnamed.owl#"
  xml:base="http://www.owl-ontologies.com/unnamed.owl">
  <owl:Ontology rdf:about="" />
  <owl:Class rdf:ID="Contexto_Atualizacao" />
  <owl:Class rdf:ID="Recomendacao">
    <rdfs:subClassOf>
      <owl:Class rdf:ID="Reacao" />
    </rdfs:subClassOf>
  </owl:Class>
  <owl:Class rdf:ID="Atividade" />
  <owl:Class rdf:ID="Hipotese">
    <rdfs:subClassOf>
      <owl:Class rdf:ID="Cientifico" />
    </rdfs:subClassOf>
  </owl:Class>
  <owl:Class rdf:ID="Processo_Deducacao">
    <rdfs:subClassOf>
      <owl:Class rdf:ID="Prova" />
    </rdfs:subClassOf>
  </owl:Class>
  <owl:Class rdf:ID="Competencia" />
  <owl:Class rdf:ID="Parte" />
  <owl:Class rdf:ID="Ideia">
    <rdfs:subClassOf>
      <owl:Class rdf:ID="Intrinseco" />
    </rdfs:subClassOf>
  </owl:Class>
  <owl:Class rdf:ID="Propriedade">
    <rdfs:subClassOf rdf:resource="#Parte" />
  </owl:Class>
  <owl:Class rdf:ID="Modelo">
    <rdfs:subClassOf>
      <owl:Class rdf:about="#Cientifico" />
    </rdfs:subClassOf>
  </owl:Class>
  <owl:Class rdf:about="#Intrinseco">
    <rdfs:subClassOf>
      <owl:Class rdf:about="#Cientifico" />
    </rdfs:subClassOf>
  </owl:Class>
  <owl:Class rdf:ID="Pratica">
    <rdfs:subClassOf rdf:resource="#Intrinseco" />
  </owl:Class>
  <owl:Class rdf:ID="Fato">
    <rdfs:subClassOf>
      <owl:Class rdf:about="#Cientifico" />
    </rdfs:subClassOf>
  </owl:Class>
</rdf:RDF>
```



```
</owl:Class>
<owl:Class rdf:about="#Prova">
  <rdfs:subClassOf>
    <owl:Class rdf:about="#Cientifico"/>
  </rdfs:subClassOf>
</owl:Class>
<owl:Class rdf:ID="Avaliacao"/>
<owl:Class rdf:ID="Acao_Automatica">
  <rdfs:subClassOf>
    <owl:Class rdf:about="#Reacao"/>
  </rdfs:subClassOf>
</owl:Class>
<owl:Class rdf:ID="Fenomeno">
  <rdfs:subClassOf>
    <owl:Class rdf:ID="Tema"/>
  </rdfs:subClassOf>
</owl:Class>
<owl:Class rdf:ID="Controle"/>
<owl:Class rdf:ID="TransiÃ§Ã£o"/>
<owl:Class rdf:ID="Recurso">
  <rdfs:subClassOf>
    <owl:Class rdf:ID="Elemento"/>
  </rdfs:subClassOf>
</owl:Class>
<owl:Class rdf:ID="Conceito"/>
<owl:Class rdf:ID="Metodo">
  <rdfs:subClassOf>
    <owl:Class rdf:about="#Cientifico"/>
  </rdfs:subClassOf>
</owl:Class>
<owl:Class rdf:ID="Restricao">
  <rdfs:subClassOf>
    <owl:Class rdf:about="#Cientifico"/>
  </rdfs:subClassOf>
</owl:Class>
<owl:Class rdf:ID="Contexto"/>
<owl:Class rdf:ID="Teoria">
  <rdfs:subClassOf>
    <owl:Class rdf:about="#Cientifico"/>
  </rdfs:subClassOf>
</owl:Class>
<owl:Class rdf:ID="Perfil"/>
<owl:Class rdf:ID="Manipulador"/>
<owl:Class rdf:ID="Licao_Aprendida">
  <rdfs:subClassOf rdf:resource="#Intrinseco"/>
</owl:Class>
<owl:Class rdf:ID="Observacao">
  <rdfs:subClassOf rdf:resource="#Prova"/>
</owl:Class>
<owl:Class rdf:ID="Efeito">
  <rdfs:subClassOf rdf:resource="#Recurso"/>
</owl:Class>
<owl:Class rdf:ID="Evento">
  <rdfs:subClassOf rdf:resource="#Recurso"/>
</owl:Class>
<owl:Class rdf:ID="Processo_Inducao">
  <rdfs:subClassOf rdf:resource="#Prova"/>
</owl:Class>
<owl:Class rdf:ID="Problema">
  <rdfs:subClassOf>
    <owl:Class rdf:about="#Tema"/>
  </rdfs:subClassOf>
</owl:Class>
```



```
</rdfs:subClassOf>
</owl:Class>
<owl:Class rdf:ID="Processo"/>
<owl:Class rdf:about="#Tema">
  <rdfs:subClassOf>
    <owl:Class rdf:about="#Cientifico"/>
  </rdfs:subClassOf>
</owl:Class>
<owl:Class rdf:ID="Entrada">
  <rdfs:subClassOf>
    <owl:Class rdf:about="#Cientifico"/>
  </rdfs:subClassOf>
</owl:Class>
<owl:Class rdf:about="#Cientifico">
  <rdfs:subClassOf rdf:resource="#Elemento"/>
</owl:Class>
<owl:Class rdf:ID="Tarefa"/>
<owl:Class rdf:ID="Projeto"/>
<owl:Class rdf:ID="Tese">
  <rdfs:subClassOf rdf:resource="#Cientifico"/>
</owl:Class>
<owl:Class rdf:ID="Sintoma">
  <rdfs:subClassOf rdf:resource="#Recurso"/>
</owl:Class>
<owl:Class rdf:ID="Comportamento">
  <rdfs:subClassOf rdf:resource="#Parte"/>
</owl:Class>
<owl:Class rdf:ID="Regra">
  <rdfs:subClassOf rdf:resource="#Cientifico"/>
</owl:Class>
<owl:Class rdf:ID="Saida">
  <rdfs:subClassOf rdf:resource="#Cientifico"/>
</owl:Class>
<owl:Class rdf:ID="Acao"/>
<owl:Class rdf:ID="Material">
  <rdfs:subClassOf rdf:resource="#Recurso"/>
</owl:Class>
<owl:Class rdf:ID="Software">
  <rdfs:subClassOf rdf:resource="#Recurso"/>
</owl:Class>
<owl:Class rdf:ID="Valor">
  <rdfs:subClassOf rdf:resource="#Parte"/>
</owl:Class>
<owl:Class rdf:ID="Interesse"/>
<owl:Class rdf:ID="Hardware">
  <rdfs:subClassOf rdf:resource="#Recurso"/>
</owl:Class>
<owl:Class rdf:about="#Reacao">
  <rdfs:subClassOf rdf:resource="#Recurso"/>
</owl:Class>
<owl:Class rdf:ID="Tentativa">
  <rdfs:subClassOf rdf:resource="#Cientifico"/>
</owl:Class>
<owl:ObjectProperty rdf:ID="Parte_DefinidoPor">
  <rdfs:comment
rdf:datatype="http://www.w3.org/2001/XMLSchema#string"
  >Conjunto de &lt;Propriedades, Valores, Comportamentos&gt; possã-
veis</rdfs:comment>
  <rdfs:domain rdf:resource="#Elemento"/>
</owl:ObjectProperty>
<owl:ObjectProperty rdf:ID="Modelo_ConjuntoDe">
```



```
<rdfs:domain rdf:resource="#Tentativa"/>
</owl:ObjectProperty>
<owl:ObjectProperty rdf:ID="Conceito_Dominio">
  <rdfs:domain rdf:resource="#Elemento"/>
</owl:ObjectProperty>
<owl:ObjectProperty rdf:ID="Evento_ConjuntoDe">
  <rdfs:domain rdf:resource="#Sintoma"/>
</owl:ObjectProperty>
<owl:ObjectProperty rdf:ID="Entidade_Gerada">
  <rdfs:domain rdf:resource="#Atividade"/>
</owl:ObjectProperty>
<owl:ObjectProperty rdf:ID="Licao_AplicadoEm">
  <rdfs:domain rdf:resource="#Licao_Aprendida"/>
</owl:ObjectProperty>
<owl:ObjectProperty rdf:ID="Regra_ConjuntoDe">
  <rdfs:domain>
    <owl:Class>
      <owl:unionOf rdf:parseType="Collection">
        <owl:Class rdf:about="#Restricao"/>
        <owl:Class rdf:about="#Metodo"/>
        <owl:Class rdf:about="#Sintoma"/>
        <owl:Class rdf:about="#Acao_Automatica"/>
      </owl:unionOf>
    </owl:Class>
  </rdfs:domain>
</owl:ObjectProperty>
<owl:ObjectProperty rdf:ID="Contexto_Uso">
  <rdfs:domain rdf:resource="#Elemento"/>
</owl:ObjectProperty>
<owl:ObjectProperty rdf:ID="Importancia_Contexto">
  <rdfs:domain rdf:resource="#Perfil"/>
</owl:ObjectProperty>
<owl:ObjectProperty rdf:ID="Originado_Por">
  <rdfs:domain rdf:resource="#Ideia"/>
</owl:ObjectProperty>
<owl:ObjectProperty rdf:ID="Conhecimento_Gerado">
  <rdfs:domain rdf:resource="#Tentativa"/>
</owl:ObjectProperty>
<owl:ObjectProperty rdf:ID="Implementado_Por">
  <rdfs:domain rdf:resource="#Modelo"/>
</owl:ObjectProperty>
<owl:ObjectProperty rdf:ID="Desencadeia">
  <rdfs:domain rdf:resource="#Ideia"/>
</owl:ObjectProperty>
<owl:ObjectProperty rdf:ID="Processo_ConjuntoDe">
  <rdfs:domain>
    <owl:Class>
      <owl:unionOf rdf:parseType="Collection">
        <owl:Class rdf:about="#Tentativa"/>
        <owl:Class rdf:about="#Modelo"/>
        <owl:Class rdf:about="#Processo_Deducacao"/>
        <owl:Class rdf:about="#Processo_Inducao"/>
      </owl:unionOf>
    </owl:Class>
  </rdfs:domain>
</owl:ObjectProperty>
<owl:ObjectProperty rdf:ID="Prova_ComprovadoPor">
  <rdfs:domain rdf:resource="#Teoria"/>
</owl:ObjectProperty>
<owl:ObjectProperty rdf:ID="Competencia_Requirida">
  <rdfs:domain rdf:resource="#Atividade"/>
```



```
</owl:ObjectProperty>
<owl:ObjectProperty rdf:ID="Comprovado_Por">
  <rdfs:domain rdf:resource="#Fato"/>
</owl:ObjectProperty>
<owl:ObjectProperty rdf:ID="Competencia_Pessoal">
  <rdfs:domain rdf:resource="#Perfil"/>
</owl:ObjectProperty>
<owl:ObjectProperty rdf:ID="Elemento_ConjuntoDe">
  <rdfs:domain>
    <owl:Class>
      <owl:unionOf rdf:parseType="Collection">
        <owl:Class rdf:about="#Saida"/>
        <owl:Class rdf:about="#Entrada"/>
        <owl:Class rdf:about="#Recomendacao"/>
      </owl:unionOf>
    </owl:Class>
  </rdfs:domain>
</owl:ObjectProperty>
<owl:ObjectProperty rdf:ID="inverse_of_Manipulador_AÃ§Ã£o"/>
<owl:ObjectProperty rdf:ID="Atividade_ControladoPor">
  <rdfs:domain rdf:resource="#Controle"/>
</owl:ObjectProperty>
<owl:ObjectProperty rdf:ID="Interesse_Pessoal">
  <rdfs:domain rdf:resource="#Perfil"/>
</owl:ObjectProperty>
<owl:ObjectProperty rdf:ID="Sintoma_ConjuntoDe">
  <rdfs:domain rdf:resource="#Efeito"/>
</owl:ObjectProperty>
<owl:ObjectProperty rdf:ID="Pratica_BaseadoEm">
  <rdfs:domain rdf:resource="#Licao_Aprendida"/>
</owl:ObjectProperty>
<owl:ObjectProperty rdf:ID="Gerado_Por">
  <rdfs:domain rdf:resource="#Evento"/>
</owl:ObjectProperty>
<owl:ObjectProperty rdf:ID="Fato_ConjuntoDe">
  <rdfs:domain rdf:resource="#Tese"/>
</owl:ObjectProperty>
<owl:ObjectProperty rdf:ID="Output">
  <rdfs:domain>
    <owl:Class>
      <owl:unionOf rdf:parseType="Collection">
        <owl:Class rdf:about="#Software"/>
        <owl:Class rdf:about="#Modelo"/>
      </owl:unionOf>
    </owl:Class>
  </rdfs:domain>
</owl:ObjectProperty>
<owl:ObjectProperty rdf:ID="Material_Utilizado">
  <rdfs:domain rdf:resource="#Hardware"/>
</owl:ObjectProperty>
<owl:ObjectProperty rdf:ID="inverse_of_Entidade_Pai"/>
<owl:ObjectProperty rdf:ID="Gerado_Em">
  <rdfs:domain rdf:resource="#Sintoma"/>
</owl:ObjectProperty>
<owl:ObjectProperty rdf:ID="Input">
  <rdfs:domain>
    <owl:Class>
      <owl:unionOf rdf:parseType="Collection">
        <owl:Class rdf:about="#Software"/>
        <owl:Class rdf:about="#Modelo"/>
      </owl:unionOf>
    </owl:Class>
  </rdfs:domain>
</owl:ObjectProperty>
```



```
</owl:Class>
</rdfs:domain>
</owl:ObjectProperty>
<owl:ObjectProperty rdf:ID="Entidade_Utilizada">
  <rdfs:domain rdf:resource="#Atividade"/>
</owl:ObjectProperty>
<owl:ObjectProperty rdf:ID="Conceito_Associado">
  <rdfs:domain rdf:resource="#Atividade"/>
</owl:ObjectProperty>
<owl:DatatypeProperty rdf:ID="Data_Atualizacao">
  <rdfs:domain>
    <owl:Class>
      <owl:unionOf rdf:parseType="Collection">
        <owl:Class rdf:about="#Elemento"/>
        <owl:Class rdf:about="#Processo"/>
        <owl:Class rdf:about="#Tarefa"/>
      </owl:unionOf>
    </owl:Class>
  </rdfs:domain>
  <rdfs:range
rdf:resource="http://www.w3.org/2001/XMLSchema#string"/>
  </owl:DatatypeProperty>
  <owl:DatatypeProperty rdf:ID="Localizacao">
    <rdfs:comment
rdf:datatype="http://www.w3.org/2001/XMLSchema#string"
>LocalizaÃ§Ã£o fÃsica: url, estante, sala, endereÃ§o,
etc.</rdfs:comment>
    <rdfs:range
rdf:resource="http://www.w3.org/2001/XMLSchema#string"/>
    <rdfs:domain>
      <owl:Class>
        <owl:unionOf rdf:parseType="Collection">
          <owl:Class rdf:about="#Elemento"/>
          <owl:Class rdf:about="#Perfil"/>
          <owl:Class rdf:about="#Projeto"/>
          <owl:Class rdf:about="#Conceito"/>
        </owl:unionOf>
      </owl:Class>
    </rdfs:domain>
  </owl:DatatypeProperty>
  <owl:DatatypeProperty rdf:ID="Flag_Problema">
    <rdfs:domain rdf:resource="#Efeito"/>
    <rdfs:range
rdf:resource="http://www.w3.org/2001/XMLSchema#string"/>
  </owl:DatatypeProperty>
  <owl:DatatypeProperty rdf:ID="Tipo_Acao">
    <rdfs:comment
rdf:datatype="http://www.w3.org/2001/XMLSchema#string"
>CriaÃ§Ã£o, Busca e VisualizaÃ§Ã£o, EdiÃ§Ã£o, RemoÃ§Ã£o,
AvaliaÃ§Ã£o.</rdfs:comment>
    <rdfs:domain rdf:resource="#Acao"/>
    <rdfs:range
rdf:resource="http://www.w3.org/2001/XMLSchema#string"/>
  </owl:DatatypeProperty>
  <owl:FunctionalProperty rdf:ID="Comportamento_Anterior">
    <rdfs:range
rdf:resource="http://www.w3.org/2001/XMLSchema#string"/>
    <rdf:type
rdf:resource="http://www.w3.org/2002/07/owl#DatatypeProperty"/>
    <rdfs:domain rdf:resource="#Comportamento"/>
  </owl:FunctionalProperty>
```



```
<owl:FunctionalProperty rdf:ID="KO_Slot_10013">
  <rdfs:range
rdf:resource="http://www.w3.org/2001/XMLSchema#string"/>
  <rdf:type
rdf:resource="http://www.w3.org/2002/07/owl#DatatypeProperty"/>
</owl:FunctionalProperty>
  <owl:FunctionalProperty rdf:ID="KO_Slot_3">
  <rdfs:range
rdf:resource="http://www.w3.org/2001/XMLSchema#string"/>
  <rdf:type
rdf:resource="http://www.w3.org/2002/07/owl#DatatypeProperty"/>
</owl:FunctionalProperty>
  <owl:FunctionalProperty rdf:ID="Id_Conceito">
  <rdf:type
rdf:resource="http://www.w3.org/2002/07/owl#DatatypeProperty"/>
  <rdfs:range
rdf:resource="http://www.w3.org/2001/XMLSchema#string"/>
</owl:FunctionalProperty>
  <owl:FunctionalProperty rdf:ID="KO_Slot_10020">
  <rdf:type
rdf:resource="http://www.w3.org/2002/07/owl#DatatypeProperty"/>
  <rdfs:range
rdf:resource="http://www.w3.org/2001/XMLSchema#string"/>
</owl:FunctionalProperty>
  <owl:FunctionalProperty rdf:ID="Linguagem">
  <rdfs:range
rdf:resource="http://www.w3.org/2001/XMLSchema#string"/>
  <rdfs:domain rdf:resource="#Conceito"/>
  <rdf:type
rdf:resource="http://www.w3.org/2002/07/owl#DatatypeProperty"/>
</owl:FunctionalProperty>
  <owl:FunctionalProperty rdf:ID="Excecao">
  <rdfs:domain>
  <owl:Class>
  <owl:unionOf rdf:parseType="Collection">
  <owl:Class rdf:about="#Regra"/>
  <owl:Class rdf:about="#Tentativa"/>
  </owl:unionOf>
  </owl:Class>
  </rdfs:domain>
  <rdf:type
rdf:resource="http://www.w3.org/2002/07/owl#ObjectProperty"/>
</owl:FunctionalProperty>
  <owl:FunctionalProperty rdf:ID="Hipotese_Comprova">
  <rdf:type
rdf:resource="http://www.w3.org/2002/07/owl#ObjectProperty"/>
  <rdfs:domain>
  <owl:Class>
  <owl:unionOf rdf:parseType="Collection">
  <owl:Class rdf:about="#Tentativa"/>
  <owl:Class rdf:about="#Teoria"/>
  <owl:Class rdf:about="#Tese"/>
  </owl:unionOf>
  </owl:Class>
  </rdfs:domain>
</owl:FunctionalProperty>
  <owl:FunctionalProperty rdf:ID="Contexto_Pai">
  <rdf:type
rdf:resource="http://www.w3.org/2002/07/owl#ObjectProperty"/>
  <rdfs:domain rdf:resource="#Contexto"/>
</owl:FunctionalProperty>
```



```
<owl:FunctionalProperty rdf:ID="Entidade_Controlo">
  <rdfs:domain rdf:resource="#Controlo"/>
  <rdf:type
rdf:resource="http://www.w3.org/2002/07/owl#ObjectProperty"/>
  </owl:FunctionalProperty>
  <owl:FunctionalProperty rdf:ID="AÃ§Ãfo_HistÃ³rico">
  <rdf:type
rdf:resource="http://www.w3.org/2002/07/owl#ObjectProperty"/>
  </owl:FunctionalProperty>
  <owl:FunctionalProperty rdf:ID="Age_NoControlo">
  <rdf:type
rdf:resource="http://www.w3.org/2002/07/owl#ObjectProperty"/>
  </owl:FunctionalProperty>
  <owl:FunctionalProperty rdf:ID="Maneira_Externalizacao">
  <rdf:type
rdf:resource="http://www.w3.org/2002/07/owl#DatatypeProperty"/>
  <rdfs:comment
rdf:datatype="http://www.w3.org/2001/XMLSchema#string"
  >Tipo do elemento: material didÃ¡tico, site, livro, artigo,
resultados, conversas, mapas mentais, etc.</rdfs:comment>
  <rdfs:range
rdf:resource="http://www.w3.org/2001/XMLSchema#string"/>
  <rdfs:domain rdf:resource="#Elemento"/>
  </owl:FunctionalProperty>
  <owl:FunctionalProperty rdf:ID="Tamanho">
  <rdfs:domain>
  <owl:Class>
    <owl:unionOf rdf:parseType="Collection">
      <owl:Class rdf:about="#Software"/>
      <owl:Class rdf:about="#Hardware"/>
    </owl:unionOf>
  </owl:Class>
  </rdfs:domain>
  <rdfs:range
rdf:resource="http://www.w3.org/2001/XMLSchema#string"/>
  <rdf:type
rdf:resource="http://www.w3.org/2002/07/owl#DatatypeProperty"/>
  </owl:FunctionalProperty>
  <owl:FunctionalProperty rdf:ID="Peso">
  <rdfs:range
rdf:resource="http://www.w3.org/2001/XMLSchema#string"/>
  <rdfs:domain rdf:resource="#Hardware"/>
  <rdf:type
rdf:resource="http://www.w3.org/2002/07/owl#DatatypeProperty"/>
  </owl:FunctionalProperty>
  <owl:FunctionalProperty rdf:ID="KO_Slot_19">
  <rdf:type
rdf:resource="http://www.w3.org/2002/07/owl#DatatypeProperty"/>
  <rdfs:range
rdf:resource="http://www.w3.org/2001/XMLSchema#string"/>
  </owl:FunctionalProperty>
  <owl:FunctionalProperty rdf:ID="Processo_AlteradoPor">
  <rdfs:domain rdf:resource="#Valor"/>
  <rdf:type
rdf:resource="http://www.w3.org/2002/07/owl#ObjectProperty"/>
  </owl:FunctionalProperty>
  <owl:FunctionalProperty rdf:ID="Processo_PertencenteA">
  <rdf:type
rdf:resource="http://www.w3.org/2002/07/owl#ObjectProperty"/>
  <rdfs:domain rdf:resource="#TransiÃ§Ãfo"/>
  </owl:FunctionalProperty>
```



```
<owl:FunctionalProperty rdf:ID="KO_Slot_15">
  <rdf:type
rdf:resource="http://www.w3.org/2002/07/owl#DatatypeProperty"/>
  <rdfs:range
rdf:resource="http://www.w3.org/2001/XMLSchema#string"/>
</owl:FunctionalProperty>
  <owl:FunctionalProperty rdf:ID="Fim_Previsto">
  <rdfs:range
rdf:resource="http://www.w3.org/2001/XMLSchema#string"/>
  <rdf:type
rdf:resource="http://www.w3.org/2002/07/owl#DatatypeProperty"/>
  <rdfs:domain>
    <owl:Class>
      <owl:unionOf rdf:parseType="Collection">
        <owl:Class rdf:about="#Processo"/>
        <owl:Class rdf:about="#Projeto"/>
        <owl:Class rdf:about="#Atividade"/>
        <owl:Class rdf:about="#Pratica"/>
        <owl:Class rdf:about="#Observacao"/>
        <owl:Class rdf:about="#Tarefa"/>
      </owl:unionOf>
    </owl:Class>
  </rdfs:domain>
</owl:FunctionalProperty>
  <owl:FunctionalProperty rdf:ID="Processo_GeradoPor">
  <rdfs:domain rdf:resource="#Elemento"/>
  <rdf:type
rdf:resource="http://www.w3.org/2002/07/owl#ObjectProperty"/>
</owl:FunctionalProperty>
  <owl:FunctionalProperty rdf:ID="Identificacao">
  <rdfs:range
rdf:resource="http://www.w3.org/2001/XMLSchema#string"/>
  <rdfs:domain>
    <owl:Class>
      <owl:unionOf rdf:parseType="Collection">
        <owl:Class rdf:about="#Elemento"/>
        <owl:Class rdf:about="#Processo"/>
        <owl:Class rdf:about="#Projeto"/>
        <owl:Class rdf:about="#Atividade"/>
        <owl:Class rdf:about="#Controle"/>
        <owl:Class rdf:about="#Manipulador"/>
        <owl:Class rdf:about="#Conceito"/>
        <owl:Class rdf:about="#Tarefa"/>
      </owl:unionOf>
    </owl:Class>
  </rdfs:domain>
  <rdf:type
rdf:resource="http://www.w3.org/2002/07/owl#DatatypeProperty"/>
</owl:FunctionalProperty>
  <owl:FunctionalProperty rdf:ID="URL">
  <rdf:type
rdf:resource="http://www.w3.org/2002/07/owl#DatatypeProperty"/>
  <rdfs:range
rdf:resource="http://www.w3.org/2001/XMLSchema#string"/>
  <rdfs:domain>
    <owl:Class>
      <owl:unionOf rdf:parseType="Collection">
        <owl:Class rdf:about="#Projeto"/>
        <owl:Class rdf:about="#Conceito"/>
      </owl:unionOf>
    </owl:Class>
  </rdfs:domain>
</owl:FunctionalProperty>
```



```
</rdfs:domain>
</owl:FunctionalProperty>
<owl:FunctionalProperty rdf:ID="Item_Avaliado">
  <rdfs:domain rdf:resource="#Avaliacao"/>
  <rdf:type
rdf:resource="http://www.w3.org/2002/07/owl#ObjectProperty"/>
  </owl:FunctionalProperty>
  <owl:FunctionalProperty rdf:ID="Rapidez">
    <rdfs:range rdf:resource="http://www.w3.org/2001/XMLSchema#int"/>
    <rdf:type
rdf:resource="http://www.w3.org/2002/07/owl#DatatypeProperty"/>
    <rdfs:domain>
      <owl:Class>
        <owl:unionOf rdf:parseType="Collection">
          <owl:Class rdf:about="#Competencia"/>
          <owl:Class rdf:about="#Interesse"/>
        </owl:unionOf>
      </owl:Class>
    </rdfs:domain>
  </owl:FunctionalProperty>
  <owl:FunctionalProperty rdf:ID="Avaliador">
    <rdf:type
rdf:resource="http://www.w3.org/2002/07/owl#ObjectProperty"/>
    <rdfs:domain rdf:resource="#Avaliacao"/>
  </owl:FunctionalProperty>
  <owl:FunctionalProperty rdf:ID="Prioridade">
    <rdf:type
rdf:resource="http://www.w3.org/2002/07/owl#DatatypeProperty"/>
    <rdfs:range rdf:resource="http://www.w3.org/2001/XMLSchema#int"/>
    <rdfs:domain>
      <owl:Class>
        <owl:unionOf rdf:parseType="Collection">
          <owl:Class rdf:about="#Sintoma"/>
          <owl:Class rdf:about="#Tarefa"/>
        </owl:unionOf>
      </owl:Class>
    </rdfs:domain>
  </owl:FunctionalProperty>
  <owl:FunctionalProperty rdf:ID="Projeto_PertencenteA">
    <rdfs:domain rdf:resource="#Pratica"/>
    <rdf:type
rdf:resource="http://www.w3.org/2002/07/owl#ObjectProperty"/>
  </owl:FunctionalProperty>
  <owl:FunctionalProperty rdf:ID="Processo_Pai">
    <rdfs:domain rdf:resource="#Processo"/>
    <rdf:type
rdf:resource="http://www.w3.org/2002/07/owl#ObjectProperty"/>
  </owl:FunctionalProperty>
  <owl:FunctionalProperty rdf:ID="Atividade_Anterior">
    <rdfs:domain rdf:resource="#TransiÃ§Ã£o"/>
    <rdf:type
rdf:resource="http://www.w3.org/2002/07/owl#ObjectProperty"/>
  </owl:FunctionalProperty>
  <owl:FunctionalProperty rdf:ID="Sigla">
    <rdfs:range
rdf:resource="http://www.w3.org/2001/XMLSchema#string"/>
    <rdf:type
rdf:resource="http://www.w3.org/2002/07/owl#DatatypeProperty"/>
    <rdfs:domain rdf:resource="#Projeto"/>
  </owl:FunctionalProperty>
  <owl:FunctionalProperty rdf:ID="Flag_Sucesso">
```



```
<rdfs:domain>
  <owl:Class>
    <owl:unionOf rdf:parseType="Collection">
      <owl:Class rdf:about="#Tentativa"/>
      <owl:Class rdf:about="#Recomendacao"/>
    </owl:unionOf>
  </owl:Class>
</rdfs:domain>
<rdf:type
rdf:resource="http://www.w3.org/2002/07/owl#DatatypeProperty"/>
  <rdfs:range
rdf:resource="http://www.w3.org/2001/XMLSchema#string"/>
  </owl:FunctionalProperty>
  <owl:FunctionalProperty rdf:ID="KO_Slot_30032">
    <rdfs:range
rdf:resource="http://www.w3.org/2001/XMLSchema#string"/>
    <rdf:type
rdf:resource="http://www.w3.org/2002/07/owl#DatatypeProperty"/>
    </owl:FunctionalProperty>
    <owl:FunctionalProperty rdf:ID="Avaliacao_Geral">
      <rdfs:domain rdf:resource="#Elemento"/>
      <rdfs:range rdf:resource="http://www.w3.org/2001/XMLSchema#int"/>
      <rdf:type
rdf:resource="http://www.w3.org/2002/07/owl#DatatypeProperty"/>
      </owl:FunctionalProperty>
      <owl:FunctionalProperty rdf:ID="Tipo_Processo">
        <rdfs:range
rdf:resource="http://www.w3.org/2001/XMLSchema#string"/>
        <rdf:type
rdf:resource="http://www.w3.org/2002/07/owl#DatatypeProperty"/>
        <rdfs:domain rdf:resource="#Processo"/>
        </owl:FunctionalProperty>
        <owl:FunctionalProperty rdf:ID="Tipo">
          <rdfs:range
rdf:resource="http://www.w3.org/2001/XMLSchema#string"/>
          <rdfs:domain rdf:resource="#Elemento"/>
          <rdf:type
rdf:resource="http://www.w3.org/2002/07/owl#DatatypeProperty"/>
          </owl:FunctionalProperty>
          <owl:FunctionalProperty rdf:ID="Projeto_PertenceA">
            <rdfs:domain rdf:resource="#Processo"/>
            <rdf:type
rdf:resource="http://www.w3.org/2002/07/owl#ObjectProperty"/>
            </owl:FunctionalProperty>
            <owl:FunctionalProperty rdf:ID="Estado">
              <rdf:type
rdf:resource="http://www.w3.org/2002/07/owl#DatatypeProperty"/>
              <rdfs:range
rdf:resource="http://www.w3.org/2001/XMLSchema#string"/>
              <rdfs:domain>
                <owl:Class>
                  <owl:unionOf rdf:parseType="Collection">
                    <owl:Class rdf:about="#Processo"/>
                    <owl:Class rdf:about="#Projeto"/>
                    <owl:Class rdf:about="#Atividade"/>
                    <owl:Class rdf:about="#Tarefa"/>
                  </owl:unionOf>
                </owl:Class>
              </rdfs:domain>
            </owl:FunctionalProperty>
            <owl:FunctionalProperty rdf:ID="Data_Fim">
```



```
<rdfs:domain>
  <owl:Class>
    <owl:unionOf rdf:parseType="Collection">
      <owl:Class rdf:about="#Processo"/>
      <owl:Class rdf:about="#Projeto"/>
      <owl:Class rdf:about="#Atividade"/>
      <owl:Class rdf:about="#Tentativa"/>
      <owl:Class rdf:about="#Pratica"/>
      <owl:Class rdf:about="#Observacao"/>
      <owl:Class rdf:about="#Fenomeno"/>
      <owl:Class rdf:about="#Problema"/>
      <owl:Class rdf:about="#Tarefa"/>
    </owl:unionOf>
  </owl:Class>
</rdfs:domain>
<rdf:type
rdf:resource="http://www.w3.org/2002/07/owl#DatatypeProperty"/>
  <rdfs:range
rdf:resource="http://www.w3.org/2001/XMLSchema#string"/>
  </owl:FunctionalProperty>
  <owl:FunctionalProperty rdf:ID="Consequencia_Problema">
    <rdfs:domain rdf:resource="#Problema"/>
    <rdfs:range
rdf:resource="http://www.w3.org/2001/XMLSchema#string"/>
    <rdf:type
rdf:resource="http://www.w3.org/2002/07/owl#DatatypeProperty"/>
    </owl:FunctionalProperty>
    <owl:FunctionalProperty rdf:ID="KO_Slot_10004">
      <rdfs:range
rdf:resource="http://www.w3.org/2001/XMLSchema#string"/>
      <rdf:type
rdf:resource="http://www.w3.org/2002/07/owl#DatatypeProperty"/>
      </owl:FunctionalProperty>
      <owl:FunctionalProperty rdf:ID="Frequencia_Ocorrencia">
        <rdfs:domain rdf:resource="#Fenomeno"/>
        <rdf:type
rdf:resource="http://www.w3.org/2002/07/owl#DatatypeProperty"/>
        <rdfs:range
rdf:resource="http://www.w3.org/2001/XMLSchema#string"/>
        </owl:FunctionalProperty>
        <owl:FunctionalProperty rdf:ID="KO_Slot_7">
          <rdfs:range
rdf:resource="http://www.w3.org/2001/XMLSchema#string"/>
          <rdf:type
rdf:resource="http://www.w3.org/2002/07/owl#DatatypeProperty"/>
          </owl:FunctionalProperty>
          <owl:FunctionalProperty rdf:ID="Atuacao">
            <rdf:type
rdf:resource="http://www.w3.org/2002/07/owl#ObjectProperty"/>
            <rdfs:domain rdf:resource="#Contexto_Atuação"/>
            </owl:FunctionalProperty>
            <owl:FunctionalProperty rdf:ID="Data_Inicio">
              <rdfs:range
rdf:resource="http://www.w3.org/2001/XMLSchema#string"/>
              <rdf:type
rdf:resource="http://www.w3.org/2002/07/owl#DatatypeProperty"/>
              <rdfs:domain>
                <owl:Class>
                  <owl:unionOf rdf:parseType="Collection">
                    <owl:Class rdf:about="#Processo"/>
                    <owl:Class rdf:about="#Projeto"/>
                  </owl:unionOf>
                </owl:Class>
              </rdfs:domain>
            </owl:FunctionalProperty>
          </owl:FunctionalProperty>
        </owl:FunctionalProperty>
      </owl:FunctionalProperty>
    </owl:FunctionalProperty>
  </owl:FunctionalProperty>
</rdf:type>
```



```
<owl:Class rdf:about="#Atividade" />
<owl:Class rdf:about="#Tentativa" />
<owl:Class rdf:about="#Pratica" />
<owl:Class rdf:about="#Observacao" />
<owl:Class rdf:about="#Fenomeno" />
<owl:Class rdf:about="#Problema" />
<owl:Class rdf:about="#Tarefa" />
  </owl:unionOf>
</owl:Class>
</rdfs:domain>
</owl:FunctionalProperty>
<owl:FunctionalProperty rdf:ID="Valor_Obtido">
  <rdfs:domain rdf:resource="#Valor" />
  <rdf:type
rdf:resource="http://www.w3.org/2002/07/owl#DatatypeProperty" />
  <rdfs:range
rdf:resource="http://www.w3.org/2001/XMLSchema#string" />
  </owl:FunctionalProperty>
  <owl:FunctionalProperty rdf:ID="KO_Slot_20004">
    <rdfs:range
rdf:resource="http://www.w3.org/2001/XMLSchema#string" />
    <rdf:type
rdf:resource="http://www.w3.org/2002/07/owl#DatatypeProperty" />
    </owl:FunctionalProperty>
    <owl:FunctionalProperty rdf:ID="KO_Slot_20005">
      <rdf:type
rdf:resource="http://www.w3.org/2002/07/owl#DatatypeProperty" />
      <rdfs:range
rdf:resource="http://www.w3.org/2001/XMLSchema#string" />
      </owl:FunctionalProperty>
      <owl:FunctionalProperty rdf:ID="Categoria_Manipulador">
        <rdfs:comment
rdf:datatype="http://www.w3.org/2001/XMLSchema#string"
>humano ou sistema</rdfs:comment>
        <rdfs:range
rdf:resource="http://www.w3.org/2001/XMLSchema#string" />
        <rdfs:domain rdf:resource="#Manipulador" />
        <rdf:type
rdf:resource="http://www.w3.org/2002/07/owl#DatatypeProperty" />
        </owl:FunctionalProperty>
        <owl:FunctionalProperty rdf:ID="Nota">
          <rdf:type
rdf:resource="http://www.w3.org/2002/07/owl#DatatypeProperty" />
          <rdfs:domain rdf:resource="#Avaliacao" />
          <rdfs:range rdf:resource="http://www.w3.org/2001/XMLSchema#int" />
          </owl:FunctionalProperty>
          <owl:FunctionalProperty rdf:ID="Codigo_Executado">
            <rdf:type
rdf:resource="http://www.w3.org/2002/07/owl#ObjectProperty" />
            <rdfs:domain rdf:resource="#Acao_Automatica" />
            </owl:FunctionalProperty>
            <owl:FunctionalProperty rdf:ID="Gasto">
              <rdfs:domain rdf:resource="#Pratica" />
              <rdfs:range
rdf:resource="http://www.w3.org/2001/XMLSchema#string" />
              <rdf:type
rdf:resource="http://www.w3.org/2002/07/owl#DatatypeProperty" />
              </owl:FunctionalProperty>
              <owl:FunctionalProperty rdf:ID="Medida_Utilizada">
                <rdf:type
rdf:resource="http://www.w3.org/2002/07/owl#DatatypeProperty" />
```



```
<rdfs:domain rdf:resource="#Valor"/>
<rdfs:range
rdf:resource="http://www.w3.org/2001/XMLSchema#string"/>
</owl:FunctionalProperty>
<owl:FunctionalProperty rdf:ID="Valor_Associado">
<rdf:type
rdf:resource="http://www.w3.org/2002/07/owl#ObjectProperty"/>
<rdfs:domain rdf:resource="#Comportamento"/>
</owl:FunctionalProperty>
<owl:FunctionalProperty rdf:ID="Sub_Processo">
<rdfs:domain rdf:resource="#Atividade"/>
<rdf:type
rdf:resource="http://www.w3.org/2002/07/owl#ObjectProperty"/>
</owl:FunctionalProperty>
<owl:FunctionalProperty rdf:ID="Manipulador_ID">
<rdf:type
rdf:resource="http://www.w3.org/2002/07/owl#DatatypeProperty"/>
<rdfs:range rdf:resource="http://www.w3.org/2001/XMLSchema#int"/>
</owl:FunctionalProperty>
<owl:FunctionalProperty rdf:ID="Nom">
<rdf:type
rdf:resource="http://www.w3.org/2002/07/owl#DatatypeProperty"/>
<rdfs:range
rdf:resource="http://www.w3.org/2001/XMLSchema#string"/>
</owl:FunctionalProperty>
<owl:FunctionalProperty rdf:ID="KO_Slot_23">
<rdfs:range
rdf:resource="http://www.w3.org/2001/XMLSchema#string"/>
<rdf:type
rdf:resource="http://www.w3.org/2002/07/owl#DatatypeProperty"/>
</owl:FunctionalProperty>
<owl:FunctionalProperty rdf:ID="Tipo_Manipulador">
<rdf:type
rdf:resource="http://www.w3.org/2002/07/owl#DatatypeProperty"/>
<rdfs:domain rdf:resource="#Manipulador"/>
<rdfs:range
rdf:resource="http://www.w3.org/2001/XMLSchema#string"/>
</owl:FunctionalProperty>
<owl:FunctionalProperty rdf:ID="Data">
<rdf:type
rdf:resource="http://www.w3.org/2002/07/owl#DatatypeProperty"/>
<rdfs:range
rdf:resource="http://www.w3.org/2001/XMLSchema#string"/>
<rdfs:domain>
<owl:Class>
<owl:unionOf rdf:parseType="Collection">
<owl:Class rdf:about="#Valor"/>
<owl:Class rdf:about="#Comportamento"/>
</owl:unionOf>
</owl:Class>
</rdfs:domain>
</owl:FunctionalProperty>
<owl:FunctionalProperty rdf:ID="Processo_PertenceA">
<rdfs:domain rdf:resource="#Atividade"/>
<rdf:type
rdf:resource="http://www.w3.org/2002/07/owl#ObjectProperty"/>
</owl:FunctionalProperty>
<owl:FunctionalProperty rdf:ID="Vida_Util">
<rdfs:range
rdf:resource="http://www.w3.org/2001/XMLSchema#string"/>
<rdfs:domain rdf:resource="#Hardware"/>
```



```
<rdf:type
rdf:resource="http://www.w3.org/2002/07/owl#DatatypeProperty" />
</owl:FunctionalProperty>
<owl:FunctionalProperty rdf:ID="Valor_Anterior">
  <rdfs:domain rdf:resource="#Valor" />
  <rdf:type
rdf:resource="http://www.w3.org/2002/07/owl#DatatypeProperty" />
  <rdfs:range
rdf:resource="http://www.w3.org/2001/XMLSchema#string" />
  </owl:FunctionalProperty>
  <owl:FunctionalProperty rdf:ID="Kersey">
    <rdf:type
rdf:resource="http://www.w3.org/2002/07/owl#DatatypeProperty" />
    <rdfs:range
rdf:resource="http://www.w3.org/2001/XMLSchema#string" />
    <rdfs:domain rdf:resource="#Perfil" />
  </owl:FunctionalProperty>
  <owl:FunctionalProperty rdf:ID="Grau_Interatividade">
    <rdfs:domain rdf:resource="#Perfil" />
    <rdf:type
rdf:resource="http://www.w3.org/2002/07/owl#DatatypeProperty" />
    <rdfs:range rdf:resource="http://www.w3.org/2001/XMLSchema#int" />
  </owl:FunctionalProperty>
  <owl:FunctionalProperty rdf:ID="Importa ncia">
    <rdfs:domain rdf:resource="#Contexto_Atuacao" />
    <rdfs:range rdf:resource="http://www.w3.org/2001/XMLSchema#int" />
    <rdf:type
rdf:resource="http://www.w3.org/2002/07/owl#DatatypeProperty" />
    </owl:FunctionalProperty>
    <owl:FunctionalProperty rdf:ID="Expressao">
      <rdf:type
rdf:resource="http://www.w3.org/2002/07/owl#DatatypeProperty" />
      <rdfs:range
rdf:resource="http://www.w3.org/2001/XMLSchema#string" />
      <rdfs:domain rdf:resource="#Restricao" />
    </owl:FunctionalProperty>
    <owl:FunctionalProperty rdf:ID="KO_Slot_20006">
      <rdfs:range
rdf:resource="http://www.w3.org/2001/XMLSchema#string" />
      <rdf:type
rdf:resource="http://www.w3.org/2002/07/owl#DatatypeProperty" />
      </owl:FunctionalProperty>
      <owl:FunctionalProperty rdf:ID="Correlation_Engine">
        <rdfs:domain>
          <owl:Class>
            <owl:unionOf rdf:parseType="Collection">
              <owl:Class rdf:about="#Regra" />
              <owl:Class rdf:about="#Tentativa" />
            </owl:unionOf>
          </owl:Class>
        </rdfs:domain>
        <rdfs:range
rdf:resource="http://www.w3.org/2001/XMLSchema#string" />
        <rdf:type
rdf:resource="http://www.w3.org/2002/07/owl#DatatypeProperty" />
        </owl:FunctionalProperty>
        <owl:FunctionalProperty rdf:ID="Tipo_Atividade">
          <rdfs:domain rdf:resource="#Atividade" />
          <rdf:type
rdf:resource="http://www.w3.org/2002/07/owl#DatatypeProperty" />
```



```
<rdfs:range
rdf:resource="http://www.w3.org/2001/XMLSchema#string"/>
</owl:FunctionalProperty>
<owl:FunctionalProperty rdf:ID="Entidade_Pai">
  <rdfs:domain rdf:resource="#Elemento"/>
  <rdf:type
rdf:resource="http://www.w3.org/2002/07/owl#ObjectProperty"/>
</owl:FunctionalProperty>
  <owl:FunctionalProperty rdf:ID="Ciclo_de_Vida">
    <rdf:type
rdf:resource="http://www.w3.org/2002/07/owl#DatatypeProperty"/>
    <rdfs:range
rdf:resource="http://www.w3.org/2001/XMLSchema#string"/>
    <rdfs:domain rdf:resource="#Sintoma"/>
  </owl:FunctionalProperty>
  <owl:FunctionalProperty rdf:ID="Controle_AgeEm">
    <rdf:type
rdf:resource="http://www.w3.org/2002/07/owl#ObjectProperty"/>
    <rdfs:domain rdf:resource="#Atividade"/>
  </owl:FunctionalProperty>
  <owl:FunctionalProperty rdf:ID="Atividade_RelacionadoA">
    <rdf:type
rdf:resource="http://www.w3.org/2002/07/owl#ObjectProperty"/>
    <rdfs:domain rdf:resource="#Tarefa"/>
  </owl:FunctionalProperty>
  <owl:FunctionalProperty rdf:ID="Dominio">
    <rdf:type
rdf:resource="http://www.w3.org/2002/07/owl#DatatypeProperty"/>
    <rdfs:domain rdf:resource="#Conceito"/>
    <rdfs:range
rdf:resource="http://www.w3.org/2001/XMLSchema#string"/>
    </owl:FunctionalProperty>
    <owl:FunctionalProperty rdf:ID="Entidade_AvaliaÃ§Ãfo">
      <rdf:type
rdf:resource="http://www.w3.org/2002/07/owl#DatatypeProperty"/>
      <rdfs:range
rdf:resource="http://www.w3.org/2001/XMLSchema#string"/>
      </owl:FunctionalProperty>
      <owl:FunctionalProperty rdf:ID="Descricao">
        <rdfs:domain>
          <owl:Class>
            <owl:unionOf rdf:parseType="Collection">
              <owl:Class rdf:about="#Elemento"/>
              <owl:Class rdf:about="#Processo"/>
              <owl:Class rdf:about="#Projeto"/>
              <owl:Class rdf:about="#Atividade"/>
              <owl:Class rdf:about="#Controle"/>
              <owl:Class rdf:about="#Manipulador"/>
              <owl:Class rdf:about="#Propriedade"/>
              <owl:Class rdf:about="#Comportamento"/>
              <owl:Class rdf:about="#Tarefa"/>
            </owl:unionOf>
          </owl:Class>
        </rdfs:domain>
      </rdf:type
rdf:resource="http://www.w3.org/2002/07/owl#DatatypeProperty"/>
      <rdfs:range
rdf:resource="http://www.w3.org/2001/XMLSchema#string"/>
      </owl:FunctionalProperty>
      <owl:FunctionalProperty rdf:ID="Inicio_Previsto">
        <rdfs:domain>
```



```
<owl:Class>
  <owl:unionOf rdf:parseType="Collection">
    <owl:Class rdf:about="#Processo"/>
    <owl:Class rdf:about="#Projeto"/>
    <owl:Class rdf:about="#Atividade"/>
    <owl:Class rdf:about="#Pratica"/>
    <owl:Class rdf:about="#Observacao"/>
    <owl:Class rdf:about="#Tarefa"/>
  </owl:unionOf>
</owl:Class>
</rdfs:domain>
<rdf:type
rdf:resource="http://www.w3.org/2002/07/owl#DatatypeProperty"/>
  <rdfs:range
rdf:resource="http://www.w3.org/2001/XMLSchema#string"/>
  </owl:FunctionalProperty>
  <owl:FunctionalProperty rdf:ID="KO_Slot_18">
    <rdfs:range
rdf:resource="http://www.w3.org/2001/XMLSchema#string"/>
    <rdf:type
rdf:resource="http://www.w3.org/2002/07/owl#DatatypeProperty"/>
  </owl:FunctionalProperty>
  <owl:FunctionalProperty rdf:ID="Tempo_ImplantaÃ§Ã£o">
    <rdf:type
rdf:resource="http://www.w3.org/2002/07/owl#DatatypeProperty"/>
  <rdfs:domain rdf:resource="#Pratica"/>
  <rdfs:range
rdf:resource="http://www.w3.org/2001/XMLSchema#string"/>
  </owl:FunctionalProperty>
  <owl:FunctionalProperty rdf:ID="Flag_Aluguel">
    <rdfs:domain>
      <owl:Class>
        <owl:unionOf rdf:parseType="Collection">
          <owl:Class rdf:about="#Software"/>
          <owl:Class rdf:about="#Hardware"/>
        </owl:unionOf>
      </owl:Class>
    </rdfs:domain>
  <rdf:type
rdf:resource="http://www.w3.org/2002/07/owl#DatatypeProperty"/>
  <rdfs:range
rdf:resource="http://www.w3.org/2001/XMLSchema#string"/>
  </owl:FunctionalProperty>
  <owl:FunctionalProperty rdf:ID="KO_Slot_5">
    <rdfs:range
rdf:resource="http://www.w3.org/2001/XMLSchema#string"/>
    <rdf:type
rdf:resource="http://www.w3.org/2002/07/owl#DatatypeProperty"/>
  </owl:FunctionalProperty>
  <owl:FunctionalProperty rdf:ID="Tipo_Contexto">
    <rdfs:range
rdf:resource="http://www.w3.org/2001/XMLSchema#string"/>
    <rdfs:domain rdf:resource="#Contexto"/>
    <rdf:type
rdf:resource="http://www.w3.org/2002/07/owl#DatatypeProperty"/>
  </owl:FunctionalProperty>
  <owl:FunctionalProperty rdf:ID="Relevancia">
    <rdfs:domain>
      <owl:Class>
        <owl:unionOf rdf:parseType="Collection">
          <owl:Class rdf:about="#Competencia"/>
        </owl:unionOf>
      </owl:Class>
    </rdfs:domain>
  </owl:FunctionalProperty>
```



```
        <owl:Class rdf:about="#Interesse" />
    </owl:unionOf>
  </owl:Class>
</rdfs:domain>
<rdf:type
rdf:resource="http://www.w3.org/2002/07/owl#DatatypeProperty" />
  <rdfs:range rdf:resource="http://www.w3.org/2001/XMLSchema#int" />
</owl:FunctionalProperty>
  <owl:FunctionalProperty rdf:ID="KO_Slot_30014">
    <rdfs:range
rdf:resource="http://www.w3.org/2001/XMLSchema#string" />
    <rdf:type
rdf:resource="http://www.w3.org/2002/07/owl#DatatypeProperty" />
  </owl:FunctionalProperty>
  <owl:FunctionalProperty rdf:ID="Financiador">
    <rdf:type
rdf:resource="http://www.w3.org/2002/07/owl#DatatypeProperty" />
    <rdfs:domain rdf:resource="#Projeto" />
    <rdfs:range
rdf:resource="http://www.w3.org/2001/XMLSchema#string" />
  </owl:FunctionalProperty>
  <owl:FunctionalProperty rdf:ID="Fornecedor">
    <rdf:type
rdf:resource="http://www.w3.org/2002/07/owl#DatatypeProperty" />
    <rdfs:range
rdf:resource="http://www.w3.org/2001/XMLSchema#string" />
    <rdfs:domain>
      <owl:Class>
        <owl:unionOf rdf:parseType="Collection">
          <owl:Class rdf:about="#Material" />
          <owl:Class rdf:about="#Software" />
          <owl:Class rdf:about="#Hardware" />
        </owl:unionOf>
      </owl:Class>
    </rdfs:domain>
  </owl:FunctionalProperty>
  <owl:FunctionalProperty rdf:ID="Condicao">
    <rdf:type
rdf:resource="http://www.w3.org/2002/07/owl#ObjectProperty" />
    <rdfs:domain>
      <owl:Class>
        <owl:unionOf rdf:parseType="Collection">
          <owl:Class rdf:about="#Processo" />
          <owl:Class rdf:about="#Atividade" />
        </owl:unionOf>
      </owl:Class>
    </rdfs:domain>
  </owl:FunctionalProperty>
  <owl:FunctionalProperty rdf:ID="KO_Slot_10003">
    <rdf:type
rdf:resource="http://www.w3.org/2002/07/owl#DatatypeProperty" />
    <rdfs:range
rdf:resource="http://www.w3.org/2001/XMLSchema#string" />
  </owl:FunctionalProperty>
  <owl:FunctionalProperty rdf:ID="Entidade_Acao">
    <rdf:type
rdf:resource="http://www.w3.org/2002/07/owl#ObjectProperty" />
    <rdfs:domain rdf:resource="#Acao" />
  </owl:FunctionalProperty>
  <owl:FunctionalProperty rdf:ID="Plataforma_Instalada">
    <rdfs:domain rdf:resource="#Software" />
```



```
<rdf:type
rdf:resource="http://www.w3.org/2002/07/owl#ObjectProperty" />
</owl:FunctionalProperty>
<owl:FunctionalProperty rdf:ID="Manipulador_Acao">
  <rdfs:domain rdf:resource="#Acao" />
  <rdf:type
rdf:resource="http://www.w3.org/2002/07/owl#ObjectProperty" />
</owl:FunctionalProperty>
<owl:FunctionalProperty rdf:ID="Propriedade_Associada">
  <rdfs:domain rdf:resource="#Valor" />
  <rdf:type
rdf:resource="http://www.w3.org/2002/07/owl#ObjectProperty" />
</owl:FunctionalProperty>
<owl:FunctionalProperty rdf:ID="Tema_RelacionadoA">
  <rdf:type
rdf:resource="http://www.w3.org/2002/07/owl#ObjectProperty" />
  <rdfs:domain rdf:resource="#Hipotese" />
  </owl:FunctionalProperty>
  <owl:FunctionalProperty rdf:ID="Linguagem_Externalizacao">
    <rdfs:range
rdf:resource="http://www.w3.org/2001/XMLSchema#string" />
    <rdfs:domain rdf:resource="#Elemento" />
    <rdf:type
rdf:resource="http://www.w3.org/2002/07/owl#DatatypeProperty" />
  </owl:FunctionalProperty>
  <owl:FunctionalProperty rdf:ID="Consequencia">
    <rdf:type
rdf:resource="http://www.w3.org/2002/07/owl#ObjectProperty" />
    <rdfs:domain>
      <owl:Class>
        <owl:unionOf rdf:parseType="Collection">
          <owl:Class rdf:about="#Processo" />
          <owl:Class rdf:about="#Atividade" />
        </owl:unionOf>
      </owl:Class>
    </rdfs:domain>
  </owl:FunctionalProperty>
  <owl:FunctionalProperty rdf:ID="Processo_Desencadeado">
    <rdf:type
rdf:resource="http://www.w3.org/2002/07/owl#ObjectProperty" />
    <rdfs:domain>
      <owl:Class>
        <owl:unionOf rdf:parseType="Collection">
          <owl:Class rdf:about="#Processo" />
          <owl:Class rdf:about="#Controle" />
        </owl:unionOf>
      </owl:Class>
    </rdfs:domain>
  </owl:FunctionalProperty>
  <owl:FunctionalProperty rdf:ID="Item">
    <rdf:type
rdf:resource="http://www.w3.org/2002/07/owl#ObjectProperty" />
    <rdfs:domain>
      <owl:Class>
        <owl:unionOf rdf:parseType="Collection">
          <owl:Class rdf:about="#Competencia" />
          <owl:Class rdf:about="#Interesse" />
        </owl:unionOf>
      </owl:Class>
    </rdfs:domain>
  </owl:FunctionalProperty>
```



```
<owl:FunctionalProperty rdf:ID="Motivo">
  <rdfs:domain rdf:resource="#Pratica"/>
  <rdf:type
rdf:resource="http://www.w3.org/2002/07/owl#DatatypeProperty"/>
  <rdfs:range
rdf:resource="http://www.w3.org/2001/XMLSchema#string"/>
</owl:FunctionalProperty>
  <owl:FunctionalProperty rdf:ID="Atividade_Posterior">
  <rdf:type
rdf:resource="http://www.w3.org/2002/07/owl#ObjectProperty"/>
  <rdfs:domain rdf:resource="#TransiÃ§Ã£o"/>
</owl:FunctionalProperty>
  <owl:FunctionalProperty rdf:ID="Qtd_HorasReal">
  <rdf:type
rdf:resource="http://www.w3.org/2002/07/owl#DatatypeProperty"/>
  <rdfs:range
rdf:resource="http://www.w3.org/2001/XMLSchema#string"/>
  <rdfs:domain rdf:resource="#Tarefa"/>
</owl:FunctionalProperty>
  <owl:FunctionalProperty rdf:ID="Responsavel">
  <rdfs:domain rdf:resource="#Projeto"/>
  <rdf:type
rdf:resource="http://www.w3.org/2002/07/owl#DatatypeProperty"/>
  <rdfs:range
rdf:resource="http://www.w3.org/2001/XMLSchema#string"/>
</owl:FunctionalProperty>
  <owl:FunctionalProperty rdf:ID="Qualidade">
  <rdfs:domain>
    <owl:Class>
      <owl:unionOf rdf:parseType="Collection">
        <owl:Class rdf:about="#Software"/>
        <owl:Class rdf:about="#Hardware"/>
      </owl:unionOf>
    </owl:Class>
  </rdfs:domain>
  <rdf:type
rdf:resource="http://www.w3.org/2002/07/owl#DatatypeProperty"/>
  <rdfs:range
rdf:resource="http://www.w3.org/2001/XMLSchema#string"/>
</owl:FunctionalProperty>
  <owl:FunctionalProperty rdf:ID="KO_Slot_27">
  <rdf:type
rdf:resource="http://www.w3.org/2002/07/owl#DatatypeProperty"/>
  <rdfs:range
rdf:resource="http://www.w3.org/2001/XMLSchema#string"/>
</owl:FunctionalProperty>
  <owl:FunctionalProperty rdf:ID="Restricao_ConjuntoDe">
  <rdf:type
rdf:resource="http://www.w3.org/2002/07/owl#ObjectProperty"/>
  <rdfs:domain rdf:resource="#Modelo"/>
</owl:FunctionalProperty>
  <owl:FunctionalProperty rdf:ID="Resultado">
  <rdfs:domain rdf:resource="#Observacao"/>
  <rdf:type
rdf:resource="http://www.w3.org/2002/07/owl#DatatypeProperty"/>
  <rdfs:range
rdf:resource="http://www.w3.org/2001/XMLSchema#string"/>
</owl:FunctionalProperty>
  <owl:FunctionalProperty rdf:ID="MBTI">
  <rdfs:domain rdf:resource="#Perfil"/>
```



```
<rdf:type
rdf:resource="http://www.w3.org/2002/07/owl#DatatypeProperty"/>
  <rdfs:range
rdf:resource="http://www.w3.org/2001/XMLSchema#string"/>
  </owl:FunctionalProperty>
  <owl:FunctionalProperty rdf:ID="Flag_SwLivre">
    <rdfs:domain rdf:resource="#Software"/>
    <rdfs:range
rdf:resource="http://www.w3.org/2001/XMLSchema#string"/>
    <rdf:type
rdf:resource="http://www.w3.org/2002/07/owl#DatatypeProperty"/>
    </owl:FunctionalProperty>
    <owl:FunctionalProperty rdf:ID="Flag_Comprovada">
      <rdf:type
rdf:resource="http://www.w3.org/2002/07/owl#DatatypeProperty"/>
      <rdfs:range
rdf:resource="http://www.w3.org/2001/XMLSchema#string"/>
      <rdfs:domain rdf:resource="#Hipotese"/>
      </owl:FunctionalProperty>
      <owl:FunctionalProperty rdf:ID="Data_Criacao">
        <rdf:type
rdf:resource="http://www.w3.org/2002/07/owl#DatatypeProperty"/>
        <rdfs:range
rdf:resource="http://www.w3.org/2001/XMLSchema#string"/>
        <rdfs:domain>
          <owl:Class>
            <owl:unionOf rdf:parseType="Collection">
              <owl:Class rdf:about="#Elemento"/>
              <owl:Class rdf:about="#Processo"/>
              <owl:Class rdf:about="#Tarefa"/>
            </owl:unionOf>
          </owl:Class>
        </rdfs:domain>
      </owl:FunctionalProperty>
      <owl:FunctionalProperty rdf:ID="Custo">
        <rdfs:domain>
          <owl:Class>
            <owl:unionOf rdf:parseType="Collection">
              <owl:Class rdf:about="#Software"/>
              <owl:Class rdf:about="#Hardware"/>
            </owl:unionOf>
          </owl:Class>
        </rdfs:domain>
        <rdfs:range
rdf:resource="http://www.w3.org/2001/XMLSchema#float"/>
        <rdf:type
rdf:resource="http://www.w3.org/2002/07/owl#DatatypeProperty"/>
        </owl:FunctionalProperty>
        <owl:FunctionalProperty rdf:ID="Causa">
          <rdf:type
rdf:resource="http://www.w3.org/2002/07/owl#DatatypeProperty"/>
          <rdfs:domain rdf:resource="#Problema"/>
          <rdfs:range
rdf:resource="http://www.w3.org/2001/XMLSchema#string"/>
          </owl:FunctionalProperty>
          <owl:FunctionalProperty rdf:ID="Perfil_Manipulador">
            <rdfs:domain rdf:resource="#Manipulador"/>
            <rdf:type
rdf:resource="http://www.w3.org/2002/07/owl#ObjectProperty"/>
            </owl:FunctionalProperty>
            <owl:FunctionalProperty rdf:ID="Probabilidade">
```



```
<rdf:type
rdf:resource="http://www.w3.org/2002/07/owl#DatatypeProperty"/>
<rdfs:range
rdf:resource="http://www.w3.org/2001/XMLSchema#float"/>
<rdfs:domain rdf:resource="#Efeito"/>
</owl:FunctionalProperty>
<owl:FunctionalProperty rdf:ID="Qtd_HorasPrev">
<rdf:type
rdf:resource="http://www.w3.org/2002/07/owl#DatatypeProperty"/>
<rdfs:domain rdf:resource="#Tarefa"/>
<rdfs:range
rdf:resource="http://www.w3.org/2001/XMLSchema#string"/>
</owl:FunctionalProperty>
<owl:FunctionalProperty rdf:ID="Metodo_Usado">
<rdf:type
rdf:resource="http://www.w3.org/2002/07/owl#ObjectProperty"/>
<rdfs:domain rdf:resource="#Tentativa"/>
</owl:FunctionalProperty>
<owl:FunctionalProperty rdf:ID="Executor">
<rdfs:range
rdf:resource="http://www.w3.org/2001/XMLSchema#string"/>
<rdfs:domain rdf:resource="#Tarefa"/>
<rdf:type
rdf:resource="http://www.w3.org/2002/07/owl#DatatypeProperty"/>
</owl:FunctionalProperty>
<owl:FunctionalProperty rdf:ID="KO_Slot_20015">
<rdfs:range
rdf:resource="http://www.w3.org/2001/XMLSchema#string"/>
<rdf:type
rdf:resource="http://www.w3.org/2002/07/owl#DatatypeProperty"/>
</owl:FunctionalProperty>
<owl:FunctionalProperty rdf:ID="KO_Slot_20010">
<rdfs:range
rdf:resource="http://www.w3.org/2001/XMLSchema#string"/>
<rdf:type
rdf:resource="http://www.w3.org/2002/07/owl#DatatypeProperty"/>
</owl:FunctionalProperty>
<owl:FunctionalProperty rdf:ID="Tempo_Uso">
<rdfs:domain rdf:resource="#Hardware"/>
<rdfs:range
rdf:resource="http://www.w3.org/2001/XMLSchema#string"/>
<rdf:type
rdf:resource="http://www.w3.org/2002/07/owl#DatatypeProperty"/>
</owl:FunctionalProperty>
<owl:FunctionalProperty rdf:ID="Atividade_AlteradoPor">
<rdfs:domain rdf:resource="#Valor"/>
<rdf:type
rdf:resource="http://www.w3.org/2002/07/owl#ObjectProperty"/>
</owl:FunctionalProperty>
<owl:FunctionalProperty rdf:ID="Nome">
<rdf:type
rdf:resource="http://www.w3.org/2002/07/owl#DatatypeProperty"/>
<rdfs:domain>
<owl:Class>
<owl:unionOf rdf:parseType="Collection">
<owl:Class rdf:about="#Elemento"/>
<owl:Class rdf:about="#Processo"/>
<owl:Class rdf:about="#Projeto"/>
<owl:Class rdf:about="#Atividade"/>
<owl:Class rdf:about="#Controle"/>
<owl:Class rdf:about="#Manipulador"/>
```



```

    <owl:Class rdf:about="#Propriedade"/>
    <owl:Class rdf:about="#Conceito"/>
    <owl:Class rdf:about="#TransiÃ§Ã£o"/>
    <owl:Class rdf:about="#Tarefa"/>
  </owl:unionOf>
</owl:Class>
</rdfs:domain>
<rdfs:range
rdf:resource="http://www.w3.org/2001/XMLSchema#string"/>
</owl:FunctionalProperty>
  <owl:FunctionalProperty rdf:ID="Comportamento_Obtido">
    <rdfs:range
rdf:resource="http://www.w3.org/2001/XMLSchema#string"/>
    <rdfs:domain rdf:resource="#Comportamento"/>
    <rdf:type
rdf:resource="http://www.w3.org/2002/07/owl#DatatypeProperty"/>
    </owl:FunctionalProperty>
    <rdf:Description rdf:ID="KO_Instance_0">
      <rdf:type>Cls(:INSTANCE-ANNOTATION, FrameID(0:1020 0))</rdf:type>
    </rdf:Description>
  </owl:FunctionalProperty>
</rdf:RDF>

```

```

<!-- Created with Protege (with OWL Plugin 3.3.1, Build 430)
http://protege.stanford.edu -->

```