

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE CAMPINA GRANDE – UFCG
CENTRO DE ENGENHARIA ELÉTRICA E INFORMÁTICA - CEEI
COORDENAÇÃO DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIA DA COMPUTAÇÃO**

**ECoCADe: UM FRAMEWORK CONCEITUAL PARA APOIAR
TOMADAS DE DECISÃO BASEADAS EM EVIDÊNCIAS,
CONTEXTO E CASOS**

Por

Expedito Carlos Lopes

Prof. Dr. Ulrich Schiel
Orientador

Campina Grande, Outubro de 2010.

Expedito Carlos Lopes

**ECoCADe: UM FRAMEWORK CONCEITUAL PARA APOIAR
TOMADAS DE DECISÃO BASEADAS EM EVIDÊNCIAS,
CONTEXTO E CASOS**

Tese apresentada à Coordenação do Curso de Pós-Graduação em Informática da Universidade Federal de Campina Grande, como requisito parcial para obtenção do título de Doutor em Ciência da Computação.

Área de Concentração: Ciência da Computação.

Linha de Pesquisa: Sistemas de Informação e Banco de Dados.

Orientador: Prof. Ulrich Schiel.

Campina Grande, Outubro de 2010.

- L864e Lopes, Expedito Carlos.
 ECoCADe: um *framework* conceitual para apoiar tomadas de decisão baseadas em evidências, contexto e casos / Expedito Carlos Lopes. — Campina Grande, 2010.
 130 f.: il. col.
- Tese (Doutorado em Ciência da Computação) – Universidade Federal de Campina Grande, Centro de Engenharia Elétrica e Informática.
 Referências.
 Orientador: Profº. Drº. Ulrich Schiel.
1. Framework. 2. Decisão – Abordagem Metodológica. 3. Evidências - Prática. 4. Contexto. 5. Casos – Raciocínio. I. Título.
 CDU– 004.03(043)

Para Maria da Conceição Lopes,
minha amada mãe,
In Memoriam
e
Elaine Maria Lopes, Laine,
minha querida irmã.

Agradecimentos

Em primeiro lugar, a Deus, Senhor das coincidências, Ser incompreensível, Senhor de Si sendo “tudo em todos”, que do alto da Sua infinita grandeza dá atenção a um humilde habitante como eu, que vagueia num “pálido ponto azul” do Seu universo. Minha eterna gratidão.

À minha família, principalmente às minhas irmãs Elaine e Eleusa, pelo apoio, abrigo, incentivo, cuidados de saúde, carinho e confiança recebidos.

À Luzenir Aparecida Gaião, pelos momentos de cumplicidade, carinho, zelo e energia positiva vividos em Campina Grande; e também “graças dou pela esperança [compartilhada] que falhou”, como enfatiza um hino cristão.

Em especial, ao meu orientador Prof. Ulrich Schiel, que me conduziu vários anos com paciência, delegando responsabilidades, discordando com elegância e, sobretudo, compartilhando momentos de alegrias com sucessos alcançados e dificuldades ocorridas, sempre com serenidade.

Para as mestras: Terezinha Fróes Burnham, pela atenção pessoal, motivação, estímulo à pesquisa e pela descoberta das *evidências* em minha vida acadêmica; Profa. Ana Carolina Salgado, Carol, sempre receptiva e afável, pelas motivações, perseverança e preciosa oportunidade de produção de artigos juntos, fazendo-me me inserir no *contexto* de minha pesquisa; e Profa. Vaninha Vieira que como “toda menina baiana, tem um santo que Deus dá”, me acolheu com energias positivas e “topando tudo” que era proposto para a produção de artigos científicos.

Aos professores da COPIN pelos ensinamentos ministrados, em particular ao Prof. Marcus Sampaio por seus ricos ensinamentos, dos quais me levaram a acreditar que “com uma inteligência regular, disciplina e organização se pode ir longe”.

Aos membros da banca examinadora, por riquíssimas contribuições que me proporcionaram as condições de continuidade dessa difícil trajetória que é um Curso de Doutorado. Em especial à Profa. Mara Abel pelo material enviado, diretrizes sugeridas e pelas palavras de motivação.

Para Aninha, Secretária da COPIN, sempre prestativa, transbordando confiança e torcendo pela conclusão de nossos trabalhos; e Vera, cuidadosa com o cumprimento de nossas tarefas e pelos momentos receptivos com descontração que jamais esquecerei.

Ao pessoal que administra as cantinas da UFCG: D. Socorro, D. Marlene, Rhavena, Suely, D. Inês e Tibério, pelos momentos para “desanuviar” tensões durante o curso e por atendimentos prestados. Também para Germano pela presteza de seus serviços.

Aos colegas do curso, em caráter especialíssimo para Andrea, que me cativou com sua leal amizade, carinho e atenção durante estes anos, contribuindo também academicamente para com meu projeto de pesquisa. Não posso deixar de mencionar Cecir, Álvaro “Degas”, Ayla e Rodrigo Rebouças, Rute Drebes, Gilson Pereira, Gilson e Elloá do *Iquanta*, Gildarte e Maria José, pelos momentos compartilhados de descontração e que, de alguma forma, deram alguma contribuição em meus trabalhos acadêmicos.

Aos colaboradores de meu projeto com a programação em *Java*: Daniel, Diógenes, Flávio, Diego e Arlindo. Também aos que contribuírem com fornecimento de dados, elucidação de conceitos, discussão e avaliação de resultados: Dr. Alberto Ramos, Dr. Antonio Drebes e Enfermeira Larissa, na área médica; e Profa. Cláudia Pachu, Dr. Flávio (Juiz da Vara de Execuções de Penas Alternativas do Fórum de Recife) e sua equipe de trabalho (em especial a Erick, assessor de gabinete), na área Jurídica.

Aos amigos e amigas: Vital Alves de Carvalho, Rosemary Leandro, seu filho Bruno e suas irmãs Rivane, Rosane e Silvana; por me incentivarem neste projeto e me proporcionarem momentos de felicidades e descontração.

À Profa. Ana Cláudia, Geoffrey e Almir, pelas contribuições no idioma Inglês.

Em especial, D. Rita Brito, mãe de Rosemary e Rivane, que mesmo acamada e em grave enfermidade fez suas preces para realização da minha difícil tarefa de apresentar artigo científico em terras lusitanas. E para D. Ilma, mãe de Andrea, pelo carinho, atenção, e orações para a conclusão deste trabalho.

Para as minhas secretárias: Rose, D. Iolanda e D. Marlene, pelos cuidados com meu *habitat*, com minha saúde e alimentação, em Campina Grande.

Finalmente, para os felinos Tommy e Chali; e as felinas Bebel e Rhavena, sendo esta última deficiente em cadeira de rodas, por me fazerem aprender coisas importantes com o mundo animal e despertar para o mundo dos *Pets*. Minha gratidão à Carla, veterinária, pela atenção aos bichinhos e sua meiguice e carinho para comigo.

E a todos que de uma forma ou de outra, incentivaram-me e participaram desta importante etapa da minha vida. Um grande e fraternal abraço para vocês.

Resumo

No cotidiano de muitos profissionais uma situação comum é estar confrontado com um problema que requer um processo decisório para sua resolução. Porém, nem todo problema é considerado trivial. Quando o problema apresenta dificuldades associadas à ausência de soluções disponíveis ou se exige número de recursos significativos, e conseqüentemente, muito esforço para sua solução ou para diagnosticar as suas causas; ele é considerado complexo. Raciocínio Baseado em Casos (RBC) usa o histórico de casos similares apoiando na resolução de casos complexos, exibindo soluções extraídas de uma Base de Casos, prevendo atividades para retenção de soluções individuais. Entretanto, o RBC pode não servir na solução de um problema complexo quando nenhum caso similar é encontrado na Base de Casos. Por outro lado, a Prática Baseada em Evidências (PBE), representa um processo decisório centrado em justificativas de informações relevantes contendo provas de pesquisas científicas comumente encontradas em *sites* confiáveis. Entretanto, procedimentos da PBE não provêm mecanismos para retenção de conhecimentos estratégicos de soluções individuais, o que poderia facilitar a aprendizagem de tomadores de decisão, preservando evidências utilizadas. Assim, a integração de RBC com PBE contempla mecanismos complementares para apoiar soluções de problemas complexos e não se encontra modelos que incorporem estes paradigmas, independente de domínios que tratam de PBE. Além disso, contexto é um tipo de conhecimento que ajuda a identificar o que é ou não é relevante em uma dada situação. Porém, o uso de contexto na PBE ainda é uma questão em aberto. Esta tese propõe um *framework* conceitual composto de uma arquitetura e de um esquema conceitual para representar a integração de evidências, contexto e casos, independente entre domínios que usam a PBE, servindo de apoio para projetistas de sistemas. Além disso, é especificada uma abordagem metodológica de apoio à decisão para guiar especialistas na resolução de problemas complexos utilizando RBC e PBE, considerando contextos de tomadas de decisão. Para tornar factível esta proposta, duas aplicações do *framework* foram realizadas em diferentes domínios (médico e jurídico criminal). A validação foi feita a partir de um estudo de caso realizado no domínio jurídico criminal, tendo como resultado um protótipo implementado.

Palavras-chave: *Framework* conceitual, processo decisório, prática baseada em evidências, contexto, raciocínio baseado em casos, abordagem metodológica de apoio à decisão.

Abstract

In the routine of many professionals is a common situation being confronted with a problem that triggers a decision process for its resolution. However, not every problem is considered common. When the problem presents difficulties associated with the absence of available solutions, or requires significant number of resources and effort to its solution, or to diagnose its causes, it is considered a complex problem. Case Based Reasoning (CBR) uses the history of similar cases supporting the resolution of complex cases, based on solutions extracted from a Case-Base, providing mechanisms to retain new individual problem-solutions. But, CBR can not support the solution of complex problems when no similar case is found in the Case-Base. On the other hand, Evidence-Based Practice (EBP) represents a decision-making process centered on justifications of relevant information contained scientific research proof found, generally, in reliable sites. But, EBP procedures do not provide mechanisms to retain strategic knowledge from individual solutions, which could facilitate the learning of decision makers, preserving used evidences. However, the integration of CBR with EBP includes important mechanisms to support solutions to complex problems, but we did not find domain-independent models that incorporate these paradigms. Furthermore, Context is a type of knowledge that supports identifying what is or is not relevant in a given situation. However, the use of contextual information in EBP is still an open issue. This thesis proposes a conceptual framework consisting of: architectural elements, and a conceptual scheme to represent the integration of evidence, context and cases domain-independent that use research evidences, oriented to assist system designers. In addition, we specify a decision support methodology to guide experts in solving complex problems using CBR and EBP, considering the contexts of decision making. To investigate the feasibility of the proposal, we developed the design of two applications in different application domains (medical and juridical). The validation was realized with a case study conducted in juridical domain, resulting in a prototype implemented.

Keywords: Conceptual framework, decision making, evidence-based practice, context, case-based reasoning, decision support methodological approach.

Sumário

<i>Capítulo 1 Introdução</i>	<i>1</i>
1.1 Contextualização e Motivação.....	2
1.2 Questões da Pesquisa	6
1.3 Objetivos da Tese.....	7
1.4 Contribuições da Pesquisa.....	8
1.5 Delimitações da Pesquisa.....	9
1.6 Organização do Trabalho.....	10
<i>Capítulo 2 Fundamentação Teórica</i>	<i>11</i>
2.1 Processo Decisório	12
2.2 Prática Baseada em Evidências.....	14
2.3 Contexto.....	17
2.4 Raciocínio Baseado em Casos.....	20
2.4.1 Ciclo Básico de Processamento em RBC	20
2.4.2 Representação de Caso.....	22
2.5 Comentários Sobre Fundamentação Teórica.....	25
<i>Capítulo 3 Trabalhos Correlatos</i>	<i>26</i>
3.1 Trabalhos Correlatos em <i>Frameworks</i> Conceituais.....	27
3.1.1 Frameworks de Apoio à Decisão	27
3.1.2 Frameworks de Apoio à Modelagem Conceitual de Dados.....	30
3.2 Aplicações Computacionais na Medicina Baseada em Evidências.....	34
3.3 Trabalhos Correlatos em Raciocínio Baseado em Casos.....	36
3.4 Discussão sobre os Trabalhos Investigados.....	43
3.5 Comentários Sobre os Trabalhos Correlatos.....	44
<i>Capítulo 4 Um Framework de Apoio à Decisão Baseado em Evidências, Contexto e Casos</i>	<i>45</i>
4.1 Considerações Iniciais	46
4.2 O <i>Framework</i> Proposto – Visão Geral.....	47
4.3 Arquitetura para Aplicações de Apoio à Decisão	48
4.4 Comentários sobre o <i>Framework</i> Proposto.....	52
<i>Capítulo 5 Um Subframework Conceitual para Apoio à Modelagem de Evidências com Contexto e Representação de Casos</i>	<i>54</i>
5.1 Integrando Evidências, Contexto e Casos.....	55
5.2 Usando o <i>Subframework</i> de apoio à Modelagem na Medicina Baseada em Evidências .	59
5.2.1 Modelagem do Cenário da Medicina Baseada em Evidências.....	59
5.2.2 Diagrama de Objetos para o Cenário Apresentado.....	64

5.3 Comentários sobre o <i>Subframework</i> de Apoio à Modelagem	67
Capítulo 6 Abordagem Metodológica Centrada na Integração RBC, PBE e Contexto ..	68
6.1 Visão Geral	69
6.2 Estruturação da Abordagem Metodológica.....	72
6.2.1 Fase um – Entendimento do Problema	72
6.2.2 Fase dois – As alternativas de Solução.....	73
6.2.3 Fase três – Escolher a Melhor Solução	78
6.2.4 Fase quatro – Implementação e Avaliação.....	78
6.3 Comentários sobre a Abordagem Metodológica.....	80
Capítulo 7 Estudo de Caso Aplicado na Justiça Criminal.....	82
7.1 A Justiça Criminal.....	83
7.2 Evidências, Contexto e Casos no Subsistema de Penas Alternativas	84
7.2.1 Funcionalidades e Requisitos.....	84
7.2.2 Aplicando o <i>Framework</i> ECoCADE nas Penalidades Alternativas.....	87
7.2.3 Protótipo Implementado	103
7.2.4 Testes	105
7.3 Comentários acerca do Estudo de Caso	120
Capítulo 8 Conclusões	122
8.1 Contribuições da Tese	123
8.1.1 Arquitetura do <i>Framework</i>	123
8.1.2 <i>Subframework</i> ModECoCa	124
8.1.3 Aspectos Metodológicos de Apoio à Decisão	125
8.1.4 Outras Contribuições	125
8.2 Sugestões para Trabalhos Futuros.....	126
8.3 Considerações Finais	127
Referências.....	129
Apêndice A Revisão Sistemática	135

Lista de Figuras

<i>Figura 2-1 Fases do processo decisório de Simon.....</i>	<i>13</i>
<i>Figura 2-2 Classificação do contexto quanto à relevância em relação ao foco de atenção.....</i>	<i>19</i>
<i>Figura 2.3 – Ciclo básico de processamento em RBC</i>	<i>21</i>
<i>Figura 3-1 Framework de apoio à decisão baseada em evidências e contexto.</i>	<i>28</i>
<i>Figura 3-2 Princípios de decisão e hierarquia de evidências no framework proposto.....</i>	<i>29</i>
<i>Figura 3-3 Estrutura do metamodelo de contexto.</i>	<i>31</i>
<i>Figura 3-4 Elementos conceituais para uma arquitetura em Sistemas Sensíveis ao Contexto.</i>	<i>33</i>
<i>Figura 3-5 Geração de diretrizes baseadas em evidências.....</i>	<i>35</i>
<i>Figura 4-1 Arquitetura para aplicações de apoio à decisão.....</i>	<i>50</i>
<i>Figura 5-1 Subframework de apoio à modelagem de evidências com contexto e representação de casos.....</i>	<i>56</i>
<i>Figure 5-2 Enumeração para auxiliar classes do subframework proposto.</i>	<i>56</i>
<i>Figura 5-3 Cenário para a Medicina Baseada em Evidências, representado em Casos de Uso.....</i>	<i>60</i>
<i>Figura 5-4 Modelagem para a realização do diagnóstico com foco no problema clínico.....</i>	<i>61</i>
<i>Figura 5-5 Modelagem para a procura por evidências.</i>	<i>62</i>
<i>Figura 5-6 Modelagem para intervenção.....</i>	<i>63</i>
<i>Figura 5-7 Estrutura de caso para a MBE.....</i>	<i>64</i>
<i>Figura 5-8 Diagrama de objetos para o caso de uso Realiza diagnóstico.....</i>	<i>65</i>
<i>Figura 5-9 Diagrama de objetos para o caso de uso Procura evidências.</i>	<i>65</i>
<i>Figura 5-10 Diagrama de objetos para o caso de uso Prescreve intervenção.</i>	<i>66</i>
<i>Figura 6-1 Integração PBE com elementos contextuais amparados no ciclo básico de RBC.</i>	<i>70</i>
<i>Figura 6-2 Visão geral do processo decisório baseado em evidências, contexto e casos.....</i>	<i>71</i>
<i>Figura 6-3 Atividades de apoio ao entendimento de problema.....</i>	<i>73</i>
<i>Figura 6-4 Atividades de apoio à busca e filtragem de casos.</i>	<i>74</i>
<i>Figura 6-5 Pesquisa por evidências em sites e busca em BD local.</i>	<i>75</i>
<i>Figura 6-6 Atividades de avaliação das tomadas de decisão.....</i>	<i>79</i>
<i>Figura 7-1 Diagrama de casos de uso do Subsistema de Penas Alternativas da Justiça Criminal.</i>	<i>85</i>
<i>Figura 7-2 Diagrama de classes para tomadas de decisão baseadas em casos.</i>	<i>89</i>
<i>Figura 7-3 Diagrama das classes para tomadas de decisão baseadas em evidências de pesquisa.</i>	<i>92</i>
<i>Figura 7-4 Diagrama de classes para a execução penal e avaliação de resultados.....</i>	<i>95</i>
<i>Figura 7-5 Classes para representar a estrutura de caso jurídico criminal em penas alternativas.</i>	<i>97</i>
<i>Figura 7-6 Arquitetura do Subsistema de Penas Alternativas.</i>	<i>98</i>
<i>Figura 7-7 Diagrama de Componentes do protótipo para o Subsistema de Penas Alternativas.</i>	<i>105</i>
<i>Figura 7-8 Interfaces do módulo Controle: autenticação de usuários, e menu principal.....</i>	<i>107</i>
<i>Figura 7-9 Relação de provas: material, e testemunhal.</i>	<i>108</i>
<i>Figura 7-10 Julgamento do caso “Estela Taques”.</i>	<i>109</i>
<i>Figura 7-11 Dados para pesquisar fatos jurídicos similares.</i>	<i>110</i>
<i>Figura 7-12 Casos recuperados para apoiar julgamento: sem uso de contexto, e usando contexto.</i>	<i>110</i>
<i>Figura 7-13 Sentença de julgamento—caso porte ilegal de arma, furto de veículo e acidente de pedestre....</i>	<i>112</i>
<i>Figura 7-14 Dados para pesquisar perfis de autores similares ao do ofensor.</i>	<i>112</i>
<i>Figura 7-15 Casos recuperados usando informações contextuais visando apoiar designação de atividade e instituição.</i>	<i>113</i>
<i>Figura 7-16 Designação de atividade e instituição – caso porte ilegal de arma com furto de veículo seguido por atropelamento de pedestre.</i>	<i>114</i>
<i>Figura 7-17 Dados para busca por documentos com evidências em bases organizacionais.....</i>	<i>115</i>
<i>Figura 7-18 Documentos com evidências recuperados:sem usar contexto, e usando elementos contextuais.</i>	<i>115</i>
<i>Figura 7-19 Dados para busca por evidências no banco de dados da Springer Verlag.....</i>	<i>116</i>
<i>Figura 7-20 Avalia a melhor evidência encontrada.....</i>	<i>117</i>
<i>Figura 7-21 Avalia a integração da melhor evidência com preferências e necessidades da vítima.....</i>	<i>118</i>
<i>Figura 7-22 Decisão interventiva baseada em evidências.</i>	<i>118</i>
<i>Figura 7-23 Avaliação e aprendizagem na prática baseada em evidências jurídicas criminais.</i>	<i>119</i>
<i>Figura A1 – Hierarquia de evidências de acordo com diferentes tipos de estudos (Oliveira et al., 2007)....</i>	<i>135</i>
<i>Figura A2 – Fluxo para geração de revisão sistemática/meta análise</i>	<i>136</i>

Lista de Tabelas

<i>Tabela 3-1 Métricas de similaridade para características não numéricas.....</i>	<i>38</i>
<i>Tabela 3.2 Análise comparativa de trabalhos correlatos.....</i>	<i>43</i>
<i>Tabela 7-1 Focos identificados correspondentes aos casos de uso.....</i>	<i>88</i>
<i>Tabela 7-2 Cálculo de similaridade co-seno para o atributo habilidades.....</i>	<i>113</i>
<i>Tabela A1 Sumário de uma meta análise na área de saúde.....</i>	<i>137</i>
<i>Tabela A2 Sumário de uma revisão sistemática em engenharia de software.....</i>	<i>138</i>

Lista de Abreviaturas

DW – Data Warehouse

CBT – Código Brasileiro de Trânsito

CP – Código Penal

ECoCADe – *Framework* baseado em Evidências, Contexto e Casos para apoio à Decisão

HIV - Human Immunodeficiency Virus

JAMA – Journal of the American Medical Association

JEC – Juizado Especial Criminal

KPC - Klebsiella Pneumoniae Carbapenemase

MBE – Medicina Baseada em Evidências

ModECoCa – *Framework* de apoio à Modelagem de Evidências e Contexto,
e representação de Casos

OLAP – On Line Analytical Process

PBE – Prática Baseada em Evidências

PICO – Problem, Intervention, Comparison of interventions and Outcome

PSA – Prostatic Specific Antigen

RBC – Raciocínio Baseado em Casos

SBC – Sistema Baseado em Conhecimento

SIG – Sistema de Informação Gerencial

TJPE – Tribunal de Justiça do Estado de Pernambuco

VCC – Vara de Crime Comum

VEP – Vara de Execuções Penais

Capítulo 1

Introdução

Este capítulo introdutório aborda a contextualização e as motivações que levaram à realização deste trabalho. Apresentam-se também objetivos, contribuições e delimitações do objeto de estudo de nossa pesquisa. Ao final, se descreve como está organizada, em capítulos, esta tese.

1.1 Contextualização e Motivação

No cotidiano de muitos profissionais uma situação comum é estar confrontado com um problema que requer um processo decisório para sua resolução. Este processo contempla fases com atividades que envolvem desde a identificação e diagnóstico do problema até a aplicação de sua solução e avaliação de decisões tomadas, passando pela busca e análise de alternativas (Simon, 1960; Carvalho, 2008).

Porém, nem todo problema é considerado trivial. De acordo com Loriggio (2002), quando o problema apresenta dificuldades associadas à ausência de soluções disponíveis ou se exige significativo número de recursos (dinheiro, pessoas envolvidas, tempo gasto, informações acerca de elementos presentes no ambiente, etc.), e conseqüentemente, muito esforço para sua solução ou para diagnosticar as suas causas; considera-se um problema complexo. Nestas situações, a busca de informações e conhecimentos além do ambiente organizacional torna-se muitas vezes necessária. Com o avanço da *Internet*, tomadores de decisão têm efetivamente buscado apoio em informações documentais de *sites* disponíveis para auxiliar na solução de problemas presentes em suas organizações.

Desta forma, quando se necessita processar informações para realizar tarefas que devem ser executadas para atender um problema complexo, surgem os desafios: Como prover aos tomadores de decisão as informações corretas, inclusive de *sites* confiáveis, e necessárias para resolução de suas atividades? Como integrar informações de apoio à decisão encontradas fora do ambiente organizacional com as bases de informações e conhecimentos locais? Como estabelecer um processo decisório que envolva mais especificidade de suas atividades, incluindo-se a busca por informações e conhecimento dentro e fora do ambiente organizacional?

A dinâmica e crescimento de informações, quer no ambiente organizacional quer fora dele (na *Internet*, p.ex.), e as características de problemas complexos, impõem que desenvolvedores de sistemas computacionais busquem por soluções que tornem as aplicações mais atraentes e pró-ativas para seus usuários. Estes requisitos podem ser satisfeitos ao prover informações e conhecimentos aos tomadores de decisão, amparadas por um arcabouço que integre modelos consolidados e que sejam adaptado para atender a um processo decisório estabelecido.

Um importante modelo de inteligência artificial – Raciocínio Baseado em Casos (RBC) - usa o histórico de casos similares para apoio à tomada de decisão, ajudando na resolução de problemas quando da exibição de soluções extraídas de Base de Casos (Pal e Shiu, 2004; Carvalho, 2008). RBC apóia a resolução de problemas complexos. Como exemplo, “Sequestro relâmpago é um crime que possui natureza complexa, por resultar da fusão de mais de um tipo de delito: seqüestro ou cárcere privado (art. 148), roubo (art. 157) extorsão (art. 158) e extorsão mediante seqüestro (art. 159)”¹. Uma busca em uma Base de Casos de uma organização jurídica, ocasionada pela tentativa de resolução de um novo problema desta modalidade, pode resultar na exibição de um *ranking* de vários casos, tendo em cada caso diversos recursos de informação, tais como a sentença proferida, os delitos praticados e a correspondente legislação aplicada (artigo ou combinação de artigos) para serem analisados. A solução do novo caso, bem como os procedimentos estratégicos para a mesma, deve constituir uma base para apoiar soluções futuras e servir de aprendizagem para diversos usuários.

Entretanto, RBC pode não ser suficiente quando nenhum caso similar é encontrado na Base de Casos de uma organização. Por exemplo, o resultado da procura de prescrições de tratamentos (soluções) para um pioneiro problema clínico de um paciente manifestado com a presença da recente superbactéria *Klebsiella Pneumoniae Carbapenemase* (KPC)², atendido em uma instituição hospitalar. Além disso, possíveis casos recuperados em RBC podem apresentar soluções parciais e não serem suficientes para auxiliar na solução de problema complexo.

Por outro lado, a Prática Baseada em Evidências (PBE), usualmente empregada em Medicina com foco principal em prover aconselhamento efetivo para ajudar pacientes com doenças crônicas ou terminais, envolve tomada de decisão complexa e conscienciosa baseada na melhor evidência³ comumente encontrada em *sites* confiáveis (Friendland et al., 1998; Sackett et al., 2001). Um exemplo clássico é o caso de uma mulher grávida infectada pelo vírus *Human Immunodeficiency Virus* (HIV) que necessita de tratamento,

¹ Ver <http://joseluizalmeida.com/2009/08/12/sequestro-relmpago-passa-a-ser-crime/>

² Ver artigo em <http://www.webartigos.com/articles/49977/1/Artigo-A-superbacteria-KPC---Klebsiella-Pneumoniae-Carbapenemase/pagina1.html>

³ Evidência em PBE, também chamada de “evidência de pesquisa”, corresponde a um tipo superior de prova de investigação científica publicada (Sackett et al., 2001). Este é o conceito de *evidência* aplicado neste trabalho.

considerando o risco de transmissão do vírus para o feto⁴. Após investigação em documentos com evidências em alguns *sites* confiáveis da área médica (PubMed, *National Library of Medicine Gateway* e *Cochrane Collaboration*)⁵, a melhor evidência é então selecionada contendo o seguinte teor: “Sem tomar o anti-retroviral *zidovudine* existe 74% de chance de não transmissão do HIV para o bebê, mas o risco pode ser reduzido para 8% caso a paciente faça uso do anti-retroviral” (Connor et al., 1994). A evidência é discutida com a gestante e indicada para tratamento.

Entretanto, procedimentos da PBE não provêm mecanismos para retenção de informações e conhecimentos estratégicos de soluções individuais, o que poderia facilitar a aprendizagem de diferentes tomadores de decisão, no futuro, e preservar evidências usadas, pois estas podem ser modificadas ou removidas de *sites* posteriormente.

Uma vez que evidências e casos similares são importantes para tomadas de decisão, a integração de técnicas de RBC com procedimentos da PBE contempla mecanismos importantes para soluções de problemas complexos. A integração proposta está baseada nas características complementares das abordagens acima e devido à dificuldade de encontrar modelos que incorporem estes paradigmas. Conseqüentemente, trata-se de um desafio combinar aspectos metodológicos dos dois paradigmas, mantendo coesão, e visando alcançar novos objetivos.

Além disso, de acordo com Dobrow et al. (2004), os procedimentos da PBE representam um processo decisório baseado em evidências de pesquisa centralizado em justificativas de informações relevantes. Contexto é um conhecimento que apóia a capacidade de definir o que é ou não é relevante em uma determinada situação (Vieira, 2008). A aplicação de evidência de pesquisa para um determinado paciente, por exemplo, detém informações contextuais importantes nos procedimentos da PBE e inclui análise comparativa entre diferentes contextos: o da geração da evidência e o do paciente. Assim, “os dois componentes fundamentais de uma decisão baseada em evidências são evidência e contexto” (Dobrow et al., 2004). Porém, do ponto de vista computacional, a integração de evidência de pesquisa e contexto é ainda uma questão em aberto e relevante. De fato, a

⁴ Ver em www.ceargs.org.br/port/aulas/novas/colaboracao_cochrane.ppt

⁵ Ver respectivos endereços <http://gateway.nlm.nih.gov/gw/Cmd> ; <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/sites/entrez> e <http://www.cochrane.org/>

recuperação de evidências com informações contextuais pode facilitar o reuso de justificativas de tomadas de decisão baseadas em evidências envolvendo problemas com situações similares.

No que tange à expectativa da resolução de problemas complexos usando histórico de uma Base de Casos organizacional, tomadores de decisão podem se deparar com casos de pouco interesse, forçando-os a refinar sua pesquisa com várias interações até que se obtenha a informação desejada. Sistemas que utilizam contexto aplicam-no para filtrar e compartilhar as informações mais úteis, para que estas informações possam satisfazer as necessidades dos usuários, transformando-o em um mecanismo significativo para otimizar desempenho e reduzir resultados de buscas, evitando interações explícitas de usuários com a aplicação (Bunningen, 2004; Vieira, 2008).

Numa perspectiva de desenvolvimento de aplicações, constata-se que o paradigma da PBE tem se expandido para diversas áreas⁶, mas encontram-se somente modelos conceituais para PBE que são proprietários e que consideram apenas os requisitos de seus aplicativos, definindo elementos específicos para serem usados nas suas aplicações. Ou seja, não há modelos conceituais que abstraíam especificidades da PBE para serem reutilizados e instanciados em diferentes aplicações, inclusive preservando portabilidade entre domínios; e tampouco se encontram modelos com a integração de evidências de pesquisa com informações contextuais, nesta perspectiva.

Poucos trabalhos envolvendo contexto (Henricksen e Indulska, 2006) combinam uma arquitetura expansível com um modelo independente de domínio (ou por assim dizer, um *metamodelo*). Outros trabalhos foram mais além ao integrar o modelo de contexto construído com o modelo conceitual da aplicação, permitindo que projetistas e desenvolvedores de sistemas distingam informações contextuais a partir de modelos de aplicativos existentes (Vieira, 2008). Entretanto, aspectos metodológicos que envolvem processo de tomadas de decisão amparado por sistemas confeccionados considerando contexto não estavam no escopo dos trabalhos de seus autores.

Concluindo, importa também mencionar que um dos fatores motivacionais desta tese se deu a partir de um caso real de saúde pública, aparentemente simples, porém de

⁶ Além da Medicina, PBE é presente em outras áreas tais como: Prevenção da Criminalidade (Warren, 2007), Educação (Thomas e Pring, 2007), Ciência da Computação (Jorgensen et al. 2004), Serviço Social (Satterfield et al. 2009) e áreas de saúde em geral (Fisioterapia, Psicoterapia, Veterinária, etc.).

forte repercussão na imprensa baiana e nacional. Em meados de 2007, um músico veio a falecer, de forma fulminante, por infecção generalizada em um conceituado hospital de Salvador. Inicialmente, sua morte foi associada a uma possível alimentação de “ostras contaminadas.” Na autópsia, se constatou a presença da bactéria *Neisseria meningitidis*. Conforme Castiñeira et al. (2004), “Ela [a bactéria] pode causar inflamação nas membranas que revestem o sistema nervoso central e infecção generalizada (*meningococemia*)... Em menos de 1% dos indivíduos infectados, a bactéria consegue penetrar na mucosa respiratória e atingir a corrente sanguínea... Os fatores que determinam o aparecimento da doença invasiva ainda não são totalmente esclarecidos. A bactéria manifesta sintomas graves, tal qual a presença de placas ao longo do corpo, podendo conduzir ao óbito em menos de 24 horas”.

Obviamente, tratou-se de um caso pioneiro para aquele hospital, uma vez que não foram encontradas situações similares em sua base de casos clínicos. Nestas situações, as tomadas de decisões requerem procedimentos que devem ir além da prática médica convencional e em busca urgente de conhecimento, às vezes fora do ambiente organizacional, apoiadas por ferramentas inteligentes.

1.2 Questões da Pesquisa

Com base no que foi exposto, pode-se agora formular questões centrais desta tese, aplicada para diferentes domínios:

- *É possível apoiar a modelagem de evidências com contexto para reusar conhecimento previamente modelado em aplicações?*
- *É possível representar e manipular casos justificados por evidências com informações contextuais na resolução de problemas complexos?*
- *É possível estabelecer aspectos metodológicos envolvendo atividades de RBC e procedimentos de PBE considerando o contexto de um processo decisório?*

1.3 Objetivos da Tese

O objetivo é especificar um *framework* conceitual, denominado ECoCADE (*Evidências, Contexto e Casos para Apoiar Decisão*), para apoiar a modelagem de evidências com contexto, a representação de casos justificados por evidências contextuais, e tomadas de decisão baseadas em casos e/ou evidências, considerando contexto, para domínios que tratam da PBE. O *framework* proposto envolve aspectos de natureza arquitetural e conceitual, quer num modelo de representação de casos quer num esquema conceitual, além de propiciar uma abordagem metodológica que serve de guia para apoiar tomadas de decisão.

Para atingir o objetivo geral desta tese, foram projetados os seguintes objetivos específicos:

1. Representar informações relativas aos procedimentos de PBE em um esquema conceitual para domínios que tratam evidências de pesquisa (representa PBE);
2. Estender o item anterior para representar evidências e contexto em um modelo conceitual para domínios de PBE (integra evidências com contexto);
3. Confeccionar uma estrutura de casos com justificativas de soluções baseadas em evidências a partir de um esquema conceitual para domínios de PBE (integra casos com evidências),
4. Aplicar elementos contextuais como mecanismo de filtragem em Base de Casos (integra casos com contexto);
5. Integrar evidências, contexto e casos, consolidados em um *framework* conceitual, e aplicá-lo a dois domínios (evidências, contexto e casos em um *framework*);
6. Representar as atividades de RBC dentro do processo decisório de Simon aplicado a um domínio específico (abordagem metodológica envolvendo atividades de RBC);
7. Adaptar o ciclo básico de RBC para contemplar procedimentos de PBE considerando contexto (integra RBC, PBE e contexto)

8. Representar o resultado do item anterior em uma abordagem metodológica, considerando um processo decisório existente (abordagem metodológica envolvendo RBC, PBE e contexto);
9. Realizar um estudo de caso, utilizando o *framework* proposto e a abordagem metodológica especificada no item anterior, em um domínio específico.

Desta forma, este trabalho inspeciona aspectos relativos aos conceitos de casos, evidências e contexto nas perspectivas de modelagem conceitual para Sistemas de Informações Gerenciais (SIG) e de representação de casos para Sistemas Baseados em Conhecimento (SBC). A pesquisa tem como alvo ofertar artefatos que sirvam de apoio a Projetistas de Sistemas e Engenheiros de Conhecimento, bem como especialistas de domínios que atuam com PBE e/ou buscam resolução de problemas complexos.

1.4 Contribuições da Pesquisa

As principais contribuições desta pesquisa são:

- Especificação de uma arquitetura independente de domínio, descrevendo elementos arquiteturais de um sistema híbrido envolvendo um SIG centrado em evidências e contexto, e um SBC para tratamento de casos;
- Especificação de um esquema conceitual que formalize conceitos sobre evidências e contexto, e que sirva de orientação para modelagem de dados de aplicações em domínios de PBE;
- Uma representação de casos justificados por evidências, considerando contexto, com conseqüente adaptação do ciclo básico de RBC para tratar esta integração; e
- Uma abordagem metodológica para apoiar tomadas de decisão centrada em técnicas de RBC e procedimentos da PBE, considerando contexto.

Com vistas a estudar a aplicabilidade da proposta e portabilidade de ECoCADE, desenvolvemos duas aplicações para domínios diferentes, uma no domínio médico e outra no domínio jurídico. Para o domínio jurídico, um protótipo foi implementado.

Considerando os domínios da PBE, este trabalho apresenta originalidades nas propostas de:

- Representar informações relativas aos procedimentos da PBE em um esquema conceitual;
- Representar e tratar casos justificados por evidências;
- Representar evidências com contexto em um esquema conceitual;
- Representar e tratar casos justificados por evidências, considerando contexto;
- Apresentar uma abordagem metodológica para apoiar decisões baseadas em evidências, contexto e casos.

1.5 Delimitações da Pesquisa

Este trabalho não contempla as possíveis tomadas de decisão com auxílio de informações de *sites* que não sejam previamente determinados por especialistas dos domínios que tratam de PBE (Medicina e Saúde em geral, Educação, Serviço Social e Engenharia de Software). Esta delimitação visa proporcionar maior confiabilidade e segurança das informações tratadas.

A extração de evidências de pesquisa a partir de documentos não-estruturados encontrados em *sites* deverá ser feita manualmente pelo tomador de decisão. Técnicas automatizadas ou semi-automatizadas para extração de informações de documentos com evidências de pesquisa são sugeridas para trabalhos futuros.

Para finalizar, a determinação da complexidade de um problema não se dá na perspectiva de uma complexidade computacional, mas sim da perspectiva do tomador de decisão que deve ir além de sua experiência profissional e considerar a pesquisa por recursos necessários para entender e solucionar o problema apresentado.

1.6 Organização do Trabalho

Este trabalho está organizado em capítulos agrupados da seguinte forma: Capítulos 2 e 3 representam conceitos e trabalhos correlatos aos temas da pesquisa; os três capítulos seguintes tratam de contribuições, sendo que os capítulos 4 e 5 dizem respeito à especificação do *framework* ECoCAdE e o Capítulo 6 apresenta aspectos metodológicos de apoio à decisão; Capítulo 7 diz respeito a avaliações; e Capítulo 8 relata conclusões e indicações de trabalhos futuros.

A seguir, mais detalhes de cada capítulo.

No Capítulo 2, são abordados os temas: processo decisório, prática baseada em evidências, contexto e raciocínio baseado em casos.

No Capítulo 3, é apresentado o estado-da-arte sobre *frameworks* conceituais, e explorados trabalhos correlatos acerca dos temas apresentados no capítulo anterior.

O Capítulo 4 apresenta uma visão geral do *framework* proposto nesta tese. Os principais elementos são discutidos e a arquitetura do *framework* é descrita.

O Capítulo 5 diz respeito ao esquema conceitual que serve de apoio à modelagem conceitual de dados para domínios de PBE, e representação de casos independente de domínio.

No Capítulo 6, é apresentada uma abordagem metodológica com diretrizes para apoiar tomadas de decisão de especialistas dos domínios pesquisados.

O Capítulo 7 corresponde a um estudo de caso utilizando o *framework* e a abordagem metodológica propostos.

No Capítulo 8, é resumido o trabalho realizado e discutidas as principais contribuições, além de apresentar sugestões para trabalhos futuros.

Um apêndice descreve conceitos de revisão sistemática com apresentação de exemplos em saúde e engenharia de *software*.

Capítulo 2

Fundamentação Teórica

No atual capítulo, são descritos conceitos importantes que são utilizados ao longo desta tese. Eles foram selecionados e agrupados em quatro seções: 2.1 Processo Decisório; 2.2 Prática Baseada em Evidências; 2.3 Contexto; e 2.4 Raciocínio Baseado em Casos. Uma última seção trata de comentários acerca da fundamentação teórica.

Na primeira seção, será detalhado o *processo decisório* proposto por Simon (1960) e as fases que o compõe.

Conceitos de *evidência* e detalhes dos procedimentos (passos) que envolvem a PBE são destaques na seção 2.2.

Os principais conceitos relativos a *contexto*, os quais serão aproveitados neste trabalho, são abordados na seção seguinte.

Sobre *RBC*, a estrutura clássica de caso, o ciclo básico de seu processamento e funções de similaridades são os elementos mais importantes para serem tratados na Seção 2.4.

2.1 Processo Decisório

Independente do nível hierárquico de uma organização, seus gerentes têm como função comum e papel mais desafiante a tomada de decisão (Montana e Charnov, 2000; Laudon e Laudon, 2004).

Decisões são tomadas com respeito a um problema, uma necessidade ou um objetivo (Laudon e Laudon, 2004). Problemas, de maneira geral, possuem diferentes níveis de complexidade dependendo do esforço despendido para sua resolução (utilizando recursos tais como dinheiro, número de pessoas, tempo gasto) ou pela dificuldade associada à ausência de soluções disponíveis (Loriggio, 2002).

Conforme Montana e Charnov (2000), um problema de natureza complexa está relacionado a uma situação onde as [possíveis] soluções não resolvem apenas o problema, mas geram impactos na organização. Sendo assim, elas devem ser mensuradas visando se obter a melhor forma de resolver o problema específico, trazendo resultados de forma intencional.

Neste contexto, uma boa maneira de se usar habilidades gerenciais na tomada de decisões é utilizando-se de estudos de caso. Estas habilidades são executadas usando situações analógica para avaliação da escolha decisória. “O estudo de caso é o relato de um problema e do modo como ele foi resolvido. Um bom estudo de caso não pretende ensinar uma única solução ... O maior benefício obtido de um estudo de caso é aprender como a decisão foi tomada e a solução selecionada” (Montana e Charnov, 2000). Em outras palavras, o aspecto pedagógico encontrado em casos, não se limita a ensinar com base apenas na solução escolhida, mas esboçar diversas alternativas de solução e descrever como foi tomada a decisão. Uma particular e importante observação feita por Carvalho (1999), no que diz respeito a equívocos nas decisões baseadas em casos, é de que é dada forte ênfase na descoberta de resposta certa (solução) e não a uma pergunta certa (questões do problema).

É comum que gerentes procurem princípios e soluções utilizados que sejam aplicados a um problema atual. Porém, importa também ter em mente que soluções anteriores e metodologias de resolução de problemas de seu conhecimento podem não ser aplicáveis para um problema contemporâneo (Montana e Charnov, 2000). De uma forma geral, os autores apontam o uso do bom senso, a capacidade de avaliação e a perspicácia,

principalmente na definição do problema, como elementos importantes neste tipo de tomada de decisão. Julgamentos especiais e técnicas heurísticas, principalmente em programas de computador, são muito usados nestas situações (Carvalho, 1999).

Tomar decisão consiste em atuar com diferentes atividades que fazem parte de um processo. As decisões envolvem uma seqüência de passos que guiam ações até atingir seu propósito final. A trajetória realizada por passos é chamada de *processo de tomadas de decisão* ou *processo decisório*. Simon (1960) afirma que o processo decisório detém quatro fases.

A ilustração a seguir apresenta o processo decisório de Simon.

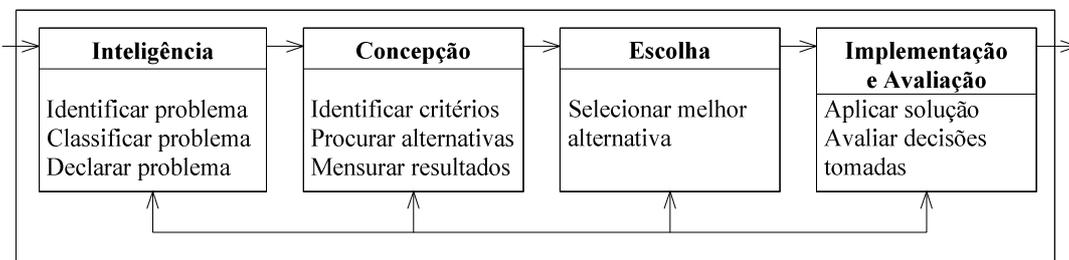


Figura 2-1 Fases do processo decisório de Simon (Adaptação de Simon, 1960).

A primeira fase tem como objetivo identificar e entender os problemas que aparecem na organização. Ela é denominada *Inteligência*. A realidade é examinada, o problema é identificado, e procura-se saber o “por que”, onde o mesmo reside, qual seu efeito, qual sua classificação (grau de complexidade, p.ex.) e formaliza-se uma declaração.

Na segunda fase, chamada de *Concepção*, os tomadores de decisão devem buscar possíveis soluções ao problema enfrentado seguindo um modelo de representação. Assim, um leque de alternativas de soluções é produzido, a partir de critérios escolhidos, e são mensurados possíveis resultados.

Em prosseguimento, a fase *Escolha* consiste em determinar uma das alternativas ofertadas na fase anterior. Na realidade, é possível haver uma solução encontrando também uma combinação de alternativas.

A aplicação da solução adotada é realizada na fase *Implementação e Avaliação*. O *feedback* gerado é importante para avaliação da aplicação da solução. Aplicações bem sucedidas resultam em solucionar o problema real (Montana e Charnov, 2000). Ao final, uma avaliação (revisão) das tomadas de decisão é realizada.

Situações de falhas também podem conduzir ao retorno de fases anteriores do processo, ou seja, as fases apresentadas não seguem necessariamente um caminho linear. Em um ponto qualquer das fases acima é possível que surja a necessidade de se voltar a uma fase anterior, fazendo com que o processo de decisão seja visto em um ciclo (Turban et al., 2006).

2.2 Prática Baseada em Evidências

De acordo com Thomas e Pring (2007), informações rotuladas como evidências são aquelas cuja coleta teve preocupação com relação a sua procedência, credibilidade e coerência com fatos ou com outras evidências, pois poderão ser aceitas publicamente, caso se acreditem serem verdadeiras ou tenham probabilidade razoável de sê-la (Thomas e Pring, 2007). Em relação à credibilidade, os autores categorizam evidência da seguinte forma:

1. Baseadas na prática de profissionais reconhecidos pela profissão em questão e desempenhadas segundo critérios esperados por especialistas importantes dentro da mesma profissão, tal como exames clínicos;
2. Obtida através de processo que envolve procedimentos científicos com um histórico comprovado na produção de resultados válidos e confiáveis, por exemplo, uma coleta realizada por biomédico;
3. Baseada em pesquisa publicada, desde que satisfaça a revisões críticas da área.

“Evidências” em PBE diz respeito à terceira categoria tendo a revisão sistemática e a meta-análise em seu mais alto nível de provas. Estas pesquisas publicadas estão disponíveis em bases de dados confiáveis, geralmente encontrados em *sites* na Internet⁷, realizadas por grupos de investigação independentes (Sackett et al., 2001).

Para esclarecer melhor, uma revisão sistemática é uma revisão que apresenta uma pesquisa minuciosa e avaliação crítica sobre estudos primários (estudo de caso, coorte, séries de casos, etc), com base em evidências de pesquisas relacionadas a um tema específico. Ela contém a análise dos resultados qualitativos realizados em locais distintos e em tempos diferentes. Meta-análise é uma revisão sistemática com características

⁷ É possível adquirir CDs de documentos com evidências científicas, entretanto estas sofrem o risco de desatualização.

qualitativa e quantitativa (Friedland et al., 1998). Para uma melhor compreensão sobre revisão sistemática encontra-se no Anexo A um resumo de apoio, com exemplos.

A Prática Baseada em Evidências, originada a Medicina em 1992, através do artigo intitulado “*Evidence-based Medicine*”. O artigo foi publicado no *Journal of the American Medical Association (JAMA)*, por parte do *Evidence-Based Medicine Working Group* da Universidade McMaster, em Ontário, onde o grupo trabalhou por cerca de 20 anos com aprendizagem baseada em problemas que suscitavam necessidades de provas científicas.

O foco principal para a área médica é fornecer aconselhamento efetivo para ajudar pacientes com doenças crônicas ou terminais para tomar decisão a fim de curar doenças, prolongar ou melhorar a qualidade de sua vida (Friendland et al, 1998). O que é objectivamente investigado é “a integração da melhor evidência de pesquisa encontrada, habilidades clínicas e as preferências do paciente, considerando seus riscos individuais e os benefícios das intervenções propostas” (Sackett et al., 2001).

Na prevenção da criminalidade, a PBE envolve a prática de correlações que tenha sido comprovada, através de pesquisas científicas, na redução da reincidência de ofensores criminosos. Devem ser considerados princípios de risco e de necessidades do ofensor, além da motivação, e princípios de tratamento e de responsabilidade (Warren, 2007)⁸.

O foco para a área educacional é melhorar a qualidade de pesquisa e avaliação sobre os programas e práticas educacionais e, conseqüentemente, a difusão da informação no campo *da pesquisa educacional*, para ser usado por profissionais ou criadores de políticas de educação (Thomas e Pring, 2007).

Em Engenharia de Software, a abordagem baseada em evidências pode ser discutida sob o ponto de vista dos atores: (i) Organização desenvolvedora de *software* – na pesquisa e desenvolvimento de tecnologias para aumentar qualidade de produtos, diminuir custos (aumentando lucros) e garantir vantagem competitiva; (ii) Engenheiro de *software* – em tecnologias que facilite trabalho e aumente produtividade; (iii) Pesquisador – requisitando experiência para direcionamento de tópicos de pesquisa para a indústria ou grupos interessados; e (iv) Usuário de *software* – em produtos de qualidade para suas

⁸ No Brasil, o modelo que detém características semelhantes é a aplicação de penas alternativas, onde se aplica programas estabelecidos para reinserção, re-socialização e re-educação de ofensores, visando impactar na diminuição de um importante indicador de problemas sociais do país: o índice de reincidência criminal.

necessidades a um custo razoável de aquisição e operação (Mafra e Travassos, 2006). Usuários e Engenheiros de *software* são os principais atores.

Assim sendo, a PBE permite caracterizar uma determinada tecnologia em uso determinando níveis razoáveis de segurança e funcionalidade (o que funciona e o que não funciona) sob certas circunstâncias. Desta forma, evidências provenientes de pesquisas podem ser integradas com experiências práticas e valores humanos no processo decisório considerando o desenvolvimento e manutenção de *software* (Kitchenham, Dybã e Jørgensen, 2005);

De uma forma geral, Prática Baseada em Evidências envolve tomada de decisão complexa, com base nos elementos: (i) evidências de pesquisas disponíveis; (ii) habilidades profissionais, e (iii) características do ator do problema (paciente, réu, estudante, usuário de *software*, p.ex.), situações envolvidas e suas preferências⁹.

Generalizamos os passos da PBE como segue:

1. Transformar a necessidade de informação em uma questão que pode ser respondida;
2. Encontrar a melhor evidência para responder a questão;
3. Analisar criticamente a evidência para responder:
 - a. Ela é válida (metodologia adequada e resultados próximos da verdade)?
 - b. Ela é relevante (dimensão e importância dos efeitos observados)?
 - c. Ela pode ajudar (aplicável na prática profissional)?
4. Integrar a análise crítica com experiência profissional, os valores e aspectos culturais do ator do problema, respondendo:
 - a. Quanto a evidência pode ajudar o ator do problema em particular (expectativa de intervenção sugerida)?

⁹ Estes elementos visam suprir: (1) as necessidades diárias de informações com validade sobre tipos de questões de pesquisa (diagnóstico, terapia, desordens, pesquisa-ação, etc.); (2) a inadequação de fontes tradicionais de informação, podendo estar desatualizadas (livros didáticos, p.ex.), equivocadas (i.e., opinião de especialistas), muito volumosas e com muitas variáveis para o uso prático (revistas médicas, p.ex.); (3) a disparidade entre habilidades e juízo profissional, e também entre conhecimento e desempenho atualizado; e (4) a incapacidade de disponibilizar considerado tempo ao problema para encontrar e assimilar evidências ou mesmo para leitura geral e estudo.

- b. Ela é adaptável aos objetivos e preferências do ator do problema (similaridade entre amostra da pesquisa e perfil do ator)?
 - c. Quanto em segurança pode ser esperado (resultado do teste apresentado através da pesquisa)?
5. Avaliar a eficiência e eficácia dos resultados de cada passo visando melhorias futuras.

No passo 1, a questão é geralmente formulada com componentes chamados PICO: *Problema* (e/ou ator), *Intervenção*, *Comparação de intervenções* e *resultados (Outcome)* (Sackett et al., 2001). No passo 2, a identificação da melhor evidência é realizada considerando, principalmente, o tipo de estudo, provedor da fonte de informação, fontes de dados considerados no estudo, tipos de intervenção apresentadas, resultados, referências e amostra. Nas etapas 3 e 4, as questões foram adaptadas de Heneghan e Badenoch (2006) e as respectivas respostas são relativas ao contexto de tomadas de decisão.

2.3 Contexto

De acordo com Vieira et al. (2009), “Sistemas que exijam demasiada intervenção do usuário para identificar informações e serviços relevantes tendem a perder espaço para aqueles que sejam capazes de identificar o usuário e seu contexto atual e, a partir dessas informações, oferecer serviços mais adaptados as suas necessidades e intenções.” E uma das vantagens ao identificar usuários e seu contexto é de diminuir a necessidade do usuário interagir explicitamente com aplicações para obter o que deseja. A especialidade “crimes contra a mulher”, quando da comparação do perfil de um juiz de novo caso com perfis de juízes de casos anteriores, é um exemplo de parâmetro de filtragem em uma base de conhecimentos no domínio jurídico penal.

Porém, são encontradas várias definições sobre contexto e ainda não há consenso entre pesquisadores. Uma definição clássica e bastante referenciada é proposta em Dey e Abowd (2001) onde contexto é “qualquer informação que caracteriza a situação de uma entidade, onde uma entidade é uma pessoa, lugar ou objeto considerado relevante para a interação entre um usuário e uma aplicação”.

Entretanto, contexto também pode ser visto como um conjunto de condições e influências relevantes que tornam uma situação única e compreensível (Brézillon, 1999). Mas, pesquisadores concordam em dois aspectos: (1) o contexto é relativo a tudo que cerca “algo relevante” (uma “coisa”, uma situação, uma atividade, uma idéia, porém não a “coisa” em si); (2) o contexto compreende um conjunto de elementos inter-relacionados que mantém um relacionamento coerente, onde tal relacionamento traz um significado específico para esse “algo relevante” (Alarcón et al., 2005).

Conforme Vieira (2008), contexto existe apenas quando associado a alguma outra entidade (e.g. tarefa, agente ou interação). Assim, um contexto é um conjunto de itens de informação (e.g. conceitos, regras e proposições) associado a uma entidade; e um item é considerado como parte de um contexto apenas se ele for útil para dar suporte à resolução de um determinado problema. Este item corresponde a um *elemento contextual*. A autora faz distinção entre *contexto* e *elemento de contexto*, descritos da seguinte forma:

Elemento de contexto é qualquer dado, informação ou conhecimento que permite caracterizar uma entidade em um domínio. Já o contexto da interação entre um agente e uma aplicação, para executar alguma tarefa, é o conjunto de elementos de contexto instanciados que são necessários para apoiar a tarefa atual.

Isto significa que “um elemento contextual é um tipo de informação que pode ser conhecida, codificada e representada antecipadamente; ela é estável e pode ser definida em tempo de projeto. Enquanto que o contexto é dinâmico, e depende do foco de atenção atual do agente e deve ser construído em tempo de execução, quando uma interação ocorre.”

Foco pode ser visto como um passo na execução de uma tarefa ou em uma tomada de decisão, permitindo determinar quais elementos contextuais devem ser instanciados e utilizados para compor um contexto (Brézillon, 2007). A partir desta definição, considera-se o contexto como algo aplicado à interação entre um agente e uma aplicação. Este *agente* pode ser um agente humano ou um agente de *software*. Para o foco “médico pesquisa por evidências”, uma tarefa “fazer uma análise crítica da melhor evidência encontrada” para um agente “médico” no papel “analista”, serve de exemplo.

Informações contextuais são geralmente identificadas através de propósitos (*why*) e de papéis de participantes com objetivo de responder às questões quem (*who*) está fazendo o que (*what*), em que local (*where*), em que momento (*when*) e de que maneira (*how*).

Assim, as dimensões básicas para identificar informações contextuais são representadas pelo conjunto {*why, who, what, where, when e how*} (Dobrow, 2004; Truong, 2001).

No que diz respeito à aquisição, as informações contextuais, podem advir: (i) dadas pelo usuário, quer de fontes de dados persistentes quer de perfis; (ii) de uma base de conhecimento; (iii) obtidas por meios de mecanismos de derivação (tal como engenhos de inferências); ou (iv) percebidas do ambiente (Henricksen e Indulska, 2006).

Conforme ilustrado na Figura 2-2, determinando-se um foco, o contexto é classificado em três partes distintas: conhecimento externo, conhecimento contextual e contexto proceduralizado. *Conhecimento externo* é o conjunto dos elementos contextuais irrelevantes ao foco. *Conhecimento contextual* representa os elementos contextuais relevantes para o foco. Por exemplo, se o foco do usuário é encontrar indicadores de evidências para apoiar um tomador de decisão em uma tarefa de coleta de provas, as pessoas envolvidas em um fato e o local e horário de ocorrência do mesmo são importantes nesta tarefa. Por sua vez, *contexto proceduralizado* é o subconjunto do conhecimento contextual que é instanciado para uso efetivo no foco, ou seja, são os elementos contextuais que serão utilizados para compor o contexto. No exemplo, o contexto proceduralizado pode incluir a indicação de que o réu Carlos estava em Campina Grande na hora do crime e portava um revólver calibre 38 (adaptado de Vieira et al., 2009).

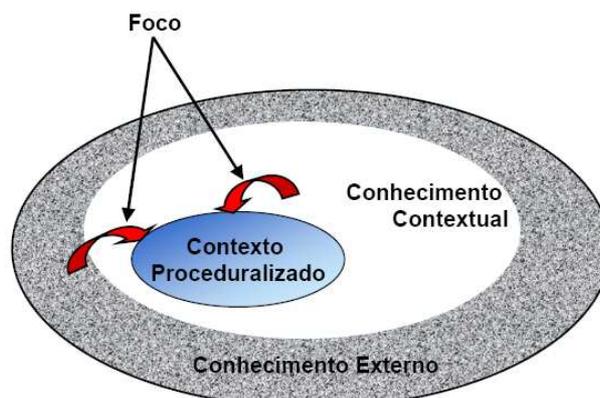


Figura 2-2 Classificação do contexto quanto à relevância em relação ao foco de atenção (Adaptado de Brézillon e Araújo, 2005).

No que tange a técnica para representação de contexto, a informação contextual pode ser definida por meio de classes. Para aplicações envolvendo o tratamento de contexto, no que diz respeito à metodologia de desenvolvimento de sistemas, uma etapa peculiar é o da especificação de contexto que envolve as tarefas *identificar o foco* e

identificar as entidades e elementos contextuais. Um elemento contextual pode ser identificado a partir de um conjunto de atributos e relacionamentos associados à entidade que o contém. Exemplos de elementos contextuais da área médica, para a entidade *Paciente* são: *idade, sexo e sintoma*Apresentado.

2.4 Raciocínio Baseado em Casos

Raciocínio Baseado em Casos é um tipo de raciocínio que busca soluções para um determinado problema mediante a análise comparativa da realidade anterior com outra realidade semelhante apresentada (Hoeschi, 1997 *apud* Braga Jr, 2001). Sistemas de RBC subsidiam usuários para a resolução de problemas e proposição de soluções para novos problemas através da recuperação de casos similares ocorridos no passado, que é reutilizado na nova situação, onde caberá aos usuários tomar as decisões (Melchior, 1999).

Além disso, esses sistemas possuem a capacidade de aprendizado, uma vez que um novo problema pode ser armazenado após ter sido solucionado, tornando-se disponível para futuros problemas e aumentando com isso o conhecimento presente no sistema. Apresentaremos, nesta seção, uma breve revisão da abordagem de RBC.

Schank e Abelson foram pioneiros em RBC ao trabalharem memória dinâmica e o registro de situações padrões por meio de *script*¹⁰, em 1977 (Aamodt e Plaza, 1994). Em prosseguimento, Janet Kolodner, da Universidade de Yale, apresentou em 1983 o primeiro sistema utilizando RBC, denominado CYRUS¹¹. Posteriormente, o modelo empregado no Cyrus serviu de base para outros sistemas, tal como *Mediator* e *Persuader*, utilizados para negociação entre partes envolvidas em relações comerciais.

2.4.1 Ciclo Básico de Processamento em RBC

O ciclo básico de processamento de RBC, proposto por Aamodt e Plaza (1994), compreende as seguintes atividades (Figura 2-3):

¹⁰ *Script* é uma espécie de estrutura de conhecimento de alto nível para representar em memória informações sobre eventos.

¹¹ O CYRUS é um sistema de perguntas e respostas. Seu nome é originado em Cyrus Vance, ex-secretário de Estado dos EUA.

- 1) *Recuperar* – a partir de um problema apresentado em um novo caso, recupera-se da base de casos um conjunto de casos com problemas similares ao apresentado. Para a recuperação é realizado cálculo de similaridade entre o novo caso e casos da base para depois ser exibida uma lista de casos recuperados numa forma de *ranking*;
- 2) *Reutilizar* - constrói novas soluções com base em informações e conhecimentos de casos recuperados e/ou combinação de partes de soluções, através de ajustes e adaptações;
- 3) *Revisar* - avalia, testa e implementa a solução construída mensurando sua corretude, utilidade e robustez; e
- 4) *Reter* – as experiências de solução do problema (como o caso foi resolvido) são registradas no novo caso para apoiar resolução de futuros problemas (mecanismo de aprendizagem).

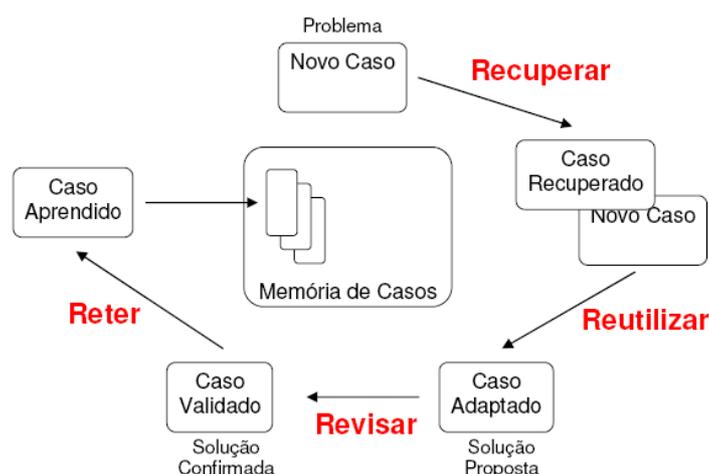


Figura 2.3 – Ciclo básico de processamento em RBC (adaptado de Aamodt & Plaza, 1994).

Essas atividades servem de orientação para a aplicação prática do RBC e representam um ciclo contínuo de raciocínio. O ciclo apresentado raramente ocorre sem intervenção humana (Watson e Marir, 1994). Cada atividade detém diferentes técnicas. As particularidades do domínio da aplicação definirão as atividades (Ramos, 2000).

Um sistema de RBC é dependente da estrutura de sua coleção de casos. É necessário haver equilíbrio entre os métodos de acesso e recuperação de casos relevantes e os métodos de armazenamento. Estes métodos são usualmente referenciados como modelos de memória de casos (Watson e Marir, 1994), que por sua vez é formada pela base de casos (repositório), e pelos procedimentos de acesso à base (Kolodner, 1993).

2.4.2 Representação de Caso

Um caso é o elemento de conhecimento primário estruturado na combinação de características do problema e ações associadas com a sua resolução.

Ele é formado por três partes principais: (i) *problema* – em geral, apresenta-se a sua descrição, os objetivos a serem alcançados quando da sua resolução, as restrições relacionadas a estes objetivos e as suas características (contexto); (ii) *solução* - expressa a solução derivada para o problema, que pode ser constituída por diversas formas (ação, conjunto de procedimentos, diagnóstico, classificação, projeto, etc.), de acordo com o tipo de problema que se propõe resolver; e (iii) *resultado* - descreve o estado do ambiente após a solução ter sido aplicada – corresponde a um *feedback* do que ocorreu como consequência da solução implementada e como ela foi realizada, inclusive quanto a insucessos (Watson, 1997).

O caso pode ser representado a partir de diversos formalismos de representação (*frames*, objetos, redes semânticas, modelos de banco de dados, etc.) (Watson e Marir, 1994).

Índices

Para que possam ser mais facilmente e rapidamente recuperados os casos são indexados considerando um conjunto de características que representam uma interpretação de uma situação específica. A indexação é um instrumento com função de orientar a similaridade entre casos. A medida de similaridade indica o quão semelhantes são dois casos, e os índices indicam os casos na memória que são mais similares a um novo caso apresentado.

A escolha correta dos índices depende do que é considerado significativo para o sistema (Schank, 1982). Através da experiência com a construção de sistemas de RBC, a pesquisadores propõem princípios para escolha de índices apropriados (Kolodner 1993): (i) devem prever a utilização da informação presente nos casos para diferentes situações problema; (ii) devem endereçar os propósitos em que o caso pode ser usado; (iii) devem ser abstratos o suficiente para permitir que um caso seja útil em uma variedade de diferentes

situações; e (iv) devem ser concretos o suficiente para que possam ser facilmente reconhecidos em situações futuras.

Recuperação

A atividade recuperação utiliza mecanismos que contempla três etapas: (i) avaliação da situação – quando identifica características que serão usadas para busca na base de casos, (ii) busca – recupera casos com potencial de serem similares utilizando mecanismos de casamento entre a situação atual e os casos encontrados, e (iii) seleção – retorna uma lista de casos, dentre os selecionados no casamento, ordenados pelo grau similaridade de acordo com um critério de seleção.

Existem diversos métodos de recuperação. O que utilizaremos em nosso trabalho é o método do vizinho mais próximo (*Nearest Neighbour*). Ele consiste em realizar comparação entre o caso com problema atual e os casos armazenados na base, realizando cálculos de similaridades. Primeiramente calcula-se a similaridade local, a partir de função que determina o quão semelhantes são os valores para um determinado atributo. Para cada atributo, deve ser associado um peso que representa seu grau de relevância na consulta realizada. Em seguida, calcula-se a similaridade global representada pela média ponderada das similaridades locais.

A recuperação é dada pela equação:

$$Sim(C,R) = \frac{\sum_{i=1}^n w_i * f(C_i R_i)}{\sum_{i=1}^n w_i} \quad (\text{Equação 2.1})$$

onde C = caso apresentado; R = caso recuperado; n = número de atributos do caso; i = i -ésimo atributo; w = peso atribuído ao i -ésimo atributo; e f = função que calcula a similaridade entre os casos C e R para o i -ésimo atributo. A função f é a *similaridade local* e a função Sim , a *similaridade global*.

Diversas são as funções de similaridade local encontradas na literatura. Priorizamos apresentar aquelas utilizadas em nossa pesquisa encontradas em (Pal e Shiu, 2004):

- Distância Euclidiana: mede a distância entre dois objetos no espaço euclidiano. Resulta na raiz quadrada do quadrado da diferença aritmética entre duas coordenadas no espaço euclidiano, ajustado pelo peso. Sua representação está na equação a seguir:

$$d_{pq}^w = \sqrt{w^2(x_p - x_q)} \quad (\text{Equação 2.2})$$

onde d_{pq}^w = corresponde á distância entre coordenadas p e q , ajustadas pelo peso w ;

- Similaridade do co-seno: mede a similaridade entre dois vetores, proporcionada pelo co-seno do ângulo entre eles. É comumente utilizada em recuperação de informação (*Information Retrieval*) para identificar documentos a partir de palavras-chave de consulta;

$$Sim(A,B) = \frac{A * B}{\sqrt{|A|} * \sqrt{|B|}} \quad (\text{Equação 2.3})$$

onde A e B são vetores;

- Coeficiente de *Jaccard*: calcula a similaridade entre conjuntos, dividindo a quantidade de elementos da interseção pela quantidade de elementos união.

$$Sim(A,B) = \frac{A \cap B}{A \cup B} \quad (\text{Equação 2.4})$$

Reuso, Revisão e Retenção

A atividade de reuso consiste em reutilizar soluções de casos recuperados para solucionar o problema corrente. Conforme (Pal e Shiu, 2004), existem três métodos de adaptação para apoiar a solução do problema:

- Re-instanciação: a solução de um dos casos recuperados é copiada para a solução do novo problema;
- Substituição: a partir dos casos recuperados, é aplicada a substituição de valores de seus atributos para atender características específicas do novo caso;
- Transformação: a solução é derivada a partir de regras e requisitos do novo caso.

A solução gerada na atividade anterior é testada visando verificar se a mesma está adequada (Aamodt e Plaza, 1994). Isto é realizado através da identificação e reparação de falhas da solução.

Quanto à retenção, conforme Kolodner (1993), essa atividade é caracterizada por registrar informações de como o caso foi solucionado e gerar índices para armazenamento do novo caso, visando futuras recuperações.

2.5 Comentários Sobre Fundamentação Teórica

Este capítulo apresentou uma breve revisão das bases teóricas desta tese. Este ponto de partida foi criado para investigar a combinação de modelos amparados nos temas apresentados.

Nosso objetivo é viabilizar a construção de um *framework* conceitual para apoiar a resolução de problemas complexos. Este *framework* é orientado na perspectiva de apoiar Projetistas de Sistemas e Especialistas de domínios que são tomadores de decisão.

No próximo capítulo abordaremos trabalhos relacionados que se utilizam de modelos apresentados neste capítulo ou que realizam a combinação destes modelos.

Capítulo 3

Trabalhos Correlatos

O capítulo anterior descreveu fundamentos que auxiliam na compreensão deste trabalho como um todo. Este capítulo contribui com trabalhos encontrados que dizem respeito ao estado-da-arte em *frameworks* conceituais e trabalhos correlatos acerca das temáticas envolvidas na construção do modelo proposto nesta tese: evidências, contexto e casos.

A Seção 3.1 é resultante da pesquisa sobre *frameworks* conceituais. Referenciamos um grupo de trabalhos e destacamos dois específicos: um que trata da integração de evidências com contexto de tomada de decisão representados em um *framework*, porém sem a perspectiva computacional e em um domínio específico; e outro que apresenta um metamodelo para modelagem de informações contextuais e propõe uma arquitetura genérica de processamento de contexto, ambos independentes de domínio.

Na Seção 3.2, trabalhos de um grupo de pesquisadores com implementações computacionais na Medicina Baseada em Evidências são analisados, destacando-se uma tese de Doutorado que utiliza documentos com diretrizes clínicas (*guidelines*) baseadas em evidências.

Na Seção 3.3, três trabalhos relacionados com RBC são apresentados. Estes contemplam: (i) informações contextuais em sistemas de RBC; (ii) atividades do ciclo básico de processamento em RBC integrando casos, regras e diretrizes clínicas baseadas em evidências; e (iii) uma contribuição de uma metodologia de apoio à decisão utilizando técnicas de RBC.

No que tange à construção do *framework* proposto nesta tese, os trabalhos citados acima constituem destaques especiais. Porém, outros trabalhos pesquisados também são referenciados ao longo do capítulo.

Finalmente, a Seção 3.4 apresenta uma discussão sobre as abordagens dos trabalhos em destaque e conclui-se o capítulo com algumas considerações finais.

3.1 Trabalhos Correlatos em *Frameworks* Conceituais

Esta seção é fruto da investigação em *frameworks* conceituais. Seu foco principal são *frameworks* de apoio à decisão e de apoio à modelagem conceitual de dados.

3.1.1 *Frameworks* de Apoio à Decisão

Os trabalhos Dobrow et al. (2004) e Dobrow et al. (2006) dão ênfase ao tratamento de evidências em conjunto com contexto. Em uma abordagem teórica acerca de tomada de decisão baseada em evidências para saúde pública, os autores apresentam um *framework* conceitual considerando o papel de contexto na introdução, interpretação e aplicação de evidências para apoiar tomada de decisão.

O foco destes trabalhos está em como contexto impacta no que constitui evidência e como a evidência é utilizada na área médica, porém numa perspectiva de aplicação para a saúde pública. Os autores debatem que tomada de decisão baseada em evidência é largamente focada numa “fonte evidenciária”, enquanto negligencia o contexto de tomada de decisão. Na realidade, eles defendem que evidência e contexto são componentes integrais e fundamentais para uma decisão baseada em evidência e que o contexto de tomada de decisão pode impactar em tomadas de decisão orientadas por evidências.

Desta forma, eles apresentam contexto nas perspectivas do ambiente onde a decisão é tomada (contexto interno, onde se trabalha as dimensões convencionadas *where*, *when*, etc.) e onde é aplicada (contexto externo, que contempla fatores extra-jurisdicional e político, p.ex.). Isto corresponde ao tratamento individualizado para um paciente na Medicina Baseada em Evidências - MBE (contexto interno) e a perspectiva de aplicação de programas de saúde pública em doenças específicas (contexto externo).

A Figura 3-1 apresenta o *framework* proposto em Dobrow et al. (2006) quando da perspectiva de utilização da evidência (*Identification*, *Interpretation* e *Application*) integrada a fatores contextuais, quer interno (*Internal Context*) quer externo (*External Context*).

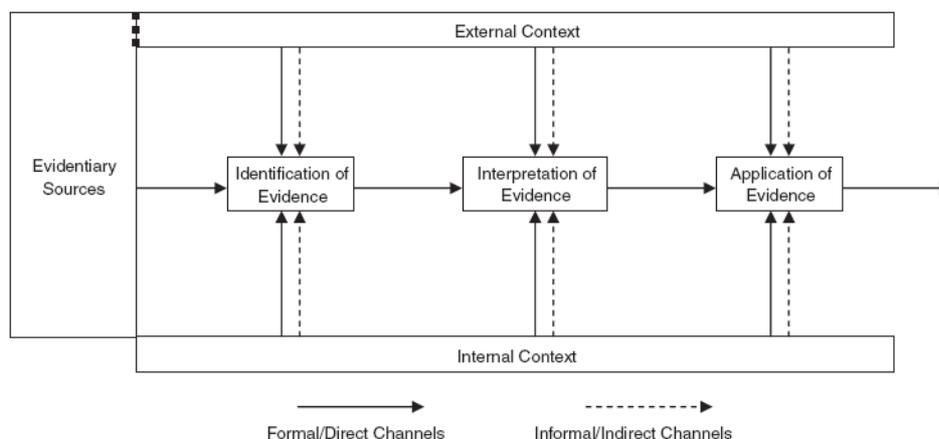


Figura 3-1 *Framework* de apoio à decisão baseada em evidências e contexto. Fonte: Dobrow et al., 2006.

As setas sólidas representam canais diretos ou formais (*Formal/Direct Channels*), tal como o *site* da *Cochrane Collaboration*, para utilização da evidência e impacto direto de informações contextuais (*External Context* e *Internal Context*), enquanto as setas não-sólidas estão associadas a canais indiretos ou informais (*Informal/Indirect Channels*), como p.ex. o *site* de publicações de trabalhos de um específico hospital. Exemplos de elementos de contexto interno podem ser *sexo*, *idade* e *hábitos* de um paciente atendido em um hospital, enquanto que para contexto externo podem ser considerados uma específica doença e seus fatores sazonais (dengue e estação do ano de sua atuação, p.ex.). As fontes evidenciárias (*Evidentiary Sources*) representam bases de dados com documentos que detêm evidências, as quais podem ser locais ou externas ao ambiente de tomada de decisão.

Em Dobrow et al. (2006), os autores propõem um refinamento no *framework* e mencionam a necessidade de se mensurar e priorizar estas fontes evidenciárias, utilizando-se de uma hierarquia de evidências (*Evidence Hierarchies*)¹² e da identificação de princípios de decisão (*Decision Principles*) para a etapa de identificação da evidência. As modificações propostas pelos autores apresentam-se na ilustração a seguir (Figura 3-2).

O contexto externo foge ao escopo desta tese. Entretanto, a integração evidência e contexto é sim extremamente importante.

¹² O Apêndice A desta tese apresenta um modelo hierárquico associado a tipos de estudos que pode ser adaptado e aplicado a trabalhos em diversos domínios.

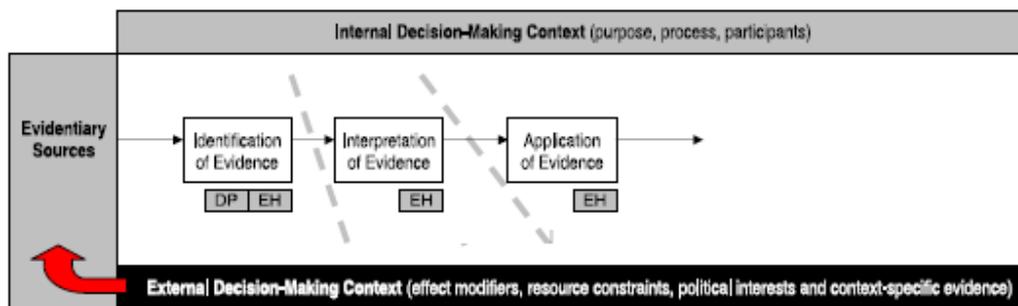


Figura 3-2 Princípios de decisão (DP) e hierarquia de evidências (EH) no *framework* proposto.
Fonte: Dobrow et al., 2006.

Outros trabalhos visando apoiar tomadas de decisão foram analisados. Em Ferreira, Dantas e Seville (2007), apresenta-se um *framework* para situações de emergências. Ele é projetado sobre um Sistema de Apoio à Decisão. Utiliza-se de um Sistema Gerenciador de Banco de Dados, uma Base de Especialistas e um Sistema de Informações Geográfica para apresentação de mapas (estradas, ferrovias, etc.) da Nova Zelândia. Seu projeto trata de atividades de planejamento que ajudará organizações a reduzir o tempo necessário ao planejar operações estratégicas respondendo a ações de eventos de emergência, incluindo um módulo para simulações. Seu foco é otimizar procedimentos e capacidade de raciocínio, indicando medidas de vulnerabilidade a partir de informações sobre danos presente em Banco de Dados, considerando aspectos de tempo, confiabilidade e recursos (humanos e estruturais). Como resultado, o sistema apresenta um plano de ações recomendadas.

Marreiros e Ness (2009) e Gaertner (2005), apresentam propostas de *frameworks* amparados em literatura nas respectivas áreas: marketing e economia. O primeiro trabalho integra dois modelos existentes: um de análise de comportamento de consumidores que enfatiza avaliações antes da aquisição de alimentos (considerando influências ambientais, tais como cultura, família, etc.) e após aquisição (para diferenças individuais, tais como atitudes, personalidade, etc.) e outro que trabalha com atributos de alto nível de abstração, tais como qualidade percebida e valor percebido, no caso aplicado à alimentação. A integração dos modelos propõe um modelo genérico de comportamento do consumidor onde a percepção de qualidade e experiência são os principais elementos. O segundo trabalho, Gaertner (2005), propõe a combinação de modelos enfocando uma pré-seleção de tecnologias avançadas de manufaturas com identificação de bens intangíveis, adicionando-se etapas que consideram bens tangíveis, aplicações de métodos mais tradicionais que os

utilizados anteriormente, e a incorporação de técnicas multicritério para avaliar aspectos qualitativos (bens intangíveis) e quantitativos (bens tangíveis).

Os trabalhos Dobrow et al. (2004) e Dobrow et al. (2006) sinalizam uma integração de temas (evidências e contexto) que podem ajudar na construção de modelos visando a resolução de problemas pioneiros numa organização, porém, necessitam de ajustes (modelo de dados, projeto arquitetural, etc.) para se tornarem aplicáveis no âmbito computacional. Mesmo tornando-se factível computacionalmente, estes trabalhos são limitados para áreas de Saúde Pública. Similar característica é percebida nos demais trabalhos, ou seja, estes apóiam a resolução de problemas específicos de domínios pesquisados e não demonstram potencialidades para se tornarem portáveis para aplicações em outros domínios.

Finalmente, importa registrar outros *frameworks* que foram investigados, quer em apoio à decisão (O'Connor e Jacobsen 2007) quer em apoio à gestão (Møller 2005; Cislaghi 2008; Chowdhury 2009), mas não apresentavam significativas contribuições.

3.1.2 Frameworks de Apoio à Modelagem Conceitual de Dados

No que tange à modelagem conceitual de dados¹³, diversos *frameworks* conceituais envolvendo dados temporais, espaciais e espaço-temporais tem sido publicados (Lenhen 2002; Lisboa Fº, 2000; Rocha e Edelweiss, 2001). Recentemente, teses e dissertações relativas a modelagem de contexto tem sido destacadas, tais como Vieira (2008) e Escobedo (2008).

Em Vieira (2008), é apresentado um *framework* conceitual que contempla um metamodelo tratar informações contextuais. O metamodelo de contexto é independente de domínio e orienta modelagem de contexto em diferentes aplicações, oferecendo, sob forma integrada, aspectos estruturais e comportamentais envolvidos no uso e gerenciamento de contexto, através da UML e grafos contextuais.

¹³ Segundo Rocha e Edelweiss (2001), especificamente para a fase de modelagem conceitual de uma metodologia de desenvolvimento de sistemas típica, um *framework* conceitual tem por objetivo fornecer um diagrama de classes que pode ser usado para a modelagem das classes do domínio de aplicações. O produto gerado por um *framework* conceitual não é um *software* executável, mas um esquema conceitual de dados

O trabalho é motivado pela necessidade de que os sistemas sejam mais flexíveis e adaptáveis, sem exigir demasiada intervenção de usuários para identificar informações e serviços relevantes. Assim, a autora propõe um metamodelo dirigido, principalmente, para sistemas sensíveis ao contexto. O metamodelo apresenta-se na Figura 3-3.

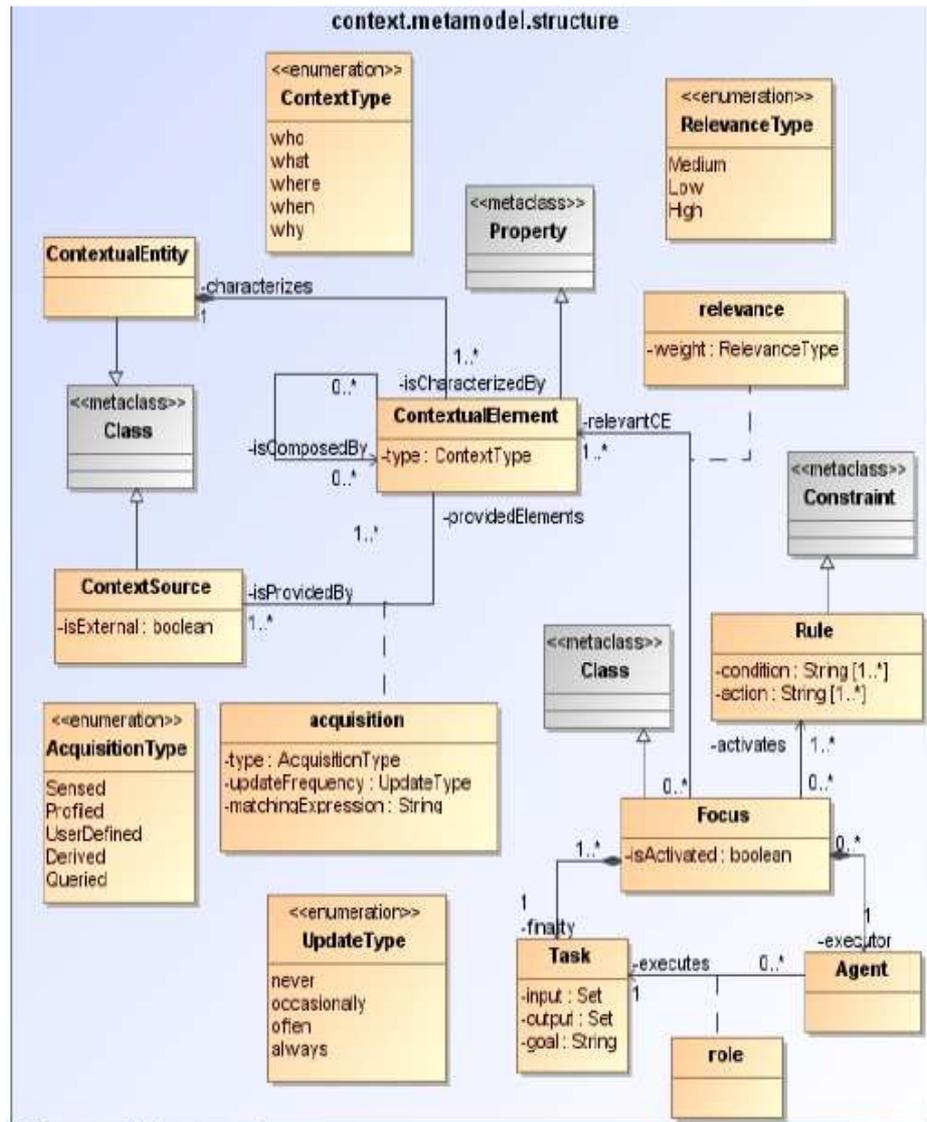


Figura 3-3 Estrutura do metamodelo de contexto. Fonte: Vieira (2008).

Para modelagem da estrutura dos elementos contextuais, os seguintes conceitos foram definidos: Entidade Contextual, Elemento Contextual, Foco e Fonte de Contexto:

Entidade Contextual (*ContextualEntity*): representa as entidades do modelo da aplicação que devem ser consideradas para propósitos de manipulação das informações

contextuais. Exemplos de entidades no domínio de missões acadêmicas são: *Aluno*, *Missão* e *Hotel*. Ela é caracterizada por conter, pelo menos, um elemento contextual;

Elemento Contextual (*ContextualElement*): representa uma propriedade usada para caracterizar uma entidade contextual. Ele pode ser identificado a partir de um conjunto de atributos e relacionamentos associados à entidade. Exemplos de elementos associados à entidade *Aluno* incluem: *idade*, *sexo*, *nivelAcademico*, *localOndeMora*. Todo elemento contextual deve estar associado a uma entidade contextual. O critério para indicar um elemento contextual é subjetivo e depende dos requisitos de contexto definidos para o sistema;

Foco (*Focus*): quando alguém está realizando alguma ação dizemos que o foco atual daquela pessoa é a execução daquele passo específico, o qual está relacionado à finalização de alguma tarefa. Ele foi definido como a associação de uma tarefa a um agente, o qual assume um determinado papel na execução dessa tarefa. No domínio das missões acadêmicas, ao planejar uma missão um agente *Professor* pode executar as seguintes tarefas: *Requisitar Ajuda Financeira*, *Reservar Hotel*;

Fonte de Contexto (*ContextSource*): uma característica de sistemas sensíveis ao contexto é que os valores de um elemento contextual podem originar de fontes heterogêneas, externas ao sistema. Um elemento pode ser adquirido a partir de uma ou mais fontes de contexto. Essa fonte de contexto pode ser externa ao sistema (serviço de informações turísticas, p.ex.) ou pode ser interna (perfil do participante, p.ex.). Outras características relacionadas à fonte de contexto são: aquisição (percebido, derivado, informado pelo usuário ou consultado) e frequência de atualização.

Sobre a arquitetura proposta por Vieira (2008), de acordo com a Figura 3-4, ela compõe-se dos elementos arquiteturais: *fontes de contexto* (*Context Sources*), *consumidores de contexto* (*Context Consumers*) - que podem ser do tipo serviço de telefonia, sistemas aplicativos, etc. - e um *gerenciador de contexto* (*Context Manager*) para tratar das funcionalidades de Sistemas Sensíveis ao Contexto.



Figura 3-4 Elementos conceituais para uma arquitetura em Sistemas Sensíveis ao Contexto.
Fonte: Vieira (2008).

O gerenciador de contexto é organizado em quatro módulos: (i) *módulo de controle*, com a função de orquestrar a comunicação entre os demais módulos existentes; (ii) *módulo de aquisição (Acquire Module)*, responsável por gerenciar funcionalidades acerca do registro de fontes de contexto, sua ativação/desativação, além de gerenciar a comunicação destas fontes visando frequentemente atualizá-las de acordo com definição estabelecida quando da obtenção de cada elemento contextual adquirido; (iii) *módulo de processamento (Process Module)*, utiliza engenhos de inferências (*Inference Engine*) sobre a base de conhecimento para auxiliar o processamento de elementos contextuais presentes na base (*Context Elements Knowledge Base - CEKB*), bem como identificação de novos elementos adquiridos, respondendo a tarefas relativas à dinâmica de contexto (identificação, validação de elementos contextuais de acordo com o foco, encaminhamento para armazenamento, etc.); e (iv) *módulo de disseminação (Disseminate Module)*, que responde pela comunicação entre o gerenciador contexto e consumidores de contexto para apresentar os elementos contextuais requeridos, que podem ser exibidos na forma de um elemento específico, um *ranking* para um relativo foco, p.ex., além da importância de notificar consumidores quando há mudança de valor de um elemento contextual apresentado.

Importa mencionar que o *framework* conceitual proposto em Vieira (2008) também contribui com uma metodologia para apoiar o desenvolvimento de Sistemas Sensíveis ao Contexto. Entretanto, apoio à decisão está fora do escopo de seu trabalho.

O trabalho de Escobedo (2008), apresenta uma ontologia de domínio para computação pervasiva, proporcionando poucas contribuições, quando comparadas ao trabalho de Vieira (2008).

3.2 Aplicações Computacionais na Medicina Baseada em Evidências

Trabalhos computacionais recentes em Medicina Baseada em Evidências (MBE), oriundos de teses de Doutorado (Stolba, 2007; Öztürk, 2007) foram encontrados. Nesta seção, é destacado o primeiro trabalho referenciado por ter mais proximidade com a proposta desta tese.

Stolba (2007) tem como objetivo integrar informações de saúde para apoiar decisões clínicas usando recomendações de medicamentos e tratamentos. O autor argumenta que na MBE há uma ausência de integração de fontes evidenciárias e tratamentos já disponibilizados, que podem ser encontradas em: diretrizes clínicas (*guidelines*), revisões sistemáticas, *journals* e diversas outras fontes de evidências. Os dados organizacionais são analíticos e as aplicações manipulam estes dados de forma não-personalizada.

O autor se utiliza de técnicas de *Data Mining*, *Data Warehouse* (DW) Federados e ferramentas OLAP em Sistema de Informação Clínica para confirmar ou descobrir diretrizes de tratamentos, usando uma plataforma de apoio à decisão.

Seu projeto propõe um processo de desenvolvimento de regras que irá prover uma base de conhecimento para a MBE, integrando informações analíticas (sumarização de dados de pacientes, p.ex.) associadas a regras geradas ou confirmadas, visando dar apoio à tomadas de decisão. Esta base de conhecimento organizacional é chamada de diretrizes baseadas em evidências (*Evidence Based Guidelines*).

Para gerar diretrizes baseadas em evidências, é prevista a coleta de diversas fontes (*Data gathering*) tais como: revisões sistemáticas (*Systematic reviews*), melhores diretrizes (*Best practice guidelines*), protocolos de saúde (*Healthcare protocols*), ensaios clínicos (*Clinical trials*), revistas (*Journals*), etc (ver Figura 3-5). Em seguida, é realizada uma

etapa de limpeza, transformação e preparação dos dados (*Data cleaning transformation and consolidation*), antes da geração do DW. O DW contém informações sumarizadas de pacientes, dados clínicos e farmacêuticos.

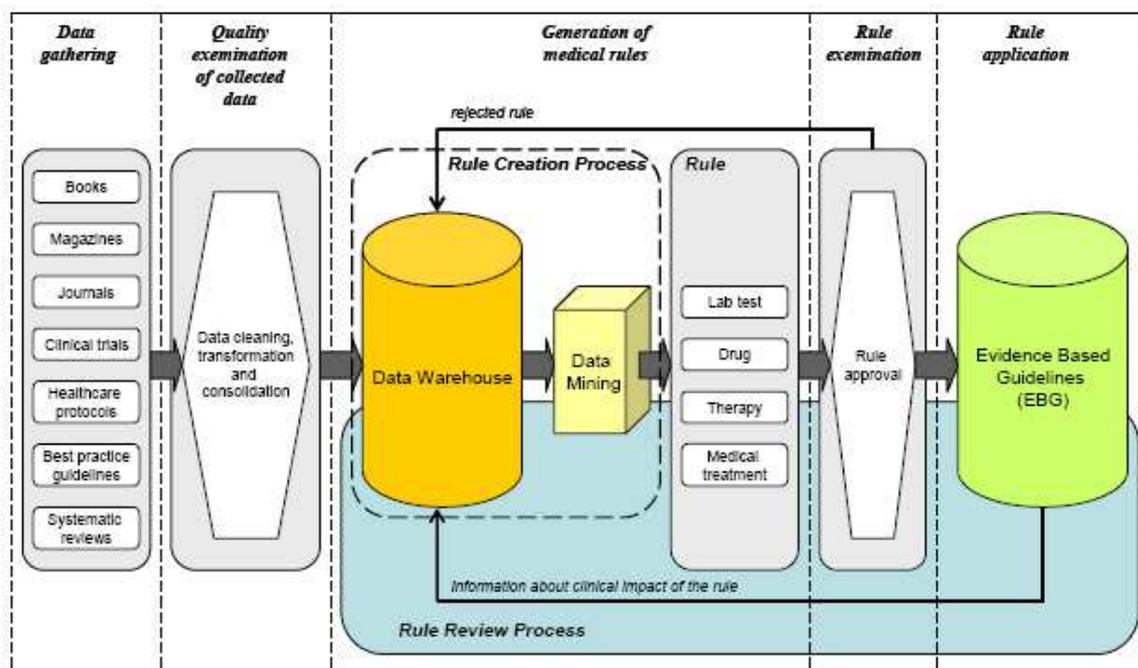


Figura 3-5 Geração de diretrizes baseadas em evidências. Fonte: Stolba (2007).

A partir do DW, técnicas de *Data Mining* são aplicadas para apoiar na geração de regras médicas que serão posteriormente validadas, seguindo um processo de criação de regras (*Rule Creation Process*). Regras examinadas e rejeitadas (*rejected rule*) devem retornar ao DW para re-avaliações. O objetivo é encontrar as melhores práticas clínicas para diferentes enfermidades.

Regras examinadas e aprovadas (*Rule approval*) devem estar de acordo com testes laboratoriais (*Lab test*), drogas recomendadas (*Drug*), terapia (*Therapy*) ou tratamento médico (*Medical treatment*) e devem ser instanciadas em um depósito de diretrizes baseadas em evidências (*Evidence Based Guidelines*). Informações sobre o impacto clínico (grau de relevância) da regra aprovada devem ser registradas no DW.

A abordagem de Stolba (2007) é bem criativa, uma vez que combina ferramentas para descoberta de conhecimento em uma base histórica de tratamentos clínicos, associado a um modelo baseado em regras. Entretanto, uma vez que um dos agentes motivadores para iniciar um processo decisório é a constatação de um problema, a incorporação de técnicas

de RBC poderia melhorar seu projeto, visando descobertas de conhecimento a partir de similaridades entre enfermidades e pacientes com sintomas semelhantes. Acerca de tomada de decisão, é sentida a ausência de passos metodológicos para guiar especialistas do domínio médico, considerando o processo de recuperação de diretrizes (*guidelines*) para solução de problemas clínicos. Na realidade, a Figura 3-4 poderia servir de base para realização de uma abordagem metodológica visando tomadas de decisão baseadas em evidências.

Este trabalho faz parte de um grupo de pesquisa da Ciência da Computação utilizando Medicina Baseada em Evidências. Este grupo detem várias publicações, dentre as quais envolvem segurança de dados (Stolba e Tjoa, 2006; Stolba, Banek e Tjoa 2006) e processo de tomadas de decisão (Nguyen, 2009).

3.3 Trabalhos Correlatos em Raciocínio Baseado em Casos

Três trabalhos correlatos envolvendo RBC foram selecionados para compor esta seção. O primeiro deles aborda a integração de RBC com contexto; o segundo combina procedimentos da MBE com diversas técnicas de descoberta de conhecimento, inclusive RBC. Uma metodologia de apoio à decisão, cujas fases são descritas a partir de atividades do ciclo básico de processamento em RBC, está presente no terceiro e último trabalho.

3.3.1 Utilizando Informações Contextuais em um Sistema de RBC

Lee e Lee (2007) desenvolveram um sistema de recomendação para músicas em RBC que usa padrões de comportamento e dados demográficos de usuários considerando seus respectivos contextos.

A arquitetura projetada está presente na Figura 3-6, contendo na camada de persistência (*Repository Layer*), duas Bases de Casos (*Context CB* e *Listening History CB*) e um Banco de Dados (*Music DB*), apoiando o módulo de recomendação (*Recommendation Module*) do sistema.

O sistema identifica o usuário e considera contextos (perfis e tempo meteorológico) com objetivo de recuperar usuários similares em contextos similares, fazendo a recomendação de canções.

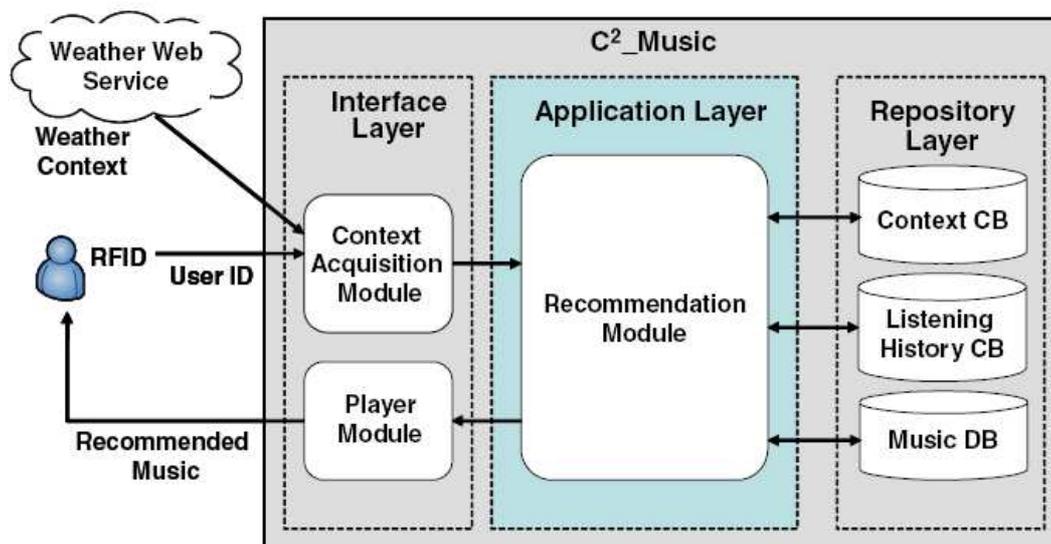


Figura 3-6 Arquitetura para o sistema de recomendação de músicas. Fonte: Lee e Lee (2007).

O módulo de aquisição de contexto (*Context Acquisition Module*) identifica o usuário e coleta dados do tempo da *Web* (estação, mês, dia, condições atmosféricas, etc.), construindo a entrada do caso e enviando-o para o módulo de recomendação. O caso construído é armazenado na Base de Casos de Contexto (*Context CB*) para ser usado posteriormente.

O módulo de recomendação recupera os usuários que ouviram música em contextos similares ao contexto do usuário identificado no sistema, a partir da Base de Casos de Histórico de Músicas Ouvidas (*Listening History CB*). O cálculo de similaridade para encontrar contextos semelhantes, envolvendo atributos numéricos, é calculado como: o valor absoluto de sua diferença dividido pela diferença entre o maior e o menor valor do atributo na Base de Casos. Para atributos não numéricos, uma matriz quadrada com valores atribuídos de acordo com a diferença entre os meses comparados é utilizada, conforme mostra a Tabela 3-1 a seguir.

O módulo de recomendação recupera usuários cujo padrão comportamental e demográfico são similares ao do usuário identificado no sistema (ouvintes similares no contexto similar), a partir das características de entrada, tais como: identificação do usuário, gênero, região, números de dias, quantidade de vezes, e de canções ouvidas no último mês. O cálculo de similaridade para atributos numéricos é o mesmo usado anteriormente, e para

atributos não numéricos, atribui-se valor 1 para conteúdos de atributos iguais e zero quando diferente.

Tabela 3-1 Métricas de similaridade para características não numéricas.

Feature	Similarity Score Metrics					
Season	New Case \ Old Case		Spring	Summer	Fall	Winter
	Spring		1	0.2	0.5	0.2
	Summer		0.2	1	0.2	0
	Fall		0.5	0.2	1	0.2
	Winter		0.2	0	0.2	1
	Month	Similarity Value	Condition			
	1	$N_i = C_i$				
	0.5	Distance Between N_i and $C_i = 1$ Month				
	0.2	Distance Between N_i and $C_i = 2$ Months				
	0	Otherwise				
....					
....					

O módulo de recomendação seleciona as 15 canções (quantidade comum em CDs) que mais foram ouvidas por usuários similares em contextos similares ao usuário identificado, e que estão na Base de Casos de Histórico de Músicas ouvidas, obtendo em seguida as suas correspondentes músicas no Banco de Dados de Músicas (*Music DB*).

A abordagem acima se torna importante ao apresentar uma arquitetura integradora entre Banco de Dados e Bases de Casos, retendo informações contextuais, e esboçar passos para guiar usuário em obter recomendações de músicas. Entretanto, o curioso é que os autores não apresentaram nenhuma técnica para modelagem de contexto, sendo esta uma atividade não trivial. O modelo de dados esboçado apresenta-se incompleto em relação à definição de atributos. Isto dificulta o reuso de classes para aplicações no mesmo domínio ou fora dele.

3.3.2 Integrando Casos e Diretrizes Clínicas Baseadas em Evidências

Embora seja antigo, referenciamos um dos raros trabalhos que envolve PBE com RBC (Bichindaritz et al., 1998). Ele apresenta um sistema de apoio ao conhecimento chamado de

CARE-PARTNER. Sua proposta é apoiar usuários em tarefas envolvendo cuidados clínicos de pacientes com câncer que sofreram transplantes.

O sistema ajuda usuários no desenvolvimento de tarefas clínicas usando um *framework* para aplicar raciocínio sobre fontes de conhecimento contendo evidências de diversas qualidades. Um dos propósitos do sistema é implementar o conceito de PBE na área médica especificamente para cuidados de pacientes com câncer que sofreram transplantes. Para isso, dois fatores são considerados: (i) confiabilidade, no que diz respeito ao acesso a fontes de comitês de especialistas, casos e diretrizes de práticas clínicas (*guidelines*); e (ii) segurança, no que tange a certeza de que o conhecimento disponível é associado à evidência (prova) que foi validada.

CARE-PARTNER é um exemplo pioneiro que usa RBC com raciocínio baseado em regras e recuperação de informação baseadas em evidências. O sistema faz monitoramento em uma base de conhecimento envolvendo casos, regras e diretrizes clínicas. A idéia central é o aprendizado a partir de experiências de casos passados utilizando RBC como modelo principal. O registro eletrônico de pacientes é instanciado em um arquivo de Banco de Dados.

O sistema de raciocínio envolve a cooperação de atividades de RBC e raciocínio baseado em regras. Em termos gerais, a atividade *Recupera* do ciclo básico de RBC é executada para encontrar, paralelamente, casos similares, regras e/ou diretrizes clínicas, a partir do problema apresentado. Para a atividade *Reuse*, visando a resolução de conflitos, a preferência estabelecida no sistema para reutilização de soluções é: regra, diretriz e caso, nesta ordem. Para a atividade *Revisa*, os autores sugerem trabalhar com memória auxiliar enquanto o caso está sendo resolvido, devido as possíveis alterações durante o processamento da solução, e identificar e “marcar” regras utilizadas. *Feedbacks* positivos e negativos são registrados para efeito de aprendizagem na atividade *Retain*.

O que se destaca neste trabalho é a integração de casos e diretrizes baseadas em evidências em uma base de conhecimento. Entretanto, diversos aspectos necessitam serem contemplados para se ter um bom projeto contemporâneo. As diretrizes mencionadas pelos autores, p.ex. devem ser obtidas, hoje, via *Internet*. Assim, recuperação e tratamento de informações de *guidelines* necessitam de atualização constantes. Aspectos de informações contextuais também necessitam de considerações para se ter uma associação de casos a

diretrizes clínicas, uma vez que estas são voltadas para específicas enfermidades e estarão associadas a grupos de pacientes em uma base organizacional.

3.3.3 Metodologia de Apoio à Decisão Utilizando Técnicas de RBC

Belecheanu et al. (1999) apresentam uma metodologia de apoio a decisão para engenheiros e gerentes de projetos que visam detectar problemas antecipados em estágios do desenvolvimento de produtos industriais. O foco de sua pesquisa está na criação um sistema baseado em conhecimento usando abordagens de RBC.

Os autores defendem que especificações de projetos de produtos podem ser mal-estruturados ou mal-definidos, necessitando de mudanças ou informações adicionais em estágios posteriores do processo de desenvolvimento de produtos, afetando sua qualidade e seu custo final. A partir de uma base de casos que considerando também situações de insucessos, problemas podem ser previamente evitados.

Uma investigação de casos em duas consolidadas empresas européias serviram de ponto de partida para a construção da metodologia proposta. A identificação dos processos de decisão, apoiada de uma pesquisa literária, serviram de base para gerar o processo decisório proposto. Cenários para tratamento de exceção visando tratar casos com mudanças de projetos, inclusive com insucesso, foi considerado pelos autores.

A Figura 3-7 apresenta o processo geral de tomadas de decisão, tendo perspectivas das fases tradicionais (identificação do problema, tomada de decisão e análise de resultado, presentes no sentido vertical do lado esquerdo da figura), considerando a estrutura clássica de caso e atividades de RBC (descrição do problema/situação-problema, desenvolvimento de solução, seleção da solução e resultado, apresentadas no lado direito da figura em sentido vertical).

Acerca do tratamento de exceções, a Figura 3-8 apresenta um cenário “What-if” descrevendo passos metodológicos para recuperar casos da Base de Casos na expectativa de encontrar: (i) consequências de decisões particulares de projetos, ou (ii) problemas decorrentes de mudanças de especificações de projetos; desde que estes auxiliem na resolução das causas de um novo problema apresentado ou de um problema anterior. Como parte do caso, o resultado da implementação de solução é documentado, indicando se houve um sucesso ou uma falha (consequencia negativa é um novo problema a ser investigado).

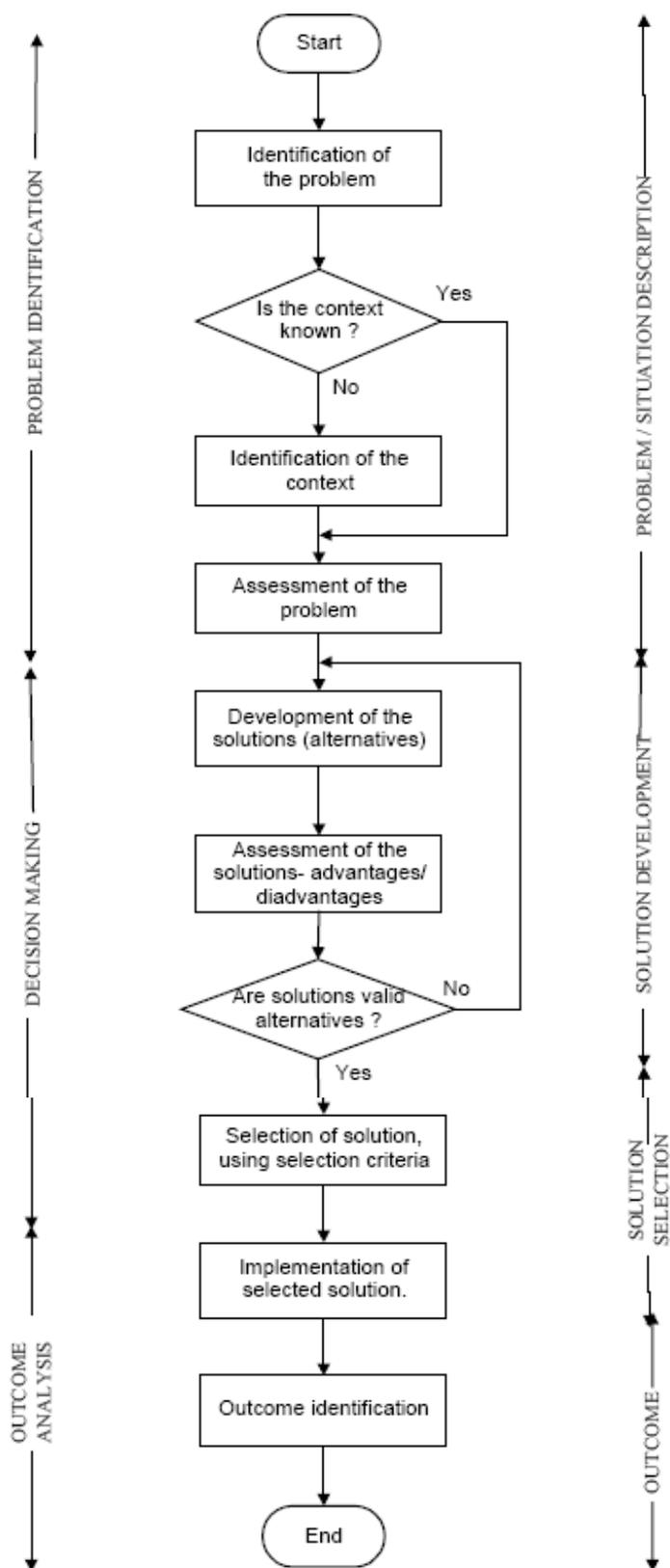


Figura 3-7 Processo decisório considerando atividades de RBC. Fonte: Belecheanu et al. (1999).

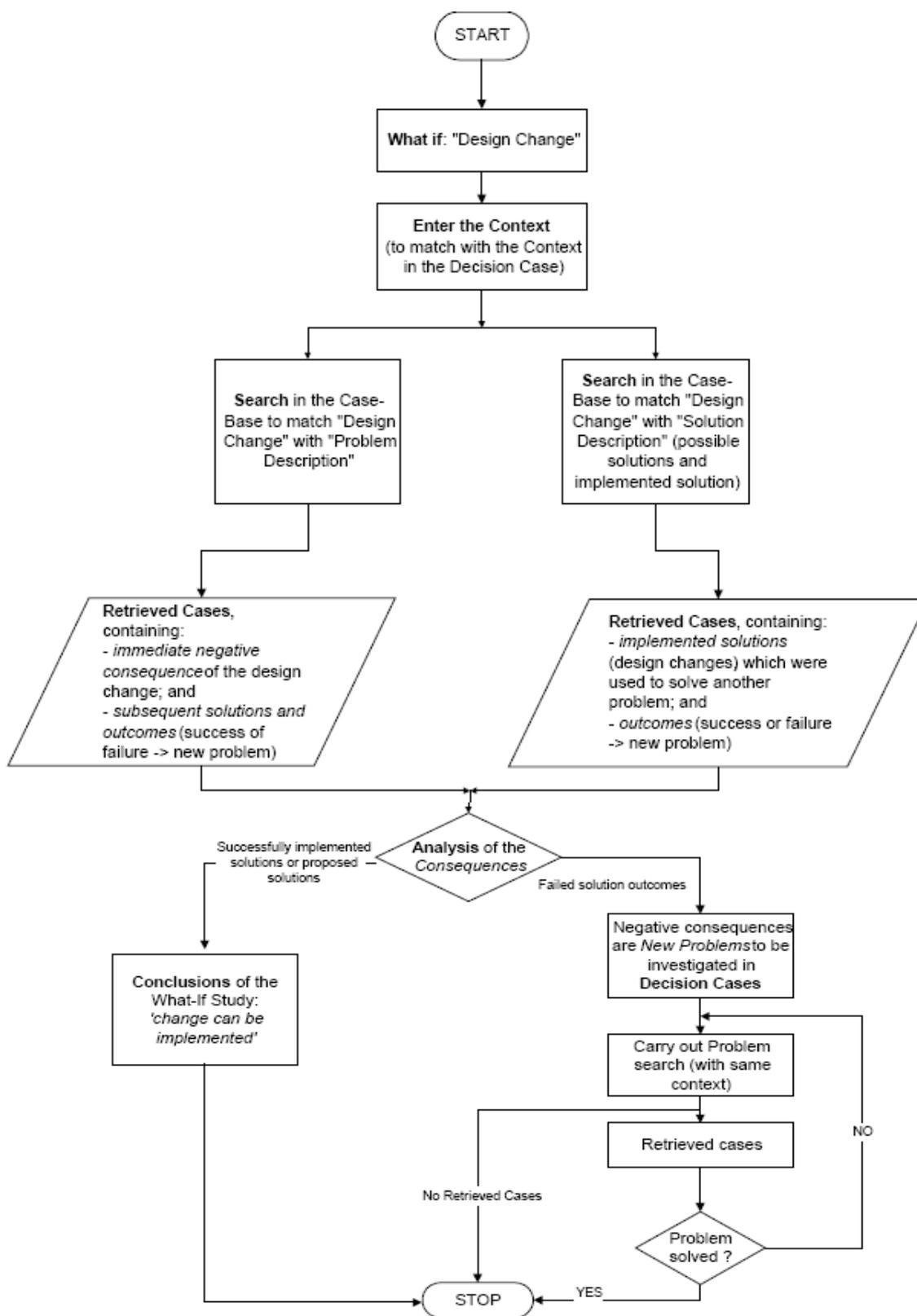


Figura 3-8 Tratamento de exceções – Estudo “What-if”. Fonte: Belecheanu et al. (1999).

Assim, deve-se recuperar casos que apresentem as consequências de mudanças, ou que foram modificados devido a consequências negativas, para um particular problema, considerando: casos passados em situação-problema (contexto) similar e mudança de projeto similar. Desta forma, o usuário pode analisar dinâmicas de mudanças e de consequências de projetos.

Aspectos positivos da metodologia destacam-se em: guiar o usuário em um processo decisório sistemático; ter a perspectiva de eliminação de decisões ambíguas; e aumentar o grau de correteza de decisões, quando da repetição de decisão em um mesmo caso.

3.4 Discussão sobre os Trabalhos Investigados

A partir das principais obras relatadas nesta seção, apresentamos a Tabela 3-2 com alguns critérios que servem de comparação com a proposta desta tese. Seis abordagens foram consideradas significantes para esta comparação, as quais foram descritas neste capítulo. Os critérios usados foram: (i) ter uma abordagem que *independe de domínio*; (ii) *apresenta elementos arquiteturais* para manipulação de informações e/ou conhecimentos; (iii) ser específica para *apoio à tomada de decisão*; (iv) deter uma *metodologia de apoio à decisão*; (v) *integra temas* relativos à tese; e (vi) apresenta *modelo para aspectos estruturais independente de domínio*.

Tabela 3.2 – Análise comparativa de trabalhos correlatos.

Trabalho/Critério	Apóia tomada decisão	Integra temas tese	Tem metodologia apoio decisão	Independente de domínio	Apresenta elementos arquiteturais	Modela aspectos estruturais
(1) Dobrow et al. (2004,2006)	X	X				
(2) Vieira (2008)				X	X	X
(3) Stolba (2007)	X				X	
(4) Lee e Lee (2007)	X	X	X		X	
(5) Bichindaritz et al. (1998)	X	X				
(6) Belecheanu et al. (1999)	X		X	X		

Com vistas a apoiar tomadas de decisão, com exceção de (2), todas as abordagens contemplam este critério, e três delas - (1), (4) e (5) – se apropriaram de combinação de dois dos três temas pilares desta tese (evidências, contexto e casos) para atingir este fim. Entretanto, somente as abordagens (4) e (6) é que apresentam uma metodologia na perspectiva de auxiliar usuários tomadores de decisão.

Buscando congruência com o trabalho desta tese, destacamos que as abordagens (6) e (2) detêm generalização de conceitos com independência de domínio de seus principais artefatos. Em (6), o artefato corresponde a um processo decisório; e em (2), os artefatos vislumbrados são: uma arquitetura de contexto e um metamodelo para modelar aspectos estruturais de informações contextuais, estes independentes de domínio.

Outros trabalhos, tais como (3) e (4), apresentaram elementos arquiteturais considerados importantes, porém específicos para os domínios médico e entretenimento musical, respectivamente.

Os trabalhos acima contribuem para os objetivos de nosso trabalho, porém de forma isolada, e necessitamos de modelos que possam ser combinados para apoiar a resolução de problemas complexos, conforme definido em Loriggio (2002).

3.5 Comentários Sobre os Trabalhos Correlatos

Neste capítulo, foi apresentada uma visão sobre o estado-da-arte em *frameworks* conceituais e trabalhos correlatos envolvendo evidências, contexto e casos.

Seis deles foram selecionados, sendo que quatro deles contribuem de forma significativa para com a proposta desta tese: Vieira (2008) - com a característica de ser independente de domínio, inclusive apresentando um metamodelo para modelagem de contexto, embora não se volte especificamente para tomadas de decisão; Dobrow et al. (2004) e Lee e Lee (2007) - que apóiam tomadas de decisão, apesar de serem dirigidos para um domínio específico; e Belecheanu et al. (1999) - que apresenta uma metodologia de apoio à decisão, porém para problemas cujas soluções estão no ambiente organizacional, não considerando evidências de pesquisa.

Visando uma solução mais abrangente para apoiar resolução de casos complexos, o próximo capítulo descreve um *framework* conceitual, baseado em evidências, contexto e casos, voltado para apoiar desenvolvedores de sistemas.

Capítulo 4

Um *Framework* de Apoio à Decisão Baseado em Evidências, Contexto e Casos

Em capítulos anteriores foram abordadas bases teóricas desta tese. Este capítulo apresenta uma visão geral de nossa proposta, um *framework* conceitual para apoiar tomadas de decisão centradas na integração de evidências, contexto e casos, denominado ECoCADE (Evidências, Contexto e Casos para Apoiar Decisão).

ECoCADE tem como objetivos: (1) apoiar o projeto de elementos arquiteturais para um sistema híbrido em SIG e SBC; (2) auxiliar desenvolvedores na modelagem de evidências e na representação de casos justificados por evidências em domínios de PBE, ambas considerando contexto. Nesta perspectiva, os artefatos gerados em ECoCADE são: uma arquitetura da integração proposta (descrita neste capítulo); e um esquema conceitual independente de domínio para apoiar a modelagem de evidências com contexto e estruturar casos justificados por evidências contextuais (apresentado no Capítulo 5). Estes artefatos são dirigidos para desenvolvedores de sistemas.

Como consequência do *framework* ECoCADE, é proposta uma abordagem metodológica utilizando técnicas de RBC e/ou procedimentos de PBE, considerando contextos de tomadas de decisão (descrita no Capítulo 6). O artefato contendo esta abordagem serve para guiar especialistas de domínios na resolução de problemas complexos.

Este capítulo está organizado em seções que tratam de: considerações iniciais (apresenta conceitos e convenções adotadas); uma visão geral do *framework* ECoCADE; a arquitetura para dar apoio a aplicações; e comentários finais.

4.1 Considerações Iniciais

Antes de ser apresentado o *framework* ECoCADE, elemento principal desta tese, importa fazer algumas considerações sobre conceitos, convenções adotadas e esclarecimentos que ajudam ao leitor no melhor entendimento de nossa proposta.

Para Shehabudenn, Probert e Phaal *apud* Gaertner (2005), *frameworks* são esquemas utilizados como uma forma de traduzir temas complexos em formas que podem ser analisadas.

Eles comumente são empregados para:

- Comunicar idéias e descobertas a uma ampla comunidade;
- Realizar comparações entre diferentes situações e abordagens;
- Definir o domínio ou o limite de uma situação;
- Descrever o contexto ou argumentar a validade de uma descoberta; e
- Sustentar o desenvolvimento de procedimentos, técnicas ou métodos e ferramentas.

Um *framework* é uma abstração em relação a conceitos e funcionalidades de um ou mais domínios de aplicações, com vistas a se tornar reusável e portátil para outros domínios. Porém, é fundamental que a estrutura gerada apresente características adicionais de *flexibilidade* e *extensibilidade*¹⁴ (Silva e Price, 1998).

Acerca de complexidade, Loriggio (2002) apresenta as seguintes atribuições: (i) *complexidade de diagnóstico* – quanto mais difícil encontrar as causas que provocam o problema, maior a complexidade; e (ii) *complexidade de resolução* – quanto maior o número de recursos envolvidos, ou quanto mais difícil for encontrar a solução, maior a complexidade.

¹⁴ Flexibilidade se refere à capacidade de alterar a funcionalidade existente, enquanto que extensibilidade diz respeito à ampliação da funcionalidade, ambas sem proporcionar inseqüências sobre a estrutura no *framework* (Fayad e Cline, 1996).

Nesta perspectiva, recurso tal como prova¹⁵, muito presente na área Jurídica Criminal, pode apoiar na diminuição da complexidade de resolução do problema, bem como minorar a complexidade de diagnóstico relativo ao problema. Uma prova deve estar anexada a um caso específico que envolve o problema apresentado. Por outro lado, evidências de pesquisa, comumente encontradas em *sites*, influenciam na diminuição do grau de complexidade de resolução do problema, considerando-se que houve precedente da dificuldade de encontrar solução no âmbito organizacional.

Importa também esclarecer diferenças entre prova anexada a caso e evidência de pesquisa: a primeira é pontual e é determinada totalmente por um caso particular, enquanto que a segunda é gerada a partir de pesquisas científicas envolvendo estudos com diversos participantes em local e tempo independente de casos apresentados.

4.2 O *Framework* Proposto – Visão Geral

Para construção do *framework* ECoCADe, como ponto de partida, foram utilizados como referencial teórico, trabalhos já aludidos no Capítulo 3.

Foram realizadas análises dos domínios médico e jurídico criminal, envolvendo as seguintes ferramentas de aquisição de conhecimento: pesquisas bibliográficas, pesquisas em documentos legislativos, coleta de casos reais, entrevistas com usuários tomadores de decisão e seus auxiliares.

Assim, foi possível estabelecer um *framework* conceitual, amparado em modelos consolidados (RBC e PBE) integrados à realização de análises comparativa entre elementos de diferentes contextos (ou contemplando mecanismos de filtragem a partir de informações contextuais).

No âmbito *teórico*, o ECoCADe ajuda no entendimento dos conceitos de contexto e evidência de pesquisa, e na dinâmica de seu uso de forma integrada a casos. No que diz respeito à *prática*, a instanciação do *framework* proposto em aplicações de apoio à decisão, se dá implementando: modelos de dados e representação de casos a partir de um

¹⁵ Convenciona-se *prova* como informações baseadas em prática profissional, tal como exame criminal; ou gerado por um processo envolvendo procedimentos científicos, como por exemplo, uma coleta desenvolvida por um biomédico.

subframework denominado ModECoCa (apoio à Modelagem de Evidências com Contexto e representação de Casos), e elementos arquiteturais que estejam de acordo com um processo decisório estabelecido.

Nesta perspectiva, uma aplicação de apoio à decisão deve prover informações relevantes para seus usuários visando apoiar a resolução de um determinado problema; e sua funcionalidade deve estar de acordo com o processo decisório estabelecido. Amparamo-nos no modelo decisório de Simon que “ainda é o mais conciso e com completa caracterização de processo de decisão racional” (Turban et al., 2006), e são destacados os seguintes requisitos para aplicações de apoio à decisão:

1. *Entender o problema* – refere-se, em linhas gerais, a realizar um diagnóstico sobre o problema apresentado;
2. *Buscar alternativas de solução em Base de Casos e aplicar filtragem em ranking* – objetiva obter soluções válidas para auxiliar na solução do problema, aplicando filtragem no *ranking* de casos recuperados;
3. *Pesquisar alternativas de solução baseadas em evidências e avaliá-las* – procurar por evidências quando tratar-se de problema pioneiro na organização, selecionando a melhor evidência e exigindo-se validação da mesma;
4. *Escolher a melhor solução* – necessita determinar qual a melhor solução dentre as encontradas, após serem avaliadas, julgadas e comparadas entre si;
5. *Implementar solução escolhida* - testar a solução até obter-se um resultado final (de sucesso ou insucesso);
6. *Avaliar decisões tomadas* – mensurar grau de sucesso da execução da solução e o desempenho do próprio tomador de decisão em suas escolhas.

4.3 Arquitetura para Aplicações de Apoio à Decisão

Nesta seção, é descrita a arquitetura proposta que visa atender os requisitos mencionados anteriormente. Observe-se que a arquitetura contempla tomadas de decisão baseadas exclusivamente em casos antepassados (para SBC), ou exclusivamente em evidências (para SIG) ou casos justificados por evidências (híbrido SBC com SIG).

Conforme mostrado na Figura 4-1, para o gerenciamento e armazenamento persistente de informações e conhecimento, dois repositórios foram definidos:

- 1) O primeiro diz respeito a uma *Base de Casos* que é manipulada por engenho de inferências para RBC. Os novos casos são instanciados na base, podendo ter justificativas baseadas em evidências e/ou referenciadas por soluções provenientes de casos anteriores;
- 2) O segundo trata de um *Banco de Dados* que detêm informações dos diversos arquivos, dentre os principais:
 - *Recurso Anexado* - representa documentos que servirão de apoio ao entendimento do problema apresentado. Exames laboratoriais ou depoimentos de testemunhas (provas anexadas a caso) são exemplos de documentos auxiliares ao diagnóstico de doenças, bem como a elucidação de fatos jurídicos criminais;
 - *Agente* - contém informações dos tomadores de decisão do domínio (médicos e juízes, p.ex.) que respondem pela solução de problemas apresentados. Deve conter, em geral, dados pessoais (nome, unidade de lotação, senha, *login*, etc.) e de perfil (assuntos de interesse, especialidade, etc.);
 - *Ator do Problema* - armazena informações relativas aos motivadores de problemas, como p.ex. pacientes e ofensores criminais. É necessário registrar dados pessoais (nome, data de nascimento, sexo, endereço, etc.), perfil (profissão, habilidades, etc.) e preferências a serem consideradas quando da solução de seu problema (e.g. habilidades profissionais);
 - *Documento* - corresponde a extratos de documentos que serviram de apoio à solução baseada em evidências, cuja extração foi realizada manualmente. Estes documentos detêm estudos primários (série de casos jurídicos, p.ex.) e secundários (revisões sistemáticas, p.ex.);
 - *Intervenção* – representa as decisões baseadas exclusivamente em evidências;
 - *Pesquisa Evidenciária* – descreve a auto-avaliação do tomador de decisão quanto ao seu desempenho nas buscas e critérios de escolha pela melhor evidência encontrada.

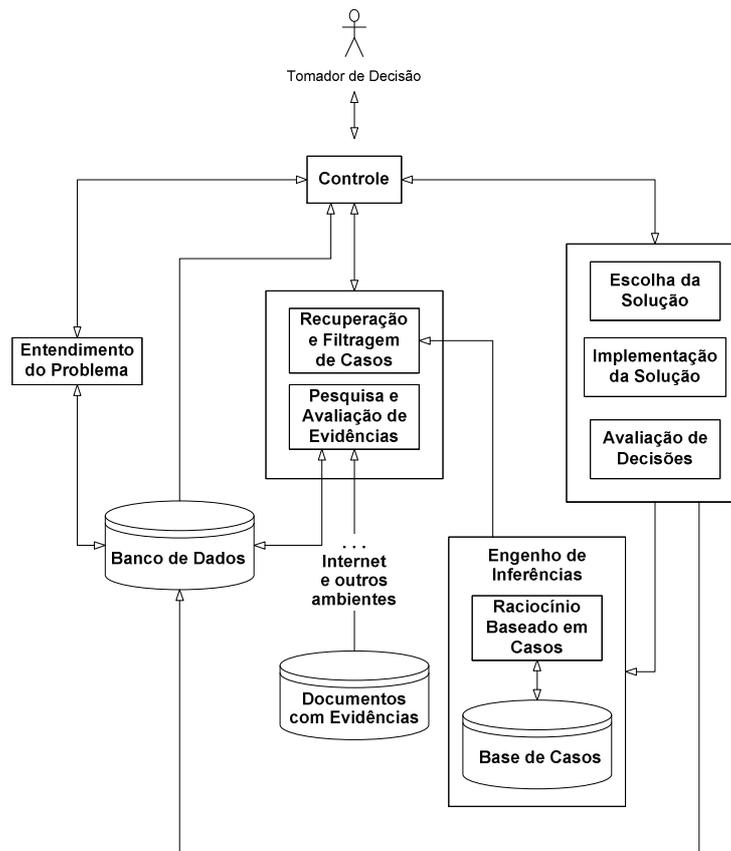


Figura 4-1 Arquitetura para aplicações de apoio à decisão.

Documentos contendo evidências de pesquisa residentes fora do ambiente da aplicação são representados na arquitetura para designar que engenhos de busca recuperam informação (*information retrieval*) em *sites* confiáveis.

Em relação aos módulos presentes na arquitetura, suas descrições são as seguintes:

- *Módulo Controle* - é responsável pela comunicação com os demais módulos e garante o sincronismo das atividades previstas nas aplicações, quando da correta seqüência de execução. Ele também responde pela autenticação dos tomadores de decisão, obtendo informações do arquivo *Agente* do Banco de Dados. Serve de *front-end* de aplicações;
- *Módulo Entendimento do Problema* – tem como objetivo recuperar recursos anexados ao problema apresentado e exibi-los ao usuário para sua análise. Também responde pelo instanciamento do grau de complexidade do problema mensurado pelo tomador de decisão;

- *Módulo de Recuperação e Filtragem de Casos* – aciona o modelo RBC, que executa a atividade *Recupera*, obtendo soluções de problemas, eventualmente justificadas por evidências aplicadas. Mecanismos de filtragem podem ser aplicados com base em informações contextuais do tomador de decisão (pneumologista p.ex.) e do ator do problema (habilidades p.ex.) presente em Banco de Dados. É módulo importante no apoio à resolução de problema complexo quando são encontradas diversas soluções fragmentadas na Base de Casos que podem ser reusadas em combinação;
- *Módulo de Pesquisa e Avaliação de Evidências* – tem a função de auxiliar na pesquisa por evidências em *sites* confiáveis (passos 1 e 2 da PBE). A evidência selecionada deve ser analisada (passo 3 da PBE) e o contexto da sua geração deve ser confrontado com o contexto do ator o problema apresentado (passo 4 da PBE). Ele acessa base de documentos fora do ambiente organizacional, propicia a realização de extração manual do documento e a instanciação da extração em Banco de Dados local. Torna-se um importante módulo no apoio à resolução de problema complexo quando não são encontradas soluções na Base de Casos ou quando as soluções encontradas são insuficientes para resolver o problema;
- *Módulo de Escolha da Solução* – sua funcionalidade é de determinar a melhor solução com base nas alternativas de solução encontradas. Se a solução deve ser gravada na Base de Casos, então se deve acionar o modelo RBC para executar a atividade *Reusa*. Caso contrário, trata-se do quarto passo dos procedimentos da PBE, devendo a intervenção ser gravada no Banco de Dados. Combinação de soluções envolvendo evidências e soluções de casos anteriores, em conjunto, deve ser gravada na Base de Casos através da atividade *Reusa*;
- *Módulo de Implementação da Solução* – sua funcionalidade é registrar resultados de testes realizados com a solução, tendo para isso que acionar o modelo RBC para executar a atividade *Revisa*;
- *Módulo de Avaliação de Decisões* – para utilização exclusiva na PBE, ele corresponde ao último passo e deve registrar o desempenho do próprio

tomador de decisão (auto-avaliação dos critérios de escolha da solução, p.ex.) no arquivo *Pesquisa Evidências* no Banco de Dados. Porém, para registrar na Base de Casos deve-se acionar a atividade *Retêm* de RBC, que recebe informações relativas à aprendizagem (histórico, estratégias de solução, estratégias de buscas, etc.), bem como avaliações acerca da solução determinada (grau de sucesso da aplicação da solução) e/ou desempenho do próprio tomador de decisão (para soluções de casos com justificativas baseadas em evidências) para gravação.

No que tange à flexibilidade do *framework*, o módulo *Entendimento do Problema* apresenta um ponto de flexibilidade, pois há procedimentos internos nos domínios médico e jurídico criminal que são diferenciados. Um jurista obtém, dentre outras provas, perícias e depoimentos (provas material e testemunhal) para analisar e entender a veracidade dos fatos. Por sua vez, médicos analisam resultados de exames físico e laboratoriais e aplicam ferramentas estatísticas (árvores de decisão, p.ex.) para entender melhor manifestações patológicas. Embora o objetivo seja o mesmo, entender o problema, os procedimentos são bem diferentes, necessitando, neste ponto, estabelecer flexibilidade.

Com respeito à extensibilidade, observa-se que no módulo *Implementação da Solução* pode haver extensões. Como exemplo, no seio jurídico ele corresponde à execução penal de um ofensor, podendo haver descumprimento de pena (como em aplicações de penas alternativas) e reincidência criminal durante sua execução. Para a área médica, soluções de problemas clínicos podem não corresponder a seus pacientes, vindo a necessitar da adição de uma intervenção cirúrgica, durante o tratamento, representando uma extensão (cirurgia) na implementação da solução (tratamento).

4.4 Comentários sobre o *Framework* Proposto

Neste capítulo, foi apresentada uma visão geral do *framework* ECoCADe, um *framework* para apoiar tomadas de decisões baseadas em evidências, contexto e casos.

Um de seus componentes, a arquitetura para SIG e SBC, foi descrito em detalhes. Os módulos presentes na arquitetura são coerentes com as fases do processo decisório de

Simon, tendo em vista facilitar o seu uso por aplicações de apoio à decisão que utilizem SIG e/ou SBC.

Para construção do *framework*, foram observadas etapas do processo decisório em ambientes médico e jurídico criminal. A investigação em dois domínios busca demonstrar portabilidade, além de usabilidade do *framework* em domínios distintos. A modularidade aplicada permite o reuso de fases e atividades de processo decisório. Características de extensibilidade podem ser aplicadas no módulo *Implementação da Solução*, como no exemplo da necessidade de tratamento excepcional ocorrida durante a execução penal de ofensores com descumprimento da penalidade. Aspectos de flexibilidade podem ser aplicados no módulo *Entendimento do Problema*, quando da diferenciação de métodos para se obter um diagnóstico médico e da elucidação de fato jurídico criminal.

O *framework* apresenta contribuições em:

- Ser independente de domínio, considerando domínios que tratam PBE;
- Permitir extensões e flexibilidade de procedimentos de tomadas de decisão para com domínios específicos;
- Integrar evidências, contexto e casos para facilitar o esboço de soluções para problemas complexos, respeitando as fases do processo decisório de Simon;
- Deter uma arquitetura com elementos arquiteturais para um sistema híbrido envolvendo SIG para tratar evidências com contexto e SBC para tratamento de casos; e
- Incorporar uma base de evidências aplicadas, permitindo assim seu reuso e obtendo economia de tempo na busca por soluções baseadas em evidências para problemas similares.

Para representar informações das atividades dos modelos RBC e PBE, considerando contexto, em ECoCADe, será apresentado no próximo capítulo um *subframework*, conceitual, que serve de apoio à modelagem de dados e representação de casos.

Capítulo 5

Um *Subframework* Conceitual para Apoio à Modelagem de Evidências com Contexto e Representação de Casos

Nesta pesquisa, observa-se que além da Medicina, com suas especialidades (Cardiologia, Psiquiatria, Ginecologia, etc.), diversos campos da saúde (Fisioterapia, Psicologia, Veterinária, etc.) e diversas áreas têm adotado a PBE. Dentre elas encontram-se: Prevenção ao Crime, Educação, Serviço Social e Ciência da Computação, mais especificamente Engenharia de *Software*. Entretanto, é sentida a ausência de modelos conceituais que preservem a reutilização de classes e a portabilidade entre domínios que tratam evidências de pesquisa.

Uma vez que Dobrow et al. (2004) afirmam que “o contexto de tomada de decisão pode ter um impacto numa decisão baseada em evidências.”, a representação de contexto com evidências é fundamental para apoiar tomadas de decisão baseadas em evidências.

Na expectativa da PBE migrar para novas áreas, apoiando a resolução de problemas pioneiros em um domínio organizacional e que problemas complexos podem ser solucionados com técnicas de RBC, neste capítulo, é apresentada uma seção correspondente a um *subframework* conceitual para prover uma estrutura de classes que representem: (i) informações relativas à PBE, levando em consideração seu contexto de tomada de decisão, e (ii) representação de casos, motivados por problemas. O *subframework*, denominado ModECoCa (Modelagem de Evidências com Contexto e representação de Casos), serve de apoio para a: (i) etapa conceitual de modelagem de dados de um desenvolvimento de sistemas típico, e (ii) representação de casos para atender ao desenvolvimento de sistema baseado em conhecimento.

Na Seção 5.1, é apresentado o *subframework* ModECoCa descrito em linguagem UML; sua aplicação na Medicina Baseada em Evidências está presente na Seção 5.2; e uma seção de comentários finda o capítulo.

5.1 Integrando Evidências, Contexto e Casos

Modelagem de evidências com contexto é algo não-trivial. Para elaborar esta integração, e visando diminuir o grau de esforço e complexidade de sua construção, utilizamos a estratégia de: (i) trazer à tona definições e conceitos oriundos da PBE e modelá-los; (ii) realizar uma pesquisa sobre modelagem de contexto; e (iii) realizar a integração. Em relação à modelagem de contexto, aproveitamos construtores do trabalho de Vieira (2008) para integrar a modelagem de classes que envolvem PBE (Lopes et al. 2010a).

Na Seção 3, observam-se trabalhos existentes que consideram a integração de casos com contexto. A intenção foi aproveitar esta idéia, porém utilizando elementos contextuais como parâmetros de filtragem (Lopes e Schiel 2010).

Por conseguinte, definimos uma estrutura de casos para se incorporar a evidências com contexto (quer como informação relevante quer como mecanismo de filtragem), apresentada na perspectiva de apoiar a construção de aplicações em SBC e/ou SIG (Lopes et al. 2010b).

As duas ilustrações que se seguem auxiliam o entendimento de ModECoCa. Na Figura 5-1, são apresentadas suas funcionalidades, que utilizam a seleção de valores de enumeração (tipos) apresentados na Figura 5-2. Ao longo desta seção, mecanismos de extensibilidade da UML (estereótipos, valores atribuídos e restrições) serão utilizados para melhor esclarecer os diagramas apresentados.

As classes que envolvem *Contexto* são baseadas em definições de Vieira (2008). Na Figura 5-1, *Foco* representa a execução de uma *tarefa* realizada por um *agente*, que tem um papel na resolução do problema. Uma tarefa “fazer uma análise crítica da melhor evidência encontrada” para um agente “médico” no papel “avaliador”, serve como exemplo.

EntidadeContextual representa as entidades da aplicação com ao menos um elemento contextual. O grau de confiabilidade (*grauC*) é um exemplo de um elemento contextual para a classe *Documento*.

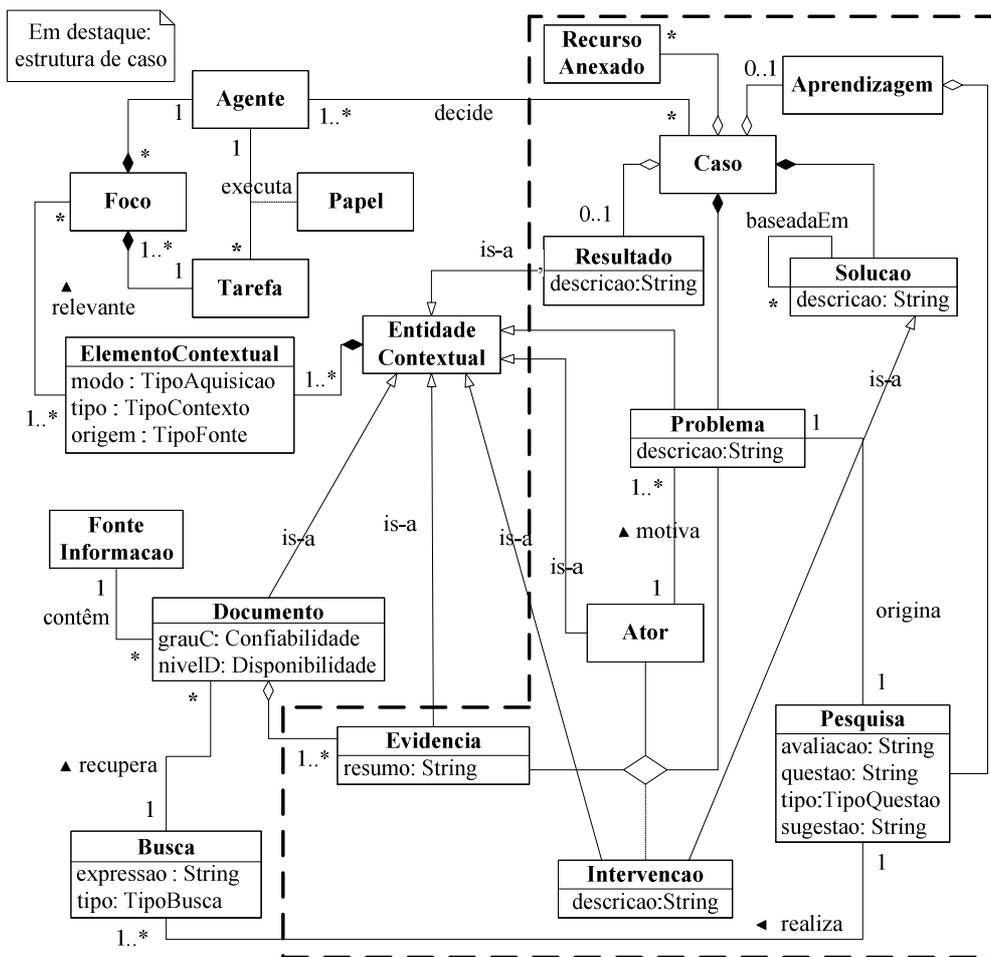


Figura 5-1 Subframework de apoio à modelagem de evidências com contexto e representação de casos.

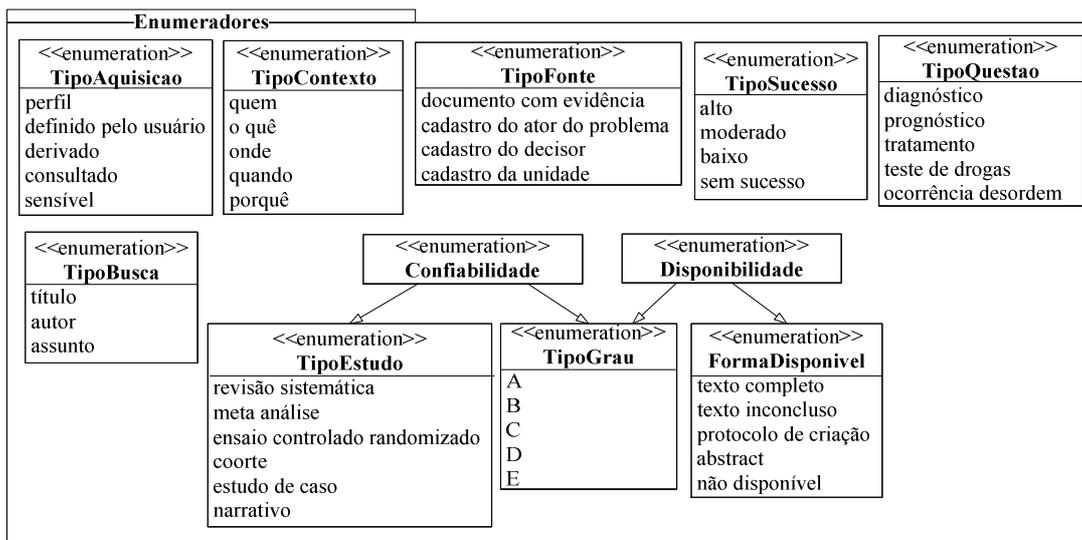


Figure 5-2 Enumeração para auxiliar classes do subframework proposto.

A associação entre *Foco* e *ElementoContextual* determina o que é relevante para um foco.

As características dimensão (*TipoContexto*) e método de aquisição (*TipoAquisicao*) determinam o tipo e o modo do elemento contextual. Fontes contextuais (*TipoFonte*) podem ser internas ou externas ao ambiente de tomadas de decisão (p. ex. registros médicos de pacientes, um documento com evidência obtido a partir de *sites*).

Acerca da PBE e suas classes de representação, o ponto de partida é a observação de um problema motivado por um ator para ser decidido por um agente (agente humano, neste trabalho).

A descrição de um problema é motivada por protagonistas (representados na classe *Ator*). Cada problema está associado a uma investigação, que é iniciada por uma questão formulada (ver primeiro passo da PBE na Seção 2.2) e finalizada com uma auto-avaliação do desempenho da pesquisa realizada pelo agente e suas sugestões para melhor realização no futuro (último passo da PBE), cujas informações são instanciadas na classe *Pesquisa*. Cada um dos domínios em que a PBE é aplicada possui uma lista de diferentes tipos de questões (*TipoQuestao*). Por exemplo: “diagnóstico” e “prognóstico” em domínio médico; “teste de drogas” e “ocorrências de desordens” na área da prevenção da criminalidade.

Durante a pesquisa, várias buscas podem ser realizadas para recuperar documentos que contenham evidências. Para a classe *Busca*, expressão e tipo de busca (*TipoBusca*) devem estar presentes.

FonteInformacao representa os grupos de pesquisa independente que geram documentos com evidências, tais como *Cochrane Collaboration* (área médica) e *Campbell Collaboration* (área de prevenção do crime). *Springer Verlag* não representa um grupo gerador de evidências, mas detém documentos com evidências.

Cada documento pesquisado apresenta um tipo de estudo (*TipoEstudo*) que pode estar em todos os domínios (p.ex. revisão sistemática, estudo de caso) ou mais presente em domínios específicos (coorte - na área médica; narrativa - na prevenção do crime). Os estudos são associados a graus, formando uma hierarquia de acordo com a sua confiança (*Confiabilidade*). A acessibilidade ao estudo (*FormaDisponivel*) é associada a um grau que determina sua disponibilidade.

Na área médica, diretrizes da Medicina Baseada em Evidências são orientações clínicas para cuidados de saúde primários combinados com as melhores evidências disponíveis (Sackett et al., 2001). ModECoCa torna-se extensível ao adaptar diretrizes clínicas a um tipo de estudo.

Após selecionar as evidências encontradas, o agente (tomador de decisão) irá escolher aquela que lhe parecer mais apropriada (passo dois da PBE), a qual é instanciada na subclasse *Evidencia*. Ela serve de justificativa para intervenção do problema atual e para reutilização em futuras intervenções.

O resultado da análise crítica, ou em outras palavras; a validade, a relevância e a aplicabilidade da melhor evidência (passo três da PBE), correspondem a informações contextuais. Relevância é um elemento contextual presente em *Documento*, enquanto que aplicabilidade (utilidade prática) está em *Evidencia*. Assim, *Documento* e *Evidencia* são tipos (especializações) de *EntidadeContextual*.

A classe *Intervencao* é resultante da associação entre as classes *Problema*, *Ator* e *Evidencia*. Ela contém uma descrição de uma decisão tomada (solução interventiva) onde informações das classes associadas têm sido consideradas, inclusive as preferências, valores e aspectos culturais (conduta, comportamento, p.ex.) do ator com o problema apresentado (passo quatro da PBE). Preferência é um elemento contextual e, portanto, *Ator* é uma especialização de *EntidadeContextual*.

Acerca da estrutura de caso, em destaque na Figura 5-1, a classe *Caso* é composta das classes *Problema* e *Solução*; e agrega as classes *Resultado*¹⁶ e *Aprendizagem*. Um problema está relacionado a um ator. Uma solução pode ser resultante do reuso de outras soluções já aplicadas (solução baseada em casos antepassados). Uma intervenção também representa uma solução, porém baseada em evidência, que corresponde à justificativa da solução. O resultado da aplicação da solução e a análise deste resultado devem estar presentes na classe *Resultado*. Uma vez que a pesquisa faz parte do processo de aprendizagem, *Pesquisa* passa a ser uma classe agregada à classe *Aprendizagem*.

Quando da necessidade de um melhor entendimento do problema, o agente pode solicitar informações complementares a serem registradas em documentos anexos ao caso. No âmbito jurídico, isto corresponde a depoimentos, laudos periciais, entre outros. Na área

¹⁶ Em algumas estruturas de casos podem não existir resultados (para uma recomendação de viagem, p.ex.)

médica, exames complementares são elementos correspondentes. Estas informações são residentes na classe *RecursoAnexado* que está agregada a classe *Caso*.

A associação entre *Agente* e *Caso* especifica os tomadores de decisão que participaram das etapas do processo decisório.

Informações relativas ao problema tais como queixas de um paciente ou local e circunstâncias de um crime são consideradas informações contextuais. Assim, a classe *Problema* é uma entidade contextual. De forma similar, o grau de sucesso da execução de um caso (abrigado na classe *Resultado*) é uma informação contextual. Logo, *Resultado* é também uma especialização de *EntidadeContextual*.

Sobre caracterização de um *framework*, as classes *Foco*, *Evidencia* e *Busca* são classes gerais para qualquer domínio. As demais classes detêm características para representar classes correspondentes de outros domínios. Por exemplo, A classe *Agente* corresponde, respectivamente, as classes *Medico*, *Juiz* e *Professor* para os domínios médico, jurídico e educacional. Características de extensibilidade do *framework* podem ser aplicadas em seus respectivos domínios. Como exemplo no domínio jurídico criminal, a classe *Ator* pode ser representada pela classe *Participante*, que por sua vez é especializada nas subclasses *Ofensor* e *Vitima*.

5.2 Usando o *Subframework* de apoio à Modelagem na Medicina Baseada em Evidências

Para ilustrar a apresentação de ModECoCa na MBE, esta seção introduz um cenário de uso e um exemplo extraído de caso real.

5.2.1 Modelagem do Cenário da Medicina Baseada em Evidências

Na Figura 5-3, é apresentado um Diagrama de Casos de Uso com os requisitos do cenário investigado. O diagrama está enriquecido com os estereótipos <<Agente>> (associado ao tomador de decisão), <<Tarefa>> (que são casos de uso relativos a fases do processo decisório de Simon) e <<executa>> (para associar a execução de uma tarefa a um agente). No cenário, são considerados médicos praticantes da MBE.

Um assessor (representado no diagrama pelo ator *Assistente Médico*) tem, dentre outras, as funções de recepcionar e cadastrar dados pessoais do motivador do problema

(ator *Paciente*), além de anexar resultados de seus exames (físico, laboratorial, radiológico, etc.) e endereçá-los a um agente tomador de decisão (ator *<<agente>> Médico*).

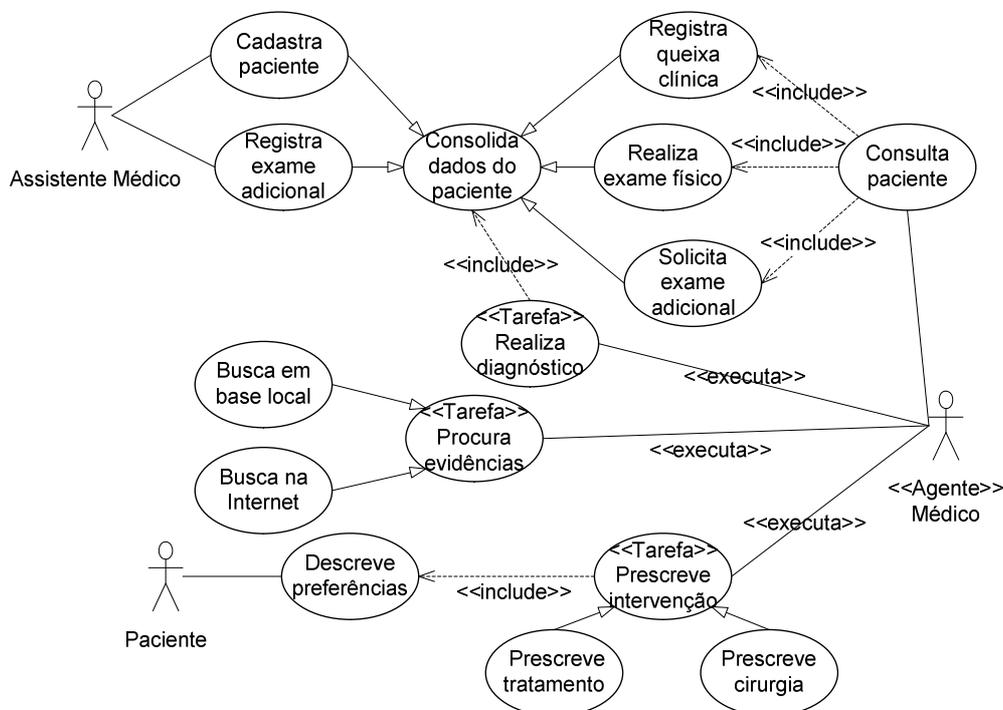


Figura 5-3 Cenário para a Medicina Baseada em Evidências, representado em Casos de Uso.

Focado no problema do paciente, e munido da queixa clínica apresentada durante a consulta médica, dos dados pessoais e de resultados de exames do paciente; cabe ao médico conciliar as informações existentes e realizar análise com vistas a entender o problema (caso de uso *<<Tarefa>> Realiza diagnóstico* que corresponde à fase *Inteligência*). Diversas solicitações de exames podem ser realizadas visando alcançar uma análise precisa.

Com foco nas evidências disponíveis e após entender o problema do paciente, o médico deve procurar por alternativas de soluções (caso de uso *<<Tarefa>> Procura evidências* correspondente à fase *Concepção*) visando obter evidências utilizadas e registradas em Banco de Dados organizacional ou evidências residentes em *sites* confiáveis.

A procura em bases organizacionais aparece neste trabalho como uma alternativa original aos usuários da PBE. Para isso, ela detém atividades que envolvem: (i) a busca por documentos com evidências em base local, a partir de palavras-chave da consulta feita pelo médico; (ii) cálculos de similaridade envolvendo palavras-chave da consulta *vs.* palavras-chave do documento com evidência encontrado, e dados do problema apresentado *vs.* dados

de problemas de casos antecedentes na organização; e (iii) apresentação de um *ranking* de casos classificados em ordem decendente do valor de similaridade calculado.

Para a busca por evidências na *Internet*, os passos correspondem ao que foi apresentado na Seção 2.2, ou seja, (i) converter o problema em uma questão PICO; (ii) selecionar a melhor evidência; (iii) avaliar o grau de validade, relevância e aplicabilidade prática da evidência selecionada; e (iv) mensurar expectativa, adaptabilidade e segurança da evidência selecionada quando de sua aplicação ao paciente. A melhor evidência deve ser discutida com o paciente (e/ou seus familiares). As preferências do paciente devem ser consideradas para então se tomar decisão sobre o problema apresentado (caso de uso <<Tarefa>> *Prescreve intervenção* que correspondente à fase *Escolha*). Tratamento clínico e cirurgia são as possíveis modalidades de solução.

A modelagem do caso de uso <<Tarefa>> *Realiza diagnóstico* é apresentada na Figura 5-4.

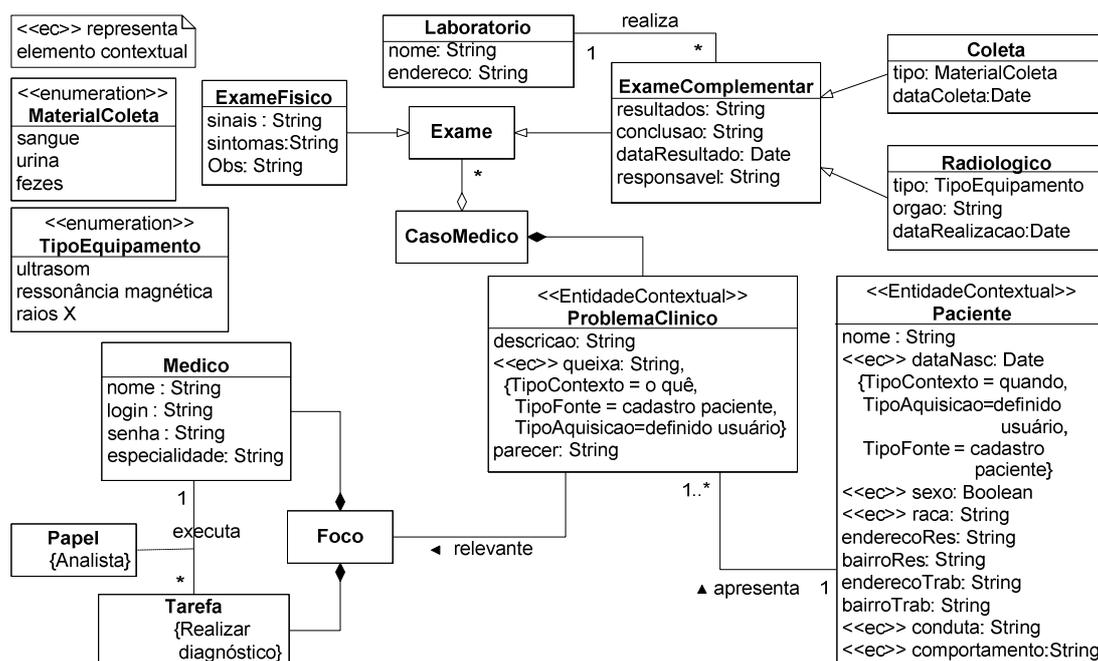


Figura 5-4 Modelagem para a realização do diagnóstico com foco no problema clínico.

O foco *MedicoRealizaDiagnostico* representa uma tarefa *RealizarDiagnostico* que é executada pelo agente *Medico* no papel *Analista*.

As entidades contextuais identificadas são *ProblemaClinico* e *Paciente*, respectivamente *Problema* e *Ator* de ModECocA. Em *ProblemaClinico*, *queixa* é elemento

contextual classificado como *tipo=o que*, adquirido a partir da consulta ao paciente, sendo, portanto, *TipoAquisicao=definido usuário*. Em *Paciente*, encontram-se os seguintes elementos: *sexo*, *raça*, *conduta*, *comportamento* e *dataNasc*, este último sendo classificado como *tipo=quando*, obtido a partir do cadastramento dos dados do paciente realizado pelo ator *Assistente Médico (TipoAquisicao=definido usuário)*. Os elementos contextuais, neste foco, são encontrados na fonte *cadastro paciente*¹⁷.

Extensões foram aplicadas, quando do instanciamento da classe *Exame* para corresponder à classe *RecursoAnexado* em ModECoCa, visando representar exames físicos e complementares. No caso de exame complementar, a classe *Laboratorio* registra os órgãos executores, e as subclasses *Coleta* e *Radiologico* representam as modalidades de exames, as quais detêm específicos valores enumerados (tipos) afixados em *MaterialColeta* e *TipoEquipamento*, respectivamente.

O segundo foco, Figura 5-5, corresponde ao caso de uso <<Tarefa>> *Procurarevidências*. Nele, o agente *Médico* tem o papel *Avaliador*.

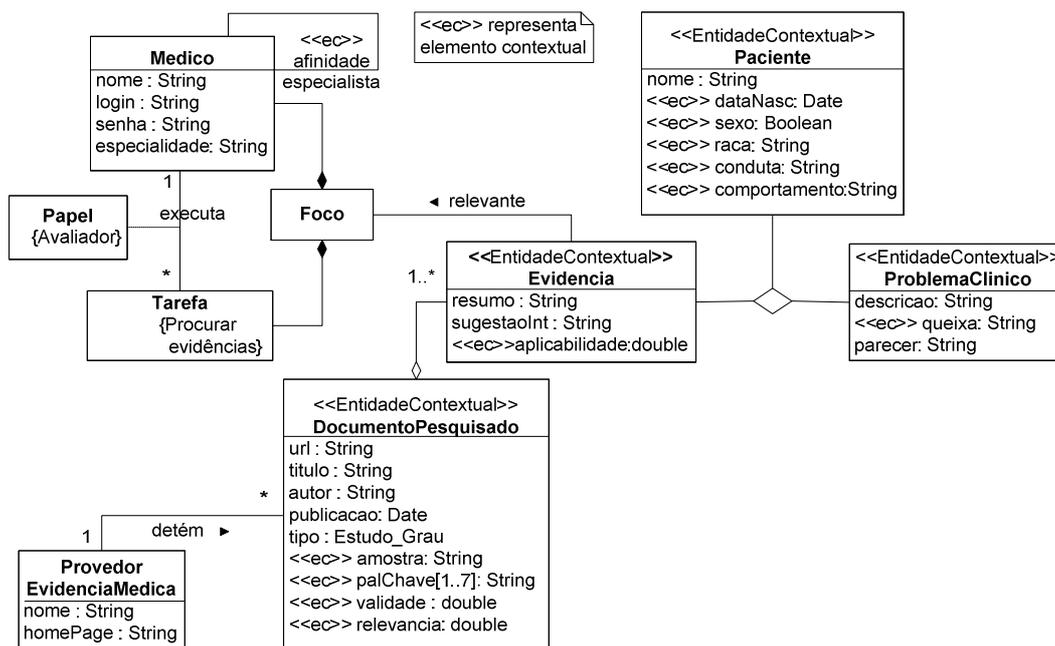


Figura 5-5 Modelagem para a procura por evidências.

¹⁷ Para efeito de entendimento da modelagem da classificação de elemento contextual, foram modelados apenas os elementos *queixa* e *dataNasc*. Fica implícito que a classificação dos demais elementos contextuais, nesta e demais figuras encontrados ao longo da tese, devem também ser modelados cf. exemplificado aqui.

Novas entidades contextuais foram identificadas: *DocumentoPesquisado* e *IntervencaoMedica*, representando, respectivamente *Documento* e *Intervencao*, além de *Evidencia* (genérica para domínios).

Os elementos contextuais de cada entidade estão exibidos na Figura 5-5. Visando a recuperação de documentos a partir de palavras-chave da consulta, foi projetado o elemento contextual *palChave* em *DocumentoPesquisado* para abrigar os diversos termos centrais do documento com evidência. De forma semelhante, a partir de palavras-chave do paciente e de seu problema, encontram-se atributos em *Paciente* (*dataNasc* e *comportamento*, p.ex.) e *ProblemaClinico* (*descricao* e *queixa*, p.ex.), respectivamente, para confrontar similaridades. O elemento contextual *afinidadeespecialista* foi incluído para ser usado em mecanismos de filtragem para situação em que o médico do caso atual requer recuperação de casos solucionados por médicos de mesma especialidade que a sua (ou de uma especialidade mencionada).

A classe *ProvedorEvidenciaMedica* é relativa a *Fonteinformação* em ModECoCa.

Para determinar a intervenção médica, o foco está na evidência e no problema do paciente. O agente *Medico* tem a tarefa *Prescrever intervençao*, executando o papel *Interventor*. Na Figura 5-6, é apresentada a modelagem deste último foco.

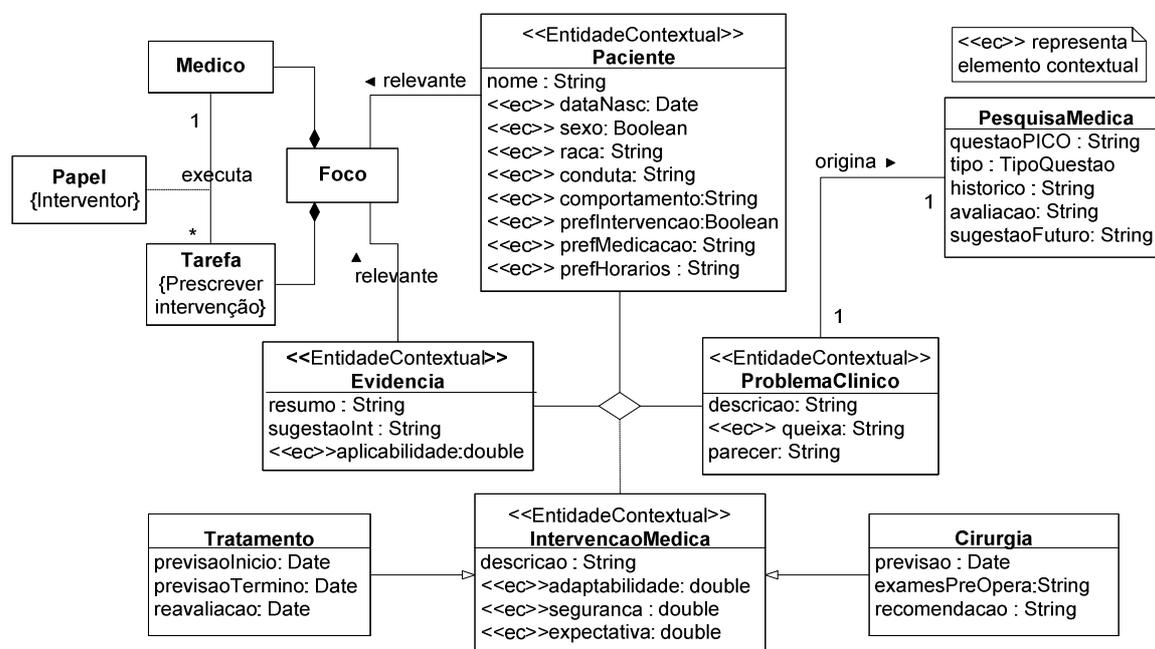


Figura 5-6 Modelagem para intervençao.

Mais uma entidade contextual é identificada: *IntervencaoMedica* (classe *Intervencao* em ModECoCa) com seus elementos contextuais sobre intervenção baseada em evidências. As subclasses *Tratamento* e *Cirurgia* são extensões utilizadas.

No que tange a representação de caso em MBE, a figura a seguir mostra a estrutura projetada a partir de ModECoCa.

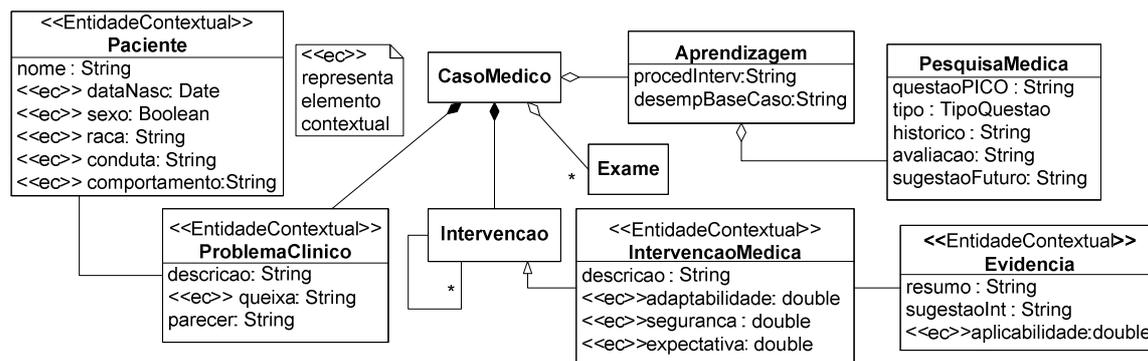


Figura 5-7 Estrutura de caso para a MBE.

CasoMedico é composta das classes componentes: *ProblemaClinico*, associada a classe *Paciente*; e *Intervencao* (solução do caso), especializada em *IntervencaoMedica*. Intervenções referenciam novas evidências (classe *Evidencia*) ou antigas intervenções. Acerca da classe *Aprendizagem*, ela contém os procedimentos realizados para a solução (*procedInterv*) e o desempenho para acessar a Base de Casos (*desempBaseCaso*). *Aprendizagem* está agregada à *CasoMedico*, e agrega *PesquisaMedica*.

5.2.2 Diagrama de Objetos para o Cenário Apresentado

O exemplo abaixo permite compreender uma aplicação prática com casos reais envolvendo as estruturas de dados encontrados nos diagramas de classes acima. Ele foi extraído de artigo em Friendland et al. (2001, pag.190-201), também disponível no *site* do JAMA, e apresenta-se com algumas adaptações. Neste exemplo, são considerados os contextos: do tomador de decisão (médico), do motivador do problema (paciente) e da geração de evidências (justificativa da decisão).

O paciente JSR com 75 anos apresenta queixas quanto ao ato de urinar e tem vômitos. O médico urologista realiza exame físico constatando febre e próstata crescida, vindo a solicitar exame complementar, a partir de coleta de sangue, para saber o valor do Antígeno Prostático Específico (*Prostatic-Specific Antigen* – PSA) do seu paciente. Com o

resultado dos exames fica constatada a presença de câncer de próstata em estado localizado. Na Figura 5-8, é apresentado o diagrama de objetos para a realização do diagnóstico.

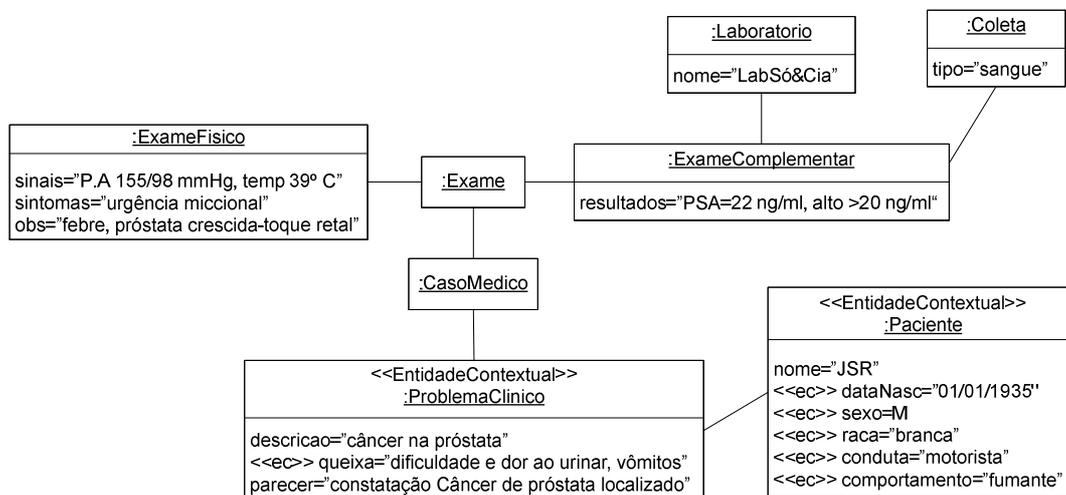


Figura 5-8 Diagrama de objetos para o caso de uso *Realiza diagnóstico*.

Visando reusar intervenções baseadas em evidências no âmbito organizacional, o médico acionou a base de casos e encontrou resultado apresentado na Figura 5-9.

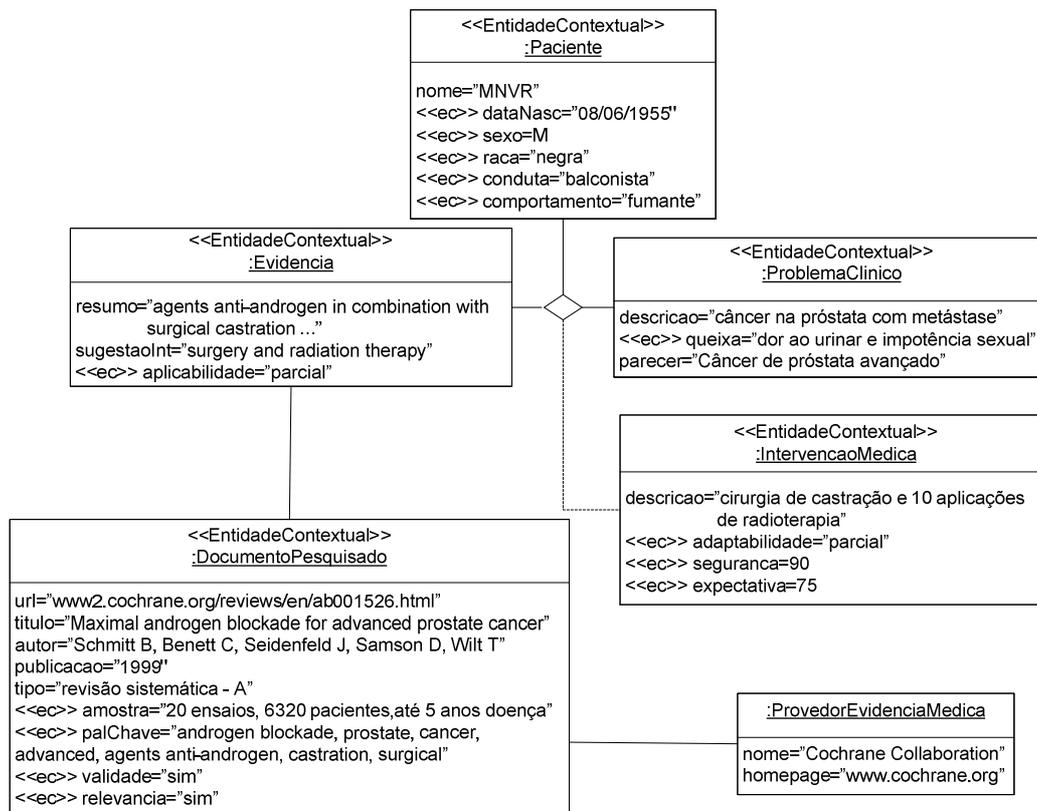


Figura 5-9 Diagrama de objetos para o caso de uso *Procura evidências*.

Entretanto, o urologista rejeitou a possibilidade de reuso da evidência recuperada devido a sua indicação ser apropriada para tratamento cirúrgico em caso de câncer na próstata em estado de metástase com urgente intervenção. Além do mais, o paciente tratado no caso recuperado apresenta histórico de casos antecedentes na família e é de origem de raça negra (possibilidade de maior pré-disposição à doença para “pacientes afro-americanos e latinos [que] podem ter história natural diferente”, cita o documento com evidência).

Assim, a pesquisa por evidências nos *sites* da *Cochrane Collaboration*, *MEDLINE* e *JAMA* foi iniciada. Após vários documentos com evidências recuperados o médico optou pela evidência apresentada no diagrama abaixo e designou um tratamento como intervenção médica.

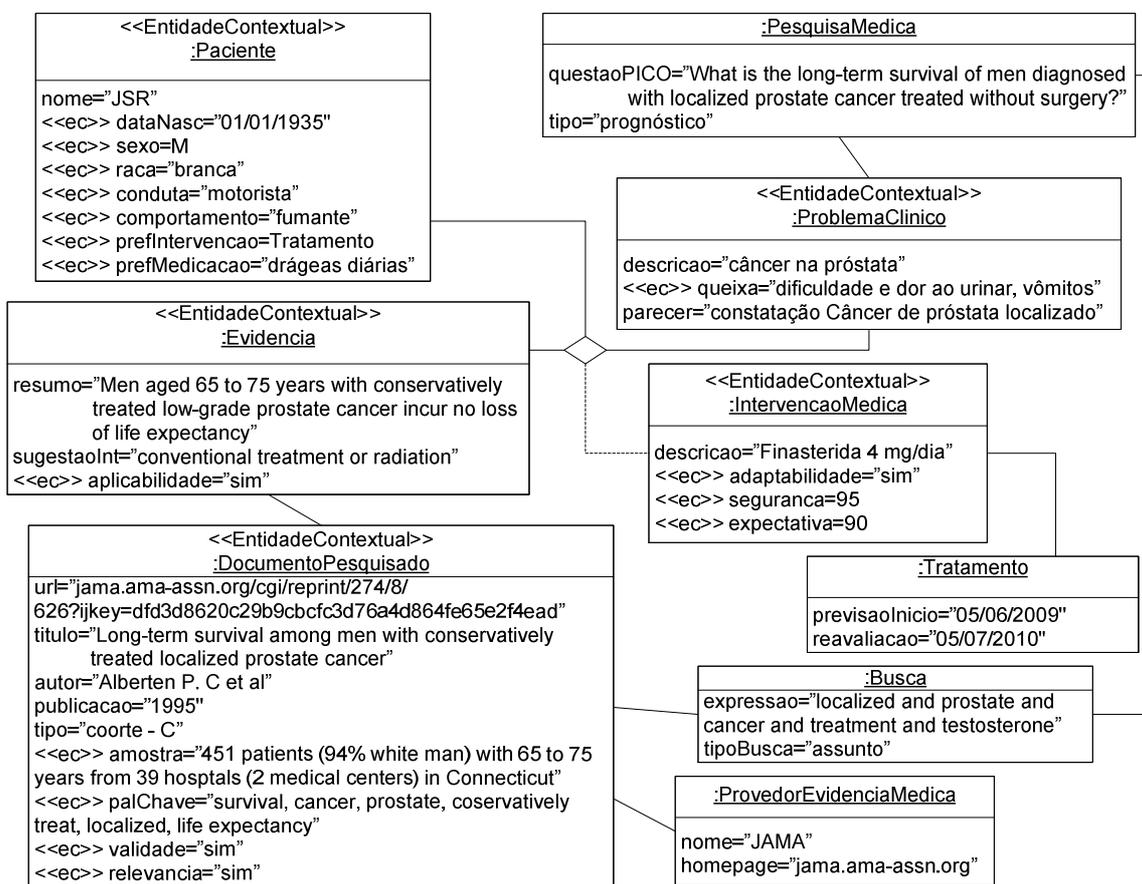


Figura 5-10 Diagrama de objetos para o caso de uso *Prescreve intervenção*.

5.3 Comentários sobre o *Subframework* de Apoio à Modelagem

Neste capítulo, foi apresentado um *subframework* conceitual para apoiar a modelagem de evidências e contexto, além de representar estruturas de caso justificadas por evidências.

Nossa proposta visa suprir a lacuna apresentada na introdução desta tese, quanto à constatação das ausências de: (i) um esquema conceitual para uma PBE, (ii) a integração de evidências com contexto, e (iii) mecanismos de inferência para viabilizar reuso de evidências já aplicadas numa organização.

Ele serve de apoio a projetista de sistemas, e seus principais benefícios são:

- Ser independente entre domínios que usam PBE;
- Servir de guia para a etapa de modelagem de dados. Neste íterim acredita-se poder fornecer maior celeridade no tempo do desenvolvimento de aplicações, e maior transparência e coesão entre modelos de aplicação;
- Permitir extensões de classes para domínios específicos; e
- Estabelecer uma estrutura de caso para permitir otimizar o tempo de busca por soluções de problemas similares justificadas por evidências de pesquisa.

No que tange ao reuso de classes, ilustramos nosso propósito ao aplicar ModECoCa na área médica, área pioneira da PBE. Com um exemplo real adaptado, demonstraram-se instanciações em estruturas de dados projetadas. O exemplo prático também mostra a reutilização de evidências já aplicadas em bases organizacionais.

No próximo capítulo, será apresentada a contribuição de uma abordagem metodológica para apoiar tomadas de decisão por especialistas de domínios.

Capítulo 6

Abordagem Metodológica Centrada na Integração RBC, PBE e Contexto

Atividades de decisão envolvem tarefas cognitivas, processamento de informações, disponibilidade de dados, aspectos culturais e prioridade entre outros conceitos (Ferreira et al., 2007). Especialmente para problemas que apresentam a necessidade de buscas por soluções em diversas fontes de dados e em contínuo crescimento, tal como problemas complexos, tomada de decisão requer a dimensão adicional de filtragem e classificação dos níveis de disponibilidade e de confiabilidade das informações para serem manipuladas por modelos, estejam estas informações em base local ou fora do ambiente organizacional.

Nesta perspectiva, este capítulo apresenta uma abordagem metodológica com o objetivo principal de prover diretrizes para apoiar tomadores de decisão, guiando-os a partir de requisitos específicos no apoio à resolução de problemas com as características acima, a partir de técnicas de RBC e procedimentos da PBE, aliados ao uso de contexto.

Para confirmar este objetivo, investigações foram realizadas em ambientes médico e jurídico para: capturar e analisar decisões típicas e critérios de decisão; identificar o processo decisório; e identificar os seus atores.

Neste capítulo, é descrita a abordagem metodológica contemplando: uma visão geral (Seção 6.1), detalhes de suas atividades, respeitando fases de um processo decisório estabelecido (Seção 6.2), e considerações acerca de seu teor (Seção 6.3).

6.1 Visão Geral

Acerca de abordagens para apoio à decisão baseada em casos, Belecheanu et al. (1999), afirmam:

“As pessoas acham mais fácil e natural usar a experiência passada na tomada de decisão, especialmente se os parâmetros de contexto não estão claramente definidos ou conhecidos. Se esta experiência é na forma de intuição, ou conhecimento de alguma outra pessoa, ou ela vem através de base de dados de regras ou orientações, ela normalmente expressa conhecimento sobre o domínio do problema. Ferramentas de apoio à decisão fornecem os conhecimentos necessários para o tomador de decisão através de regras ou através de casos.”

Assim, considerando um problema complexo e sua resolução, a abordagem centrada em casos integrados a uma base de documentos com evidências e informações contextuais torna-se uma forma viável e eficiente de se implementar.

Em trabalhos anteriores, viabilizou-se a integração das atividades de RBC com procedimentos da PBE (Lopes e Schiel, 2009). Uma vez que Vieira (2008) afirma que “Contexto é um conhecimento que apóia a habilidade de definir o que é ou não é relevante em dada situação”; em trabalhos anteriores, foram incorporados elementos contextuais à integração RBC com PBE (Lopes et al., 2010b), amparados no ciclo básico de RBC, conforme apresentado na Figura 6-1.

Sendo “Raciocínio Baseado em Casos não só uma técnica computacional, mas também uma metodologia para tomadas de decisões dirigidas” (Belecheanu, et al., 1999), as atividades presentes na Figura 6-1 foram agrupadas nas fases abaixo, respeitando o processo decisório de Simon (Simon, 1960):

- Concepção - *Recupera e Filtra Casos, Transforma, Recupera de site, Avalia Criticamente e Integra;*
- Escolha – *Re[usa]*. Cabendo destacar que pode haver decisão baseada em casos e/ou evidências pioneiras ao ambiente organizacional;
- Implementação e Avaliação – *Revisa, Auto-avaliação e Retém.*

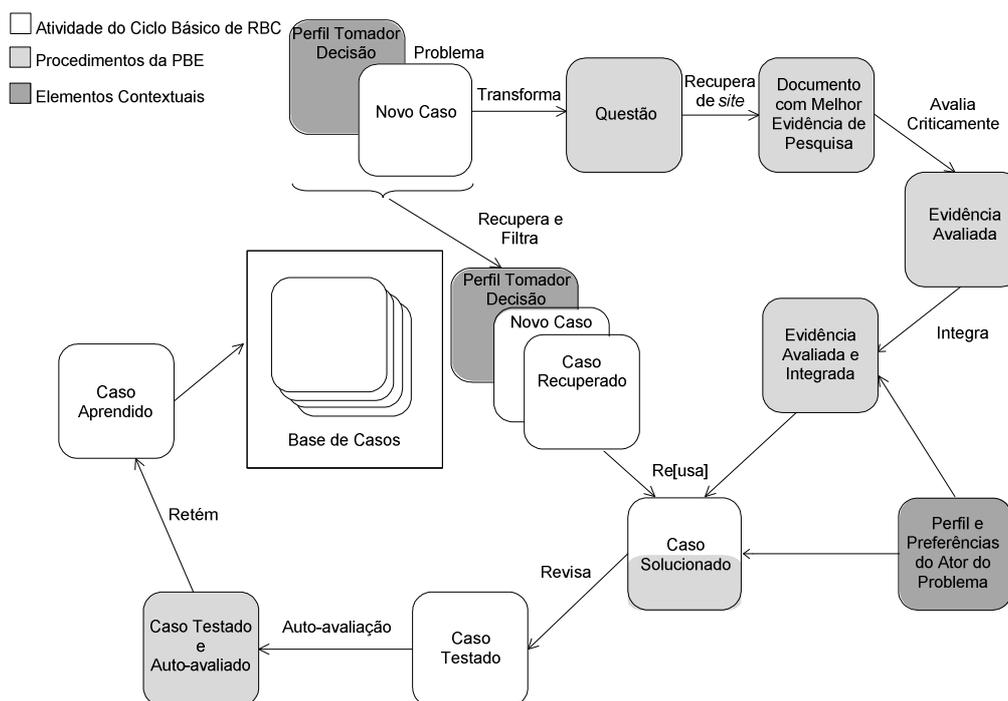


Figura 6-1 Integração PBE com elementos contextuais amparados no ciclo básico de RBC.

A intenção aqui é garantir a integração e o sincronismo das atividades sob forma sistemática, utilizando como estrutura central um modelo decisório consolidado. Em linhas gerais, a abordagem metodológica proposta representa uma adaptação do modelo de Simon, respeitando suas fases projetadas em um ciclo de atividades.

Com vistas a atingir esta expectativa, um primeiro trabalho, apresentando uma metodologia de apoio à decisão centrada em RBC aliada às fases do processo decisório de Simon aplicada ao domínio Jurídico Criminal, foi publicado (Lopes, Schiel e Pereira Jr., 2009).

Neste sentido, acredita-se que a proposta representa elementos potencialmente úteis para o processo de apoio à resolução de problemas complexos.

Na Figura 6-2, é apresentada uma visão geral do processo decisório a ser traduzido em passos metodológicos. Foram utilizados elementos do trabalho de Dobrow et al. (2004), apresentado na Seção 3.1, e incorporados novos procedimentos e construtores para sua representação.

A seguir uma descrição dos construtores.

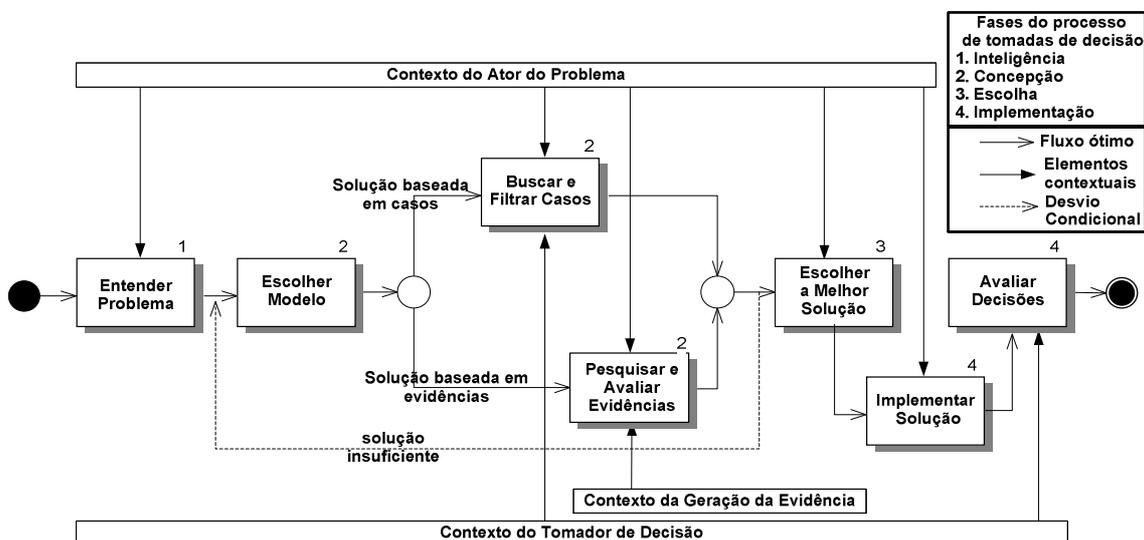


Figura 6-2 Visão geral do processo decisório baseado em evidências, contexto e casos.

1. *Entender Problema* – refere-se, em linhas gerais, à realização de diagnóstico, inclusive mensurando grau de complexidade do problema;
2. *Escolher Modelo* – com base na natureza do problema, e na experiência pessoal do tomador de decisão, aliado ao seu conhecimento das bases de dados, cabe decidir qual modelo utilizar para encontrar alternativas de solução:
 - 2.1 *Buscar e Filtrar Casos* – utiliza-se modelo RBC para obter soluções válidas, inclusive justificadas por evidências já aplicadas, para auxiliar na solução desejada. Mecanismos de filtragem são aplicados ao *ranking* de casos recuperados, a partir de informações contextuais do tomador de decisão (perfil) e do ator do problema (comportamento, p.ex.);
 - 2.2 *Pesquisar e Avaliar Evidências* - quando o problema é considerado pioneiro no ambiente organizacional a pesquisa por documentos com evidências em *sites* confiáveis é desejada. A evidência selecionada deve ser analisada e o contexto da sua geração (perfil de participantes presentes na amostra da pesquisa) deve ser confrontado com o contexto do ator do problema apresentado (perfil). Combinação de soluções envolvendo busca de casos e pesquisa por evidências, em conjunto, é possível, bastando repetir o passo anterior, antes de escolher a melhor solução;

3. *Escolher a Melhor Solução* - com base nas alternativas de solução encontradas na fase anterior, as quais devem ser avaliadas, julgadas e comparadas entre si, deve-se escolher a melhor dentre elas levando em consideração o contexto do ator do problema (perfil e preferências);
4. Na última fase encontram-se as subfases:
 - a. *Implementar Solução* – onde a solução escolhida é reavaliada e testada, até obter-se um resultado final de sucesso ou não; considerando o contexto do ator do problema como requisito;
 - b. *Avaliar Decisões* – avaliação da execução da solução escolhida, bem como auto-avaliação de desempenho do próprio tomador de decisão, e informações relativas à aprendizagem do caso devem ser consideradas nesta fase.

6.2 Estruturação da Abordagem Metodológica

Nesta seção, são detalhadas as atividades, traduzidas em passos metodológicos, em cada fase do processo decisório confeccionado. Observe-se que as fases da metodologia são coerentes com os módulos da arquitetura independente de domínio proposta no Capítulo 4, visando permitir que futuras aplicações sejam desenvolvidas compatibilizando os aspectos metodológicos com correspondente arquitetura para específicos domínios.

6.2.1 Fase um – Entendimento do Problema

O conjunto de atividades desta fase inicia-se com a *constatação do problema* (assalto com arma de fogo, convulsão epiléptica, p.ex.).

Em seguida, é realizado por um agente tomador de decisão (juiz, médico, p.ex.) o *exame do contexto do problema*, considerando, principalmente, atores envolvidos (e.g. paciente, réu, vítima), situações de envolvimento (circunstâncias ocorridas) e informações complementares coletadas (e.g. exame de corpo delito, eletro encefalograma) que fazem parte de uma investigação preliminar.

Neste momento, um ponto de flexibilidade aparece na metodologia relativa ao exame do problema (construtor em destaque na ilustração). Trata-se de atividades que devem seguir um protocolo específico a depender do domínio. Para a área médica um *exame diagnóstico* deve ser realizado envolvendo a obtenção do problema do paciente, representado por sinais e sintomas, para em seguida realizar testes com técnicas científicas, tais como cadeia de Markov (Sonnenberg e Beck, 1993), árvores de decisão (Garcia, 2003), dentre outras, visando interpretar o problema manifestado. Na área jurídica criminal, um conjunto de passos envolvendo a obtenção e análise de dados coletados através de depoimentos e provas materiais (e.g exames periciais) é realizado visando entender o problema apresentado.

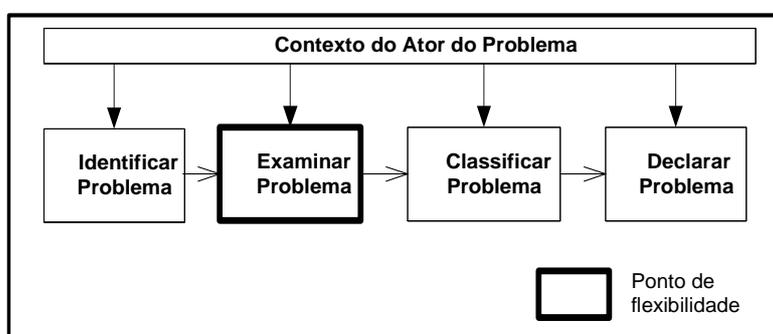


Figura 6-3 Atividades de apoio ao entendimento de problema.

A fase é concluída com a mensuração da complexidade do problema (muito alta, alta, moderada, baixa e muito baixa), ou seja, uma *classificação*, e uma *declaração* explícita do mesmo.

6.2.2 Fase dois – As alternativas de Solução

As atividades desta fase envolvem o desafio de utilizar modelos existentes para obter soluções válidas ou de criar uma solução pioneira. Neste íterim, importa encontrar e analisar cursos de ação alternativos para solucionar um problema.

Problemas classificados previamente com uma complexidade muito baixa, baixa ou média indicam - como critério - a busca de soluções no âmbito organizacional. Neste caso, a reutilização de soluções baseadas em casos anteriores e/ou em evidências já aplicadas para problemas similares ao problema declarado pode auxiliar na solução desejada.

Quando o problema é considerado pioneiro no ambiente organizacional ou foi classificado com complexidade alta ou muito alta, a busca por evidências em *sites* deve ser aplicada.

Encontrando soluções baseadas em casos

Conforme figura a seguir, estas atividades apresentam compatibilidade com a atividade *Retrieve* do ciclo básico de RBC, adicionando-se mecanismos de filtragem.

Com a estrutura do caso definida, primeiramente, deve-se construir - a partir de um conjunto de palavras-chave relativas ao problema - e *apresentar uma expressão de busca*.

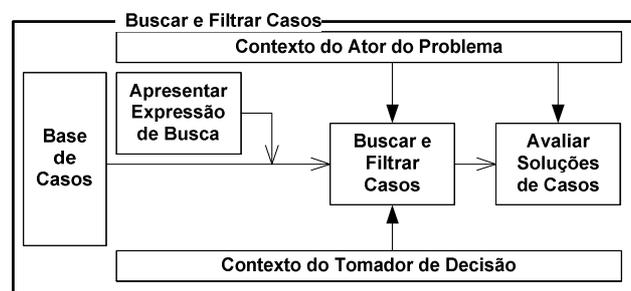


Figura 6-4 Atividades de apoio à busca e filtragem de casos.

Em seguida, critérios de busca devem ser fornecidos a partir de pesos associados aos atributos do problema. Por exemplo, para a estrutura do caso jurídico, tendo como atributos do problema o *fato jurídico* e as *circunstâncias* do delito em que ele ocorreu, poderíamos ter pesos determinados em 4.0 e 2.0, respectivamente, visando designar que, na recuperação de casos, a similaridade entre fatos jurídicos é mais importante que as circunstâncias ocorridas.

Visando filtragem na busca por casos, valores relativos a elementos contextuais do ator do problema e do tomador de decisão devem ser fornecidos (p.ex., “A positivo”, para obter pacientes com grupo sanguíneo e fator RH específico) ou serão derivados automaticamente (a especialidade de juristas na Base de Casos deve ser a mesma do juiz para o novo caso, p.ex. “crimes contra o idoso”, cuja informação foi obtida quando da realização de seu *login* no sistema).

Em seguida, a recuperação deve ser realizada para *buscar e filtrar casos* acessando a Base de Casos.

A análise do resultado fecha este conjunto de atividades (*avaliar soluções de casos*).

Encontrando Evidências de Pesquisa

No âmbito organizacional, a procura por evidências pode ser realizada em dois modos: (i) externamente, através de *sites* da Internet, e (ii) internamente, utilizando uma Base de Dados local contendo evidências já aplicadas na organização. Estas atividades apresentam-se na Figura 6-5.

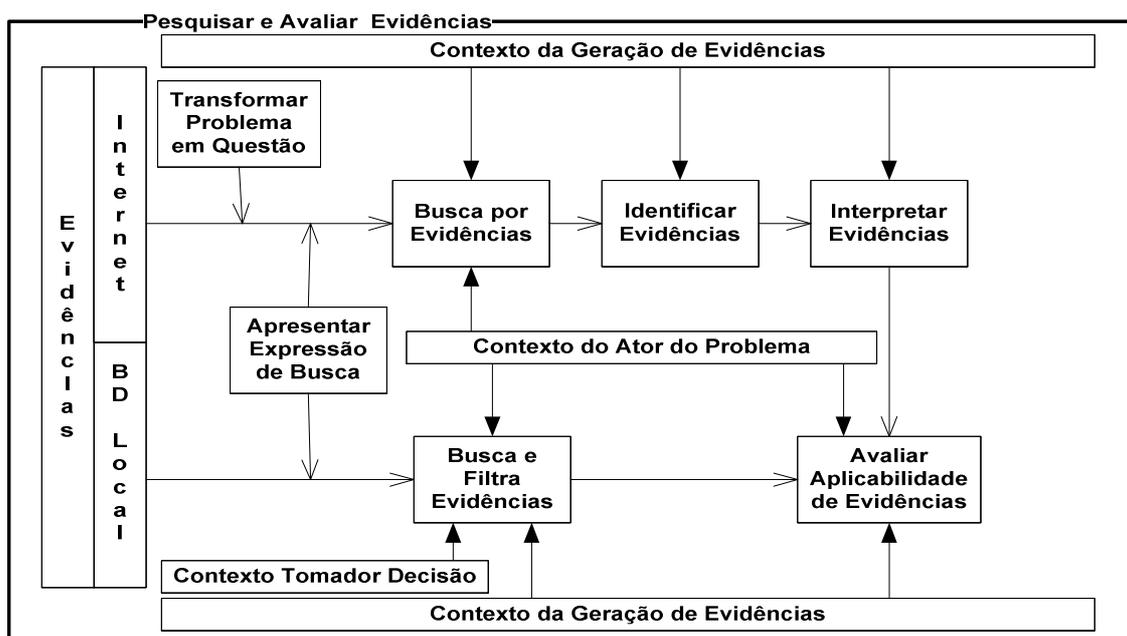


Figura 6-5 Pesquisa por evidências em *sites* (a) parte superior; e busca em BD local (b) parte inferior.

Pesquisa em provedores de evidências

Para a busca em *sites* (Figura 6-5a), os três primeiros passos de PBE e a parte relativa à avaliação da aplicabilidade da evidência para com o ator do problema são contemplados.

Inicialmente, é necessário *transformar o problema em uma questão PICO* (Problema, Intervenção, Comparação de intervenções e resultado – Outcome) que por sua vez é traduzida em palavras-chave para *apresentar uma expressão de busca*. Provedor de evidências, tipos de estudos desejados e tipo de questão devem ser indicados para complementar os parâmetros da busca individualizada por *site*.

Por exemplo, para o problema “pessoas com insuficiência cardíaca por miocardiopatia dilatada” constatado em uma paciente idosa, a questão PICO foi

transformada para: “em mulheres acima de 40 anos com insuficiência cardíaca por miocardiopatia dilatada (P), a adição de anticoagulante *warfarin* à terapia convencional (I) levaria à menor mortalidade ou morbidade por tromboembolismo (O), quando comparada com a terapia-padrão (C)?”. O conjunto de palavras-chave {“insuficiência cardíaca por miocardiopatia dilatada”, “anticoagulação”, “*warfarin*”} é usado na pesquisa por revisões sistemáticas e ensaios clínicos randomizados (estudos) no *site* da *Cochrane Collaboration* (provedor), envolvendo evidências para tratamento clínico (tipo de questão).

Em seguida, é feita a *busca por evidências*. Os *sites* detêm técnicas de recuperação de informação que consideram similaridade de palavras-chave entre a expressão de consulta construída e documentos com evidências do provedor. Do resultado da busca, importa ao tomador de decisão comparar elementos contextuais do problema e/ou seu ator (enfermidade, perfil, etc.) com a geração do documento (perfil dos participantes da amostra, enfermidades consideradas, intervenções sugeridas, etc.).

As duas atividades seguintes voltam-se exclusivamente para documentos com evidências e respectivos contextos de sua geração.

A *identificação da melhor evidência* dentre os documentos recuperados é realizada. Para isso, critérios de escolha devem considerar: (i) grau de disponibilidade (e qualidade) da página do provedor, e (ii) grau de confiabilidade da evidência encontrada. Aspectos estruturais tais como atualização, clareza de apresentação, perspectiva de uso efetivo, divulgação clara de objetivos, método de produção de conteúdo da página e do provedor dizem respeito ao primeiro critério. Por sua vez, tipo de estudo e provedor, associados ao tipo de questão, estão relacionados ao grau de confiabilidade, conhecido neste âmbito por nível ou hierarquia de evidências. Outros aspectos tais como ausência de conflitos de interesse, explicação clara da questão a que a evidência se refere, existência de uma metodologia explícita e baseada em evidências, fonte documental regularmente revisada e atualizada, também dizem respeito a este segundo critério. A aplicação dos critérios sobre as melhores evidências encontradas em *sites* determinará a melhor evidência da pesquisa.

A *interpretação da evidência* vem a seguir. Os critérios de aceitabilidade indicam que o documento com a evidência deve contemplar significativamente um conjunto de fatores, dentre eles: (i) alta qualidade (questão relevante, inclusão de estudos que abordam a questão relevante e com delineamento adequado - p.ex. questão de etiologia associada com

estudo de caso-controle ou coorte), (ii) métodos adequados (lista de fontes consultadas, estratégias de busca apropriada para encontrar os artigos e critérios de inclusão dos mesmos envolvendo PICO), (iii) consistência dos grupos envolvendo PICO, nos estudos do documento, e (iv) resultados precisos e importantes com possibilidades de aplicação prática.

Na atividade seguinte, para se *avaliar a aplicabilidade da evidência* escolhida, os contextos do ator do problema e da geração de evidências são confrontados. Nela os critérios para aceitação da evidência incluem: (i) significativo grau de similaridade do ator do problema com aqueles do estudo (faixa etária, gênero, riscos, comportamento, possibilidade da aceitação de intervenção), (ii) bom percentual de ajuda, (iii) bom grau de compatibilidade entre cenários reais (países e demografias, cenários clínicos, etc.), (iv) compatibilidade entre a intervenção sugerida e a prática atual do tomador de decisão, (v) uma adaptação da intervenção para com os valores e preferências do ator do problema, (vi) a previsão do percentual de segurança para o resultado da aplicação.

A depender do problema, a melhor evidência encontrada no primeiro *site* de busca é suficiente para apoiar a solução definitiva. Porém, nesta abordagem é prevista a realizações de novas buscas para comparação entre as melhores soluções encontradas em cada busca, como veremos adiante.

Pesquisa por evidências em base de dados local

Nesta modalidade, a busca se dá em um Banco de Dados local. O primeiro passo é a construção de uma expressão para busca por evidências já aplicadas no ambiente organizacional, a partir de um conjunto de palavras-chave relativas aos contextos do ator do problema apresentado e da geração do documento com evidências (atividade *Apresentar Expressão de Busca*).

Acerca de filtragem, é desejável informar anteriormente um limiar (*threshold*) da medida de similaridade entre palavras-chave da consulta e evidências utilizadas, a qual deve ser calculada através de fórmulas-padrão utilizadas em técnicas de recuperação de informação tal como a fórmula do co-seno de Salton (Salton, 1968). Além disso, mecanismos de filtragem envolvendo elementos contextuais de tomadores de decisão

podem ser aplicados (especialidade, temas de interesse entre o tomador de decisão do novo caso e outros especialistas, etc.).

A seguir, a recuperação de evidências deve ser realizada (atividade *Busca e Filtra Evidências*).

As evidências são selecionadas e avaliações de suas aplicabilidades constatadas de acordo com critérios já mencionados anteriormente (ver *Pesquisa em provedores de evidências* acima).

6.2.3 Fase três – Escolher a Melhor Solução

O conjunto de atividades desta fase tem como objetivo selecionar a melhor das soluções encontradas, tornando-se compatível com a atividade *Reuse* de RBC e com o quarto passo dos procedimentos da PBE.

Nesta fase, importa tratar alternativas de solução selecionadas na fase anterior, as quais devem ser avaliadas, julgadas e comparadas entre si, visando escolher a melhor dentre elas. Na área jurídica, a solução escolhida deve estar compatível com legislação, jurisprudência ou doutrinas vigentes (atualizadas). Para a área médica, a solução deve respeitar diretrizes (*guidelines*) publicadas ou estar de acordo com documentos de alta qualidade baseados em evidências, além de estar coerente com os valores e preferências do paciente com problema.

O perfil ator do problema deve ser considerado, bem como o melhor grau de compatibilidade com as suas preferências.

6.2.4 Fase quatro – Implementação e Avaliação

Atividades desta fase concluem o processo decisório. Primeiramente, a atividade de execução da solução é feita para depois se realizar as avaliações das tomadas de decisão.

Implementar Solução

A solução deve ser testada e adaptada consecutivas vezes até obter um resultado final, podendo ser de sucesso ou não. Ela corresponde à atividade *Revise* do ciclo de RBC.

Neste momento, é possível haver tratamento de exceções quando da execução da solução. Esta atividade representa uma extensibilidade na abordagem metodológica.

Como ilustração, casos clínicos de insucesso podem requerer intervenção mais séria (cirurgia, p.ex.) tendo a necessidade de se documentar e estender soluções complementares dentro do mesmo caso (ou não). No domínio jurídico criminal, em caráter excepcional, a execução penal (implementação) para uma sentença julgada (solução) pode não ser cumprida por parte de um ofensor que recebeu uma penalidade alternativa. Os motivos do não-cumprimento da pena podem requerer a busca por programas de intervenção baseados em evidências. Isso demonstra que a abordagem metodológica presente permite reentrância, tal como é prevista no modelo de Simon.

Avaliar Decisões

As atividades relativas a decisões tomadas devem ser analisadas. A Figura 6-6 apresenta este conjunto de atividades.

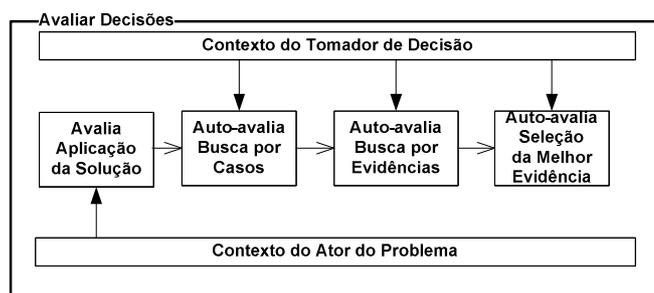


Figura 6-6 Atividades de avaliação das tomadas de decisão.

Primeiramente deve ser *avaliada a aplicação da solução*. Informações tal como o grau de sucesso, detêm um valor que representa a avaliação em questão.

Em seguida, para a auto-avaliação do tomador de decisão - que envolve as três atividades seguintes - informações estratégicas acerca das buscas na Base de Casos; resultados quantitativos do número de documentos com evidências encontradas, selecionadas e rejeitadas; e os critérios para escolha da melhor evidência, devem ser analisados. Outras informações desejáveis podem complementar este conjunto de atividades (estratégias de solução, valores de testes realizados, etc.) que se mostra compatível com a atividade *Retém* de RBC e com o último passo dos procedimentos de PBE.

6.3 Comentários sobre a Abordagem Metodológica

Neste capítulo, apresentou-se uma abordagem metodológica para apoiar tomadas de decisão centrada na integração de evidências, contexto e casos, visando à resolução de problemas que apresentam a necessidade de encontrar soluções em diversas bases de dados, tal como problemas complexos, quer estas soluções estejam em base local ou fora do ambiente organizacional.

A abordagem representa um “merge” entre as atividades do ciclo básico de processamento de RBC com os procedimentos da PBE, considerando diversidade de contextos (ator do problema, geração de evidências e tomador de decisão), e sua integração está amparada, estruturalmente, no processo decisório de Simon. Esta abordagem foi construída com base em um conjunto de atividades decisórias encontradas nos domínios médico e jurídico. Porém, apresenta-se como um guia para apoiar especialistas de outras áreas, principalmente as que tratam da prática baseada em evidências (Educação, Serviço Social, Engenharia de Software em Ciência da Computação e Saúde em geral).

Ela apresenta contribuições nos seguintes aspectos:

- Ser independente de domínios que usam PBE;
- Servir de guia para tomadas de decisão baseada em evidências, no que tange ao reuso de evidências já aplicadas na organização, evitando assim, a perda de significativo tempo de busca em *sites* de provedores de documentos com evidências;
- Contemplar contextos visando tornar aspectos do problema, da solução (principalmente quando baseada em evidências), e do próprio tomador de decisão (quando da documentação de seu aprendizado visando auxiliar futuros usuários) mais claramente definidos ou conhecidos;
- Contemplar informações contextuais e aplicá-las como mecanismo de filtragem para melhorar a qualidade das informações recuperadas e evitar maiores interações do tomador de decisão com aplicações utilizadas, seguindo os passos da abordagem metodológica;
- Apresentar integração com a arquitetura proposta no *framework* ECoCADE.

Uma vez que a metodologia está estruturada em bases de modelos consolidados (Simon, RBC e PBE), a perspectiva é de que haverá facilidade de seu uso. No próximo capítulo, será descrito um estudo de caso na Justiça Criminal, com protótipos implementados de acordo com a abordagem metodológica apresentada.

Capítulo 7

Estudo de Caso Aplicado na Justiça Criminal

*“Uma vara criminal é, antes de tudo, um terreno das garantias fundamentais e instrumento da solidariedade humana. Aqui a sentença penal não é ato de vingança, mas **ato de amor**, de um amor equilibrado, que pune quando necessário, mas sem perder o foco preciso da suficiência e da necessidade... Precisamos tentar combater a violência, ao longo do tempo, não pela pena castigo, mas pela pena que desenha as primeiras letras dos cadernos escolares.”*

Mário Azevedo Jambo
Juiz Federal Substituto da 2ª Vara/RN

A Justiça Criminal é detentora de casos complexos que se registram cotidianamente. Alguns deles envolvem vários delitos e necessitam de recursos especiais para se obter entendimentos precisos da veracidade dos fatos jurídicos ocorridos. Outros casos, a depender do Tribunal de Justiça, tornam-se pioneiros na instituição. Não obstante, o volume de casos cresce demasiadamente a cada ano e, mecanismos de filtragens em bases de dados tornam-se necessários. Assim, o domínio Jurídico Criminal mostra-se favorável ao uso da proposta desta tese.

Este capítulo apresenta um estudo de caso para o domínio citado, mais especificamente no Subsistema de Penas Alternativas, proporcionando um protótipo implementado. Os intuits deste estudo de caso na área Jurídica Criminal são dois: (i) aplicar o *framework* para constatar características de portabilidade entre domínios da PBE, uma vez que o mesmo já foi utilizado no domínio Médico (ver Capítulo 5); e (ii) com o *framework* e a abordagem metodológica propostos, validar esta tese a partir do desenvolvimento do protótipo implementado e seu uso para testes com dados reais. Varas criminais do Tribunal de Justiça de Pernambuco fazem parte do ambiente investigado.

Na Seção 7.1, é apresentada uma visão geral do Sistema de Justiça Criminal. Por sua vez, na Seção 7.2, são mostrados como o *framework* ECoCADE e a abordagem metodológica foram aplicados no Subsistema de Penas Alternativas. Uma seção de comentários sobre o estudo de caso aplicado encerra o capítulo.

7.1 A Justiça Criminal

O sistema de justiça criminal brasileiro pode ser delineado pela seguinte classificação: o modelo clássico criminal baseado em privação de liberdade, com penas impostas contra indivíduos de alto potencial ofensivo; e o modelo para infrações de menor e moderado potencial, que prevê penas alternativas em vez de prisão (Gomes, 2008). Os objetivos do sistema são: realizar julgamento de crimes, designar instituição para cumprimento da pena e acompanhar a execução penal. O Juizado Especial Criminal (JEC), as Varas de Crime Comum (VCC) e de Execuções Penais (VEP)¹⁸, são órgãos representantes do Poder Judiciário que atuam para atingir estes objetivos.

Crimes de alto e moderado potencial ofensivo (por exemplo, homicídio, porte de arma ilegal) são julgados pelo juiz da VCC. Se a sentença condenatória indica a privação de liberdade entre 2 e 4 anos, o juiz pode convertê-la para uma pena alternativa, se o réu preenche certos requisitos (ser réu primário, crime sem conotações de violência, etc.). Neste caso, a sentença substitutiva de direito é declarada e dirigida ao juiz da VEP que é responsável pela designação de atividades e instituição de serviço para execução de penalidades alternativas. Em crimes de alto potencial ofensivo, envolvendo sentenças condenatórias superiores há 4 anos, o réu é encaminhado a uma instituição penitenciária para ser acompanhado pelo juiz da VEP. Quando o crime é de menor potencial ofensivo (contravenção, acidente de veículo, por exemplo), cuja sentença indica pena inferior a 2 anos, é de responsabilidade do juiz do JEC realizar o julgamento e designar atividade e instituição de serviço para o ofensor. É papel do juiz da VEP monitorar todas as execuções destas sentenças. Situações excepcionais que ocorrem durante a execução penal são tratadas na VEP (e.g. descumprimento de sentença, suspensão da sentença por motivo de saúde).

É percebido que no ambiente de Justiça Criminal brasileiro, a quantidade de informação digital está crescendo muito a cada ano¹⁹ (Gomes 2008). Além da característica da presença de casos complexos, o Subsistema de Penas Alternativas foi escolhido para

¹⁸ Poucos fóruns detêm vara exclusiva para penas alternativas (VEPA), como em Porto Alegre e Recife.

¹⁹ O relatório da Comissão Nacional de Penas Alternativas do Ministério da Justiça brasileiro mostra um aumento de 200% em penalidades de 2002 até 2006 (de 21.560 para 63.457 casos). Em junho de 2007, 301.402 novos casos foram registrados e, no final daquele ano, 422.522 pedidos de penas alternativas tinham sido realizados no país (Gomes, 2008).

estudo de caso devido à interoperabilidade entre juízes no processo de tomadas de decisão e também a este crescimento de informações digitais, tornando-o apropriado ao uso de contexto como mecanismo para filtragem de conhecimento jurídico em suas bases. Além disso, o subsistema atua com *Justiça Restaurativa* e *Justiça Terapêutica*, temas inerentes a Prevenção ao Crime Baseado em Evidências, tornando-se terreno fértil para aplicações de programas de intervenções centrados em provas científicas visando evitar reincidência criminal²⁰.

7.2 Evidências, Contexto e Casos no Subsistema de Penas Alternativas

Esta seção apresenta a análise de requisitos e aplicação do *framework* ECoCADE para o Subsistema de Penas Alternativas da Justiça Criminal. Além disso, é apresentado um protótipo implementado com testes de casos reais coletados no âmbito do poder judiciário dos Tribunais de Justiça Estadual de Pernambuco e Justiça Federal no Rio Grande do Norte, servindo como validação desta tese.

7.2.1 Funcionalidades e Requisitos

A modelagem das funcionalidades do Subsistema de Penas Alternativas é apresentada na Figura 7-1 em um diagrama de casos de uso da UML. Ela contempla o processo geral de tomada de decisão judicial. Os atores do sistema são: (i) juízes que julgam casos (do Juizado Especial Criminal e da Vara de Crime Comum) e que acompanham a execução da pena (da Vara de Execuções Penais); (ii) participantes do fato jurídico (ofensor e vítima); e (iii) assessor judiciário.

Os principais casos de uso foram construídos após análise do conjunto de tomadas de decisão individualizadas no âmbito do domínio pesquisado e em concordância com o modelo de fases de Simon, assim mapeados: (i) *Entende fato jurídico*, que corresponde à fase Inteligência; (ii) *Busca fatos jurídicos similares*, *Busca por instituições*, e *Pesquisa e avalia evidências*, que estão associados à fase Concepção; (iii) *Realiza julgamento*,

²⁰ Cortes Norte-americanas tem atuado com “sentenciamento baseado em evidências” (Warren, 2007). No Brasil, as cortes ainda não se manifestaram acerca dessa possibilidade.

Designa atividade e instituição, além de Designa programa de intervenção, que dizem respeito à fase Escolha; e (iv) a fase Implementação e Avaliação serviu de espelho para os casos de uso Execução penal e Avaliação.

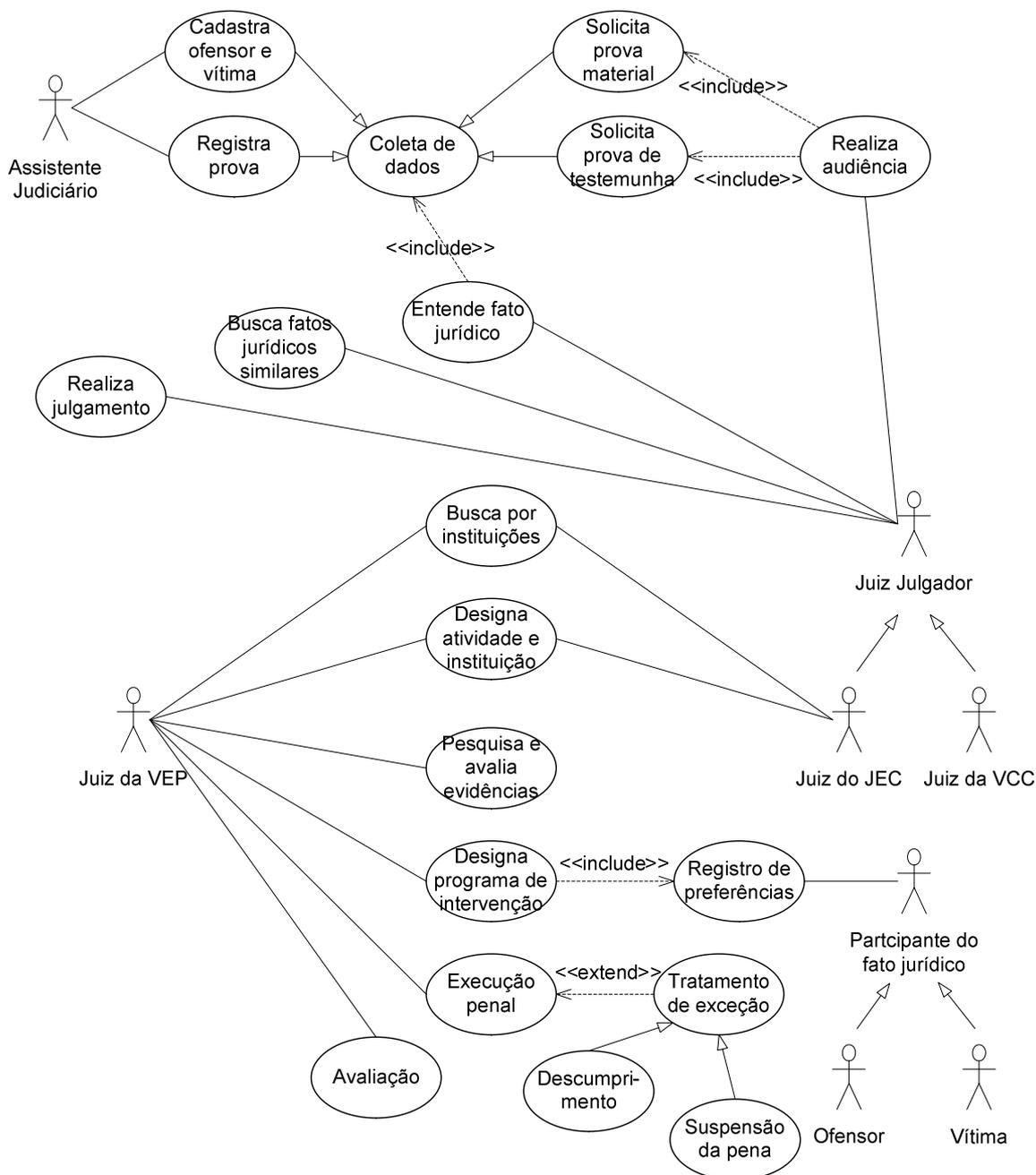


Figura 7-1 Diagrama de casos de uso do Subsistema de Penas Alternativas da Justiça Criminal.

O caso de uso *Entende fato jurídico* tem a função de identificar o problema e seu autor. Atividades relativas à coleta de dados do caso (dados do ofensor, da vítima, circunstâncias do fato, etc.) e de documentos anexados a partir de provas testemunhais e materiais, complementam o caso de uso. Provas solicitadas por juízes são documentadas pelo assistente judiciário e encaminhadas para análise do solicitante que irá julgar o caso.

Os casos de uso estabelecidos para corresponder à fase Concepção visam obter alternativas de solução, que são vistas separadamente, com os seguintes objetivos: (i) *Busca fatos jurídicos similares* – para encontrar históricos criminais e fatos similares ao novo fato, com objetivo de apoiar julgamento; (ii) *Busca por instituições* – para obter instituições que serviram (ou servirão) de execução de penas alternativas, visando apoiar a designação de atividade e instituição que estejam de acordo com perfil e preferências de um ofensor do novo caso; e (iii) *Pesquisa e avalia evidências* - quando da necessidade de aplicar evidências utilizadas na organização ou para implantar programas de intervenção baseados em evidências pioneiros.

Os casos de uso a seguir estão associados à fase Escolha: (i) *Realiza julgamento* – onde sentenças recuperadas no caso de uso *Busca fatos jurídicos similares* servem para auxiliar na construção do julgamento motivado por um novo fato jurídico apresentado; (ii) *Designa atividade e instituição* - semelhante tratamento deve ser realizado com tomada de decisão acerca da designação de atividade e instituição de tratamento penal, para onde o autor do fato é encaminhado, a partir do resultado obtido no caso de uso *Busca por instituições*; e (iii) *Designa programa de intervenção* – estabelece atividades adicionais ao cumprimento da pena que servem de apoio para evitar a reincidência criminal e facilitar à re-socialização de ofensores, considerando suas preferências registradas.

O caso de uso *Execução penal* é acionado em iterações até o término de execução da pena. Excepcionalidades ocorridas durante a execução penal são tratadas nos casos de uso *Descumprimento* e *Suspensão da pena*. Por sua vez, o caso de uso *Avaliação* serve para registrar a análise de resultado da aplicação da pena e das tomadas de decisão do processo decisório.

Conforme percebido, aspectos de extensibilidade do *framework* foram explorados no domínio pesquisado, a partir dos casos de uso *Busca por instituições* e *Designa*

atividade e instituição, além de tratar exceções presentes em *Descumprimento e Suspensão da pena*.

Como exemplo de requisitos preliminares, ao analisar o caso de uso *Busca fatos jurídicos similares*, estes ficaram assim estabelecidos:

- R1 o juiz deve informar palavras-chave acerca do *fato jurídico* e, opcionalmente o *nome do ofensor* (visando obter reincidência criminal) para encontrar sentenças de problemas similares;
- R2 o juiz pode opcionalmente filtrar casos através de elementos contextuais: (i) informando uma *especialidade* prevista no domínio (visando recuperar somente casos solucionados por juízes da especialidade informada, considerando que o *default* é utilizar a mesma especialidade do usuário), (ii) indicando opções de *situação do problema* de caso (solucionado, em andamento ou arquivado), (iii) de sua complexidade (alta, moderada e baixa), e (iv) do *grau de sucesso da execução penal* (alto, moderado e baixo);
- R3 casos devem ser identificados de acordo com palavras-chave e informações contextuais fornecidas;
- R4 um *ranking* de casos classificados, em ordem decrescente, de acordo com a medida de similaridade calculada entre palavras-chave da consulta e casos da base, deve ser apresentado ao juiz.

7.2.2 Aplicando o *Framework* ECoCADe nas Penalidades Alternativas

Inicialmente, cada caso de uso corresponde a uma tarefa, a partir da qual foi identificado seu correspondente foco, como mostra a Tabela 7-1.

As investigações dos focos subsidiaram a construção de seus correspondentes diagramas de classes; assim como, o conjunto de focos investigados auxiliou no projeto arquitetural para o Subsistema de Penas Alternativas.

Tabela 7-1 Focos identificados correspondentes aos casos de uso.

Caso de uso	Fase processo	Foco	Papel juiz
Entende fato jurídico	Inteligência	Fato jurídico do ofensor	Analista
Busca fatos similares	Concepção	Descrição e circunstâncias do fato jurídico, e reincidência criminal (nome do ofensor)	<i>Designer</i>
Realiza julgamento	Escolha	Sentenças jurídicas (principal); fato jurídico e perfil do ofensor - conduta e comportamento, além de provas anexadas (secundário)	Julgador
Busca por instituições	Concepção	Dados pessoais e perfil do ofensor - bairro residencial e bairro de trabalho, além de habilidades. Prioridade: Base de Casos. Opção secundária: Banco de Dados (arquivo <i>Instituição</i>)	<i>Designer</i>
Determina atividade e instituição	Escolha	Bairro, atividades e nome da instituição	Designador
Pesquisa e avalia evidências	Concepção	Documento com evidências. Prioridade: Base de Casos / Banco de Dados (arquivos <i>DocumentoPesquisado</i> e <i>Evidencia</i>). Opção secundária: <i>Internet</i>	<i>Designer</i>
Designa programa de intervenção	Escolha	Programa baseado em evidência, perfil e preferências do participante (ofensor ou vítima)	Designador
Execução penal	Implementação e avaliação	Descrição do resultado (principal); exceção e conseqüências (secundário)	Monitor
Avaliação	Implementação e avaliação	Avaliações do resultado e do desempenho do próprio juiz	Analista

Aplicação do Subframework ModECoCa

Foi aplicado o *subframework* ModECoCa e tornou-se conveniente compor os casos de uso modelados em diagramas de classes para três grupos: G1) integrando os casos de uso *Entende fato jurídico*, *Busca fatos jurídicos similares*, *Realiza julgamento*, *Busca por instituições* e *Designa atividade e instituição*; G2) compondo casos de uso *Pesquisa e avalia evidências* e *Designa programa de intervenção*; e G3) acompanhamento da pena com avaliação para casos de uso *Execução penal* e *Avaliação*.

G1- Entender fato jurídico e tomar decisões baseadas em casos

A Figura 7-2 mostra o diagrama das classes necessárias para apoiar atividades do primeiro grupo de casos de uso.

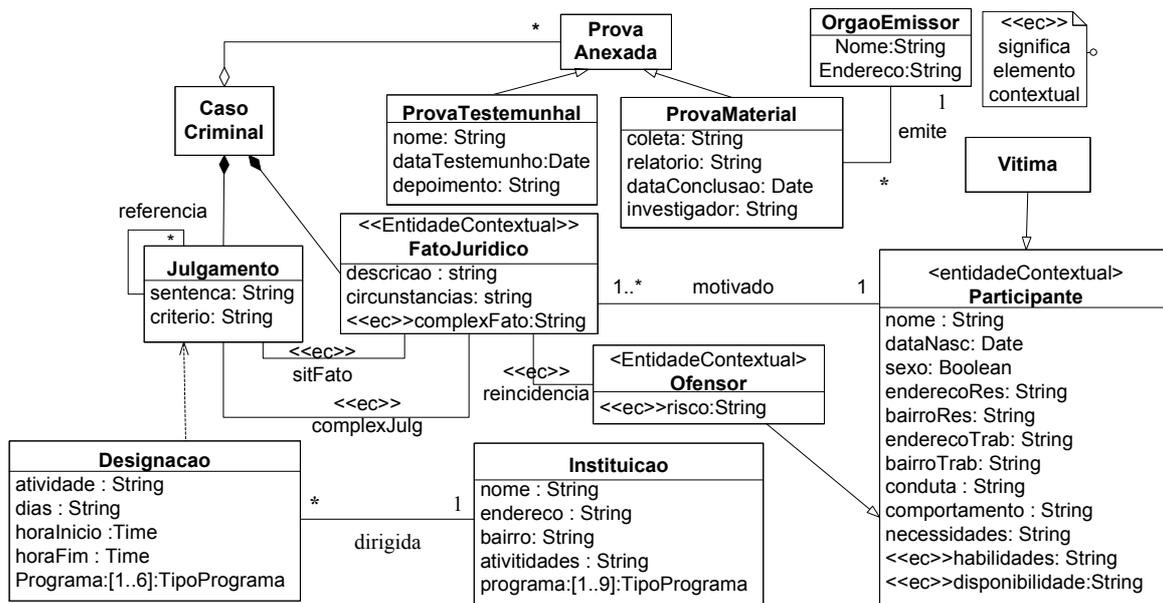


Figura 7-2 Diagrama de classes para tomadas de decisão baseadas em casos.

Foram identificadas as seguintes entidades e elementos contextuais:

1. *habilidades (Participante)* - representa as habilidades do ator (perfil), e é usado para encontrar afinidades mútuas com programas básicos de apoio no Fórum (renda p.ex.);
2. *disponibilidade (Participante)* - registra as preferências de disponibilidade, relacionando dias e horários. Um participante com um bom quadro de disponibilidade tem mais alternativas e maiores chances de realizar a execução penal estabelecida pelo juiz;
3. *afinidadeEspecialista (Juiz)* - identifica relação de especialidade do perfil do juiz sobre determinada matéria (p. ex. crimes contra a criança). Ele ajuda a identificar afinidades mútuas entre juízes e em recuperação de temas de mesma natureza (pedofilia, p. ex.);
4. *reincidencia (Ofensor, FatoJuridico)* - indica se o ofensor é réu primário ou não. Esta informação (automaticamente derivada) é crucial para sentenciar corretamente novos julgamentos;
5. *risco (Ofensor)* - se trata das avaliações jurídica e psicossocial (perfil). Dados de comportamento, conduta, descrição do fato e sentenças proferidas, especialmente para casos reincidentes, são elementos para mensurar o grau de risco;
6. *complexFato (FatoJuridico)* – ele deve representar o grau de dificuldade que o juiz encontrou para entender o problema. É algo subjetivo e deve considerar o número de

recursos utilizados, o número de delitos ocorridos, a ausência de solução disponível, dentre outras peculiaridades. Fatos recorrentes podem aumentar sua complexidade;

7. *complexJulg (FatoJuridico, Julgamento)* - vem de uma avaliação jurídica (definida pelo usuário). Ele deve representar o grau de dificuldade que o juiz teve na resolução do caso;

8. *sitFato (FatoJuridico, Julgamento)* - é elemento consultado. Indica se o problema está em andamento, solucionado ou arquivado.

A seguir, apresenta-se uma descrição sistemática do diagrama de classes da Figura 7-2, para cada foco investigado.

Entendimento do Fato Jurídico

Inicialmente, o fato é instanciado na classe *FatoJuridico*, sendo posteriormente encaminhado a um juiz (VCC ou JEC), registrado na classe *Juiz*. *FatoJuridico* é classe componente de *CasoCriminal*.

Provas são representadas na classe *ProvaAnexada*, que é especializada em *ProvaMaterial* e *ProvaTestemunhal*, estando agregada à classe *CasoCriminal*. Depoimentos (de testemunhas, do réu, etc.) são instanciados em *ProvaTestemunhal*, enquanto que resultados de exames, tal como corpo delito e combustão de pólvora, deve residir em *ProvaMaterial*, desde que eles tenham sido coletados, examinados, e expedido relatórios de análises por órgão competente registrado na classe *OrgaoEmissor*.

Os dados pessoais do ofensor e aspectos psicossociais (conduta social e comportamento) são representados na subclasse *Ofensor*. Em vários casos, a presença de vítima ocorre. Assim, *Vitima* e *Ofensor* são especializações da classe *Participante*.

Para auxiliar no entendimento do problema, o juiz deve observar: (i) a caracterização do problema, através da constituição do fato e das circunstâncias envolvidas, (ii) o perfil do ofensor, considerando-se possibilidade de sua reincidência criminal, e (iii) as provas coletadas. Ao final, a declaração do fato jurídico original pode ser modificada ou não, e a complexidade do problema pode ser mensurada.

Busca por sentenças jurídicas em Base de Casos da organização

Conforme já mencionado através de requisitos preliminares, o juiz informa palavras-chave do *fato jurídico* e, opcionalmente o *nome do ofensor*, visando encontrar sentenças para fatos similares e reincidência criminal.

A atividade de recuperação é feita exibindo um *ranking* de casos para que o juiz analise sentenças de fatos similares e os antecedentes criminais do ofensor, se houver. A seleção de casos com sentenças candidatas à solução do novo caso finaliza a etapa.

Julgamento criminal

O foco são as sentenças encontradas na fase anterior para serem analisadas em conjunto com o fato jurídico, as provas coletadas, o perfil e reincidência (se houver) do ofensor.

Após esta análise, a decisão deve ser tomada informando também os critérios de sua escolha. Os dados são instanciados nos atributos *sentenca* e *critério* da classe *Julgamento*. Os possíveis critérios são: legislação, jurisprudência e doutrina. Assim, no atributo *critério* deve ser referenciada a lei, identificação de caso de jurisprudência ou autor, ano e editora do livro doutrinário aplicado, respectivamente.

Busca para designar atividade e instituição de serviço para penas alternativas

Primeiramente, recuperam-se dados pessoais do ofensor (data de nascimento, sexo, endereço residencial, p.ex.) e coleta suas preferências (bairro da instituição para cumprir pena, horário de preferência, etc.).

A busca é realizada na Base de Casos, visando encontrar mesma atividade em uma instituição no mesmo bairro de residência (ou de trabalho) do ofensor²¹.

As instituições e suas atividades disponíveis são analisadas, selecionando-se as possíveis candidatas.

²¹ Como opção secundária, pode ser realizada uma busca confrontando valores do atributo *atividades* da classe *Instituicao* com o atributo *habilidades* da subclasse *Ofensor* (herdada de *Participante*), e considerar, também, que a instituição deve estar no mesmo bairro de residência (ou de trabalho) do autor do fato jurídico. Esta opção é viável quando há poucos casos na base.

Designação de instituição e atividade de serviço da pena alternativa

Atividades das instituições encontradas na fase anterior são avaliadas, sendo escolhida a mais adequada. As prioridades para seleção são: 1º) a proximidade entre local de residência (ou de trabalho) e endereço da instituição (atributos *bairro* de *Ofensor* e *Instituicao*); e 2º) uma das habilidades do ofensor estar disponível no quadro de atividades da instituição (*habilidades vs. atividades*).

Desta forma, dados acerca da atividade designada, dias da semana e horários (atributos *horaInicio* e *horaFim*) estabelecidos para o cumprimento da pena são instanciados na classe *Designacao*. Programas básicos de apoio ao ofensor (moradia, renda, etc.) podem ser recomendados. A instituição designada será associada à classe *Designacao*.

G2- Apoio a decisões baseadas em evidências

O conjunto de classes envolvidas aqui é apresentado no diagrama da Figura 7-3.

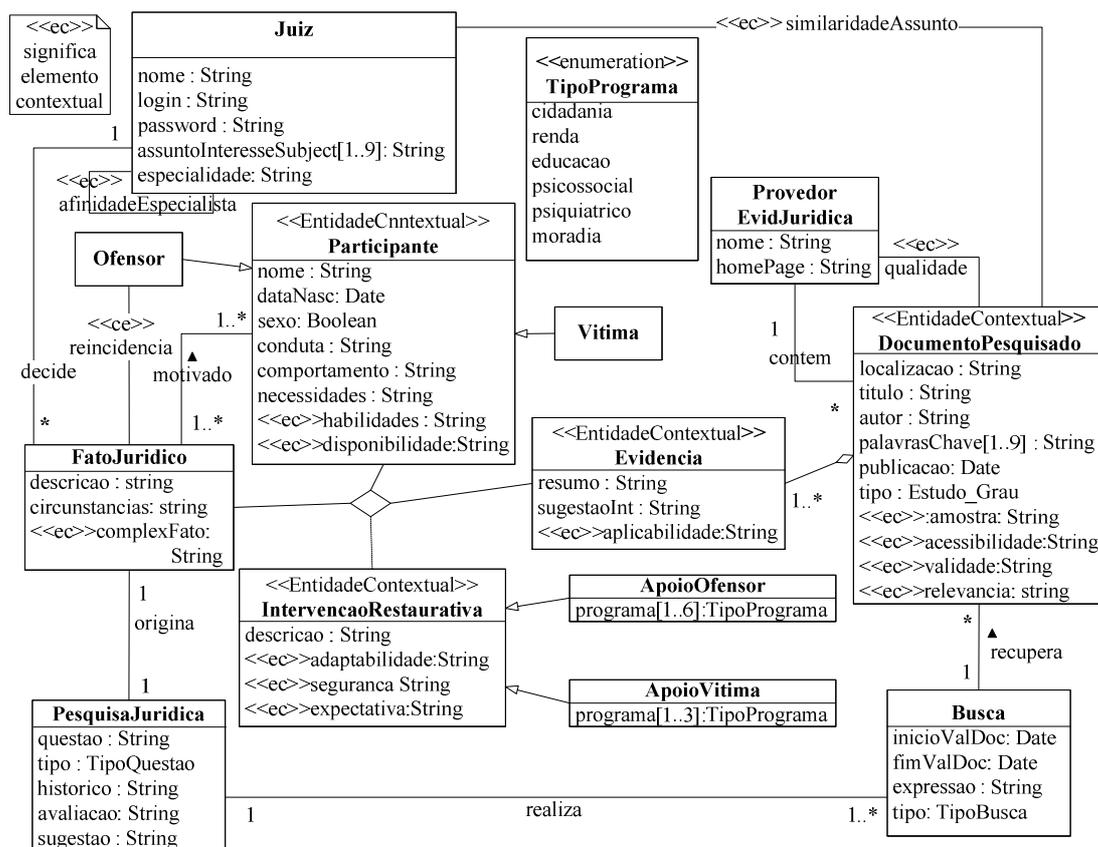


Figura 7-3 Diagrama das classes para tomadas de decisão baseadas em evidências de pesquisa.

A relação de entidades e elementos contextuais neste diagrama é a seguinte:

1. *qualidade (DocumentoPesquisado, ProvedorEvidJuridica)* - é derivado da associação do tipo de estudo com o provedor. Revisão sistemática ou meta-análise e as bases de dados da *Campbell Collaboration*, quando combinadas, representam o mais alto nível de qualidade.
2. *validade (DocumentoPesquisado)* - indica se o documento deve ser selecionado com base em sua qualidade e rigor metodológico associado à questão confeccionada pelo juiz;
3. *relevancia (DocumentoPesquisado)* - indica se o conjunto de resultados no documento, geralmente apresentado em forma estatística, está consistente e significativo;
4. *aplicabilidade (Evidencia)* - indica se a evidência apresentada no documento é credível no contexto de outros conhecimentos, ou se tem utilidade prática em geral;
5. *amostra (DocumentoPesquisado)* - denota aspectos contextuais sobre o estudo apresentado e serve para combinar com informações contextuais do participante;
6. *adaptabilidade (IntervencaoRestaurativa)* - indica o grau de coerência na aplicação da evidência para com o perfil (incluindo *habilidades*) e preferências (*disponibilidade*) do participante;
7. *seguranca (IntervencaoRestaurativa)* - indica a percentagem de segurança que tem o tomador de decisão para aplicar a específica evidência para com o participante;
8. *expectativa (IntervencaoRestaurativa)* - refere-se a porcentagem de apoio esperado do uso da evidência em relação ao participante;
9. *similaridadeAssunto (DocumentoPesquisado, Juiz)* - é automaticamente derivado e refere-se a similaridade entre palavras-chave de documento e assuntos de interesse do Juiz;
10. *acessibilidade (DocumentoPesquisado)* - menciona o grau de acesso a um documento. Alguns *sites* exibem documentos na íntegra (concluído ou em andamento), enquanto outros permitem que visualize apenas o protocolo de criação ou o resumo.

A descrição dos casos de uso referentes ao diagrama da Figura 7-3 é a seguinte:

Busca por programas baseados em evidências de pesquisa

Evidências de pesquisa representam o foco central nesta etapa. No domínio jurídico criminal elas auxiliam fortemente na criação ou execução de programas com significativo grau de sucesso no combate à reincidência criminal.

São duas as modalidades de busca previstas. A primeira se dá por evidências já utilizadas no ambiente organizacional, permitindo-se aplicar mecanismos de filtragem a partir de informações contextuais (ver atributos *relevancia* em *DocumentoPesquisado*, *aplicabilidade* em *Evidencia*, *seguranca* e *expectativa* em *IntervencaoRestaurativa*). Encontrando documentos com evidências em base local, avalia-se a sua aplicabilidade para com o participante (ofensor/vítima), observando seu perfil e preferências.

A segunda requer pesquisa fora do ambiente organizacional. Nesta modalidade, os passos da PBE devem ser seguidos. A formulação da questão PICO se baseia em dados do participante, as possíveis intervenções (programas de aconselhamento de pais, iluminação pública, etc), comparação de intervenções e resultados desejados. A questão PICO e seu tipo correspondente são instanciados na classe *PesquisaJuridica*. O atributo *historico* desta classe deve incluir comentários sobre números de documentos aceitos e rejeitados.

As buscas devem mencionar prazo de validade dos documentos desejados (início e fim) para cada *site* consultado. Para a classe *DocumentoPesquisado*, os atributos necessários (além dos elementos contextuais) são: *localizacao* (URI/URL), *titulo*, *autor*, *palavrasChave*, *publicacao* e *amostra* (inclui participantes, faixa etária, aspectos geográficos e temporais, etc.). Pesquisas em estudos secundários devem ser realizadas nos *sites* da *Campbell Collaboration* e *Springer Verlag*. Estudos primários serão consultados em *sites* de tribunais (federais ou estaduais) e em respeitadas revistas eletrônicas do país (*JusNavigandi*, Associação Nacional de Justiça Terapêutica, etc.). O valor do atributo *homePage* é a referência para a classe *ProvedorEvidJuridica* que detêm evidências.

Em relação à classe *Evidencia*, ela deve conter um resumo da evidência encontrada e sugestões de intervenções contidas no documento. Sugerem-se coletar a melhor evidência de cada *site* para posteriormente poder confrontar todas elas (escolha da solução).

Designação de programa baseado em evidência

Deve-se escolher a melhor das alternativas de solução. Se a evidência escolhida é original na organização, será requerido um protocolo para criação e manutenção de um respectivo programa para evitar reincidência criminal e re-socialização de participantes. Treinamento de pessoal, infra-estrutura física, equipamento ou consultorias, podem ser necessários. Geralmente, tal programa é implementado e mantido no Fórum do Tribunal de Justiça. Dados relativos à pesquisa por evidências devem ser registrados nas classes *PesquisaJuridica*, *Busca*, *DocumentoPesquisado*, *Evidência* e *IntervencaoRestaurativa* (esta última registra a solução escolhida).

Caso o programa exista, cabe enviar o participante para aplicação do programa.

Programas básicos (ver enumeração na Figura 7-3) envolvendo atividades tais como desintoxicação devido ao uso de drogas, geração de renda ou palestras sobre educação e cidadania, podem ser indicados ao participante após análise do juiz em conjunto com auxiliares das áreas de serviço social, psicanálise e psiquiatria. Estas atividades são informadas nas subclasses *ApoioOfensor* ou *ApoioVitima* (esta última limitada aos programas psicossocial, psiquiátrico e moradia).

G3- Acompanhamento da pena e avaliação de decisões

Na Figura 7-4, é apresentado o diagrama das classes para execução penal e avaliações.

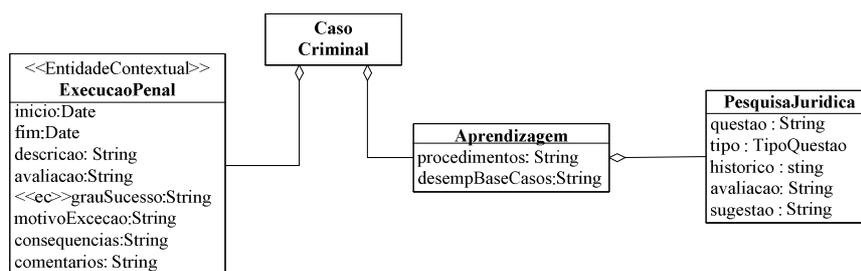


Figura 7-4 Diagrama de classes para a execução penal e avaliação de resultados.

Execução penal

O acompanhamento da pena é registrado na classe *ExecuciaoPenal*. Primeiramente, são instanciadas informações relativas à data de início da execução penal (atributo *inicio*). Para o andamento normal, a execução se dá recebendo e registrando informações de boletins mensais das instituições de serviços de penas alternativas (atributo *comentario*). Ao final da

execução, um relatório é enviado resumizando sua execução (atributo *descricao*) e sua data de finalização (atributo *fim*).

Porém, durante o período de execução, situações excepcionais podem ocorrer. Em caso de descumprimento da pena, o juiz realiza as seguintes atividades: calcular detração penal (tempo previsto menos o tempo cumprido) e aplica sentença de prisão de acordo com os dias faltantes para cumprimento da pena; registrando estas informações nos atributos *motivoExcecao* e *consequencias*, para depois finalizar a execução. Para casos de suspensão, o motivo é informado e o caso é desativado temporariamente (atributos *motivoExcecao* e *consequencias*). Tão logo termine a suspensão, o caso é reativado dando continuidade à execução penal.

Avaliação das Tomadas de Decisão

As classes envolvidas são *ExecucaoPenal*, *Aprendizagem* e *PesquisaJuridica*. Um conjunto de atividades relativas a decisões tomadas deve ser registrado.

Comentários acerca de estratégias de solução (procedimentos, p.ex.), avaliação do resultado da solução aplicada e o seu respectivo grau de sucesso, devem ser inicialmente informados nos atributos e respectivas classes: *procedimentos* (*Aprendizagem*), *avaliacao* (*ExecucaoPenal*) e *grauSucesso* (*ExecucaoPenal*). Dados estatísticos sobre recuperação de casos serão instanciados no atributo *historico*, enquanto que a auto-avaliação do juiz quando da pesquisa por evidências (grau de completude da questão PICO elaborada, grau de conhecimento das fontes consultadas e tempo utilizado para encontrar a evidência) e sugestões para futuras pesquisas são instanciadas nos respectivos atributos *avaliacao* e *sugestao* (*PesquisaJuridica*). No caso de buscas por caso, seu desempenho deve ser instanciado no atributo *desempBaseCaso* da classe *Aprendizagem*. Um comentário final acerca da experiência sobre a aplicação da solução é desejável e pode ser adicionada às informações presentes no atributo *comentarios* da classe *ExecucaoPenal*.

No diagrama, o único elemento contextual presente é *grauSucesso* na entidade *ExecucaoPenal*.

Representação do caso

As classes utilizadas para representar o caso jurídico criminal em penas alternativas apresentam-se na Figura 7-5.

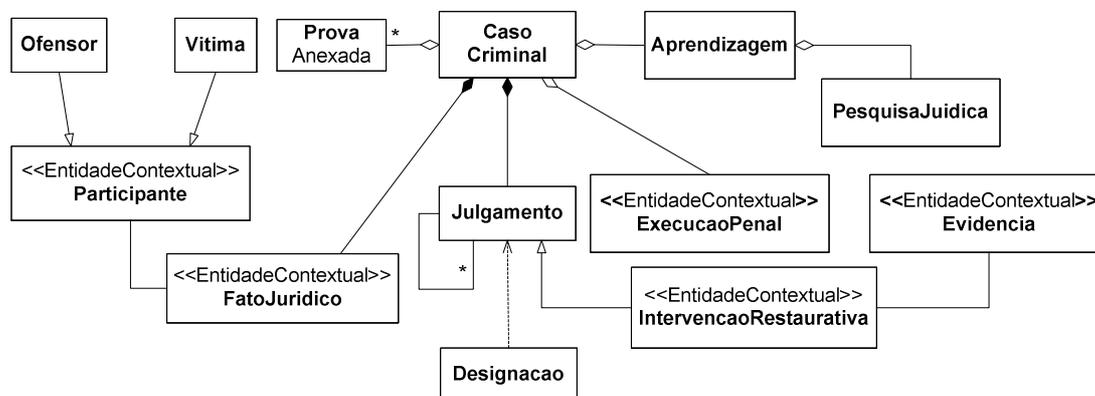


Figura 7-5 Classes para representar a estrutura de caso jurídico criminal em penas alternativas.

FatoJuridico, *Participante*, *Ofensor* e *Vitima* são relativas ao problema. A solução é representada por *Julgamento*, *Designacao*, *IntervencaoRestaurativa* e *Evidencia*. *ExecucaoPenal* diz respeito ao resultado, e *Aprendizagem* e *PesquisaJuridica* servem para representar o aprendizado sobre o caso. Todos os atributos já apresentados nas classes envolvidas podem ser utilizados para tratar casos justificados por evidências ou tradicionais (aplicando leis, doutrinas ou jurisprudências como justificativas de solução).

Projeto Arquitetural utilizando o *Framework ECoCADE*

O projeto arquitetural para o subsistema citado apresenta-se nas três camadas clássicas (apresentação, negócio e dados) em conformidade com ECoCADE (Figura 7-6).

A camada de apresentação detém *interfaces de recomendação* entre os especialistas do domínio (Juizes) e a aplicação do negócio (penas alternativas), onde os dados são alimentados e exibidos para auxílio nas tomadas de decisões. Nesta camada, um navegador (*browser*) é disponibilizado para os especialistas visando acesso a outros ambientes computacionais, inclusive a *Internet*

Na camada de negócio encontram-se quatro módulos para realizar as funcionalidades do subsistema, além do módulo principal (*Controle*). O objetivo do módulo *Controle* é coordenar a execução dos demais módulos e validar usuários que devem acessar

aplicações jurídicas criminais, salvaguardando informações do tomador de decisão que deu entrada no sistema.

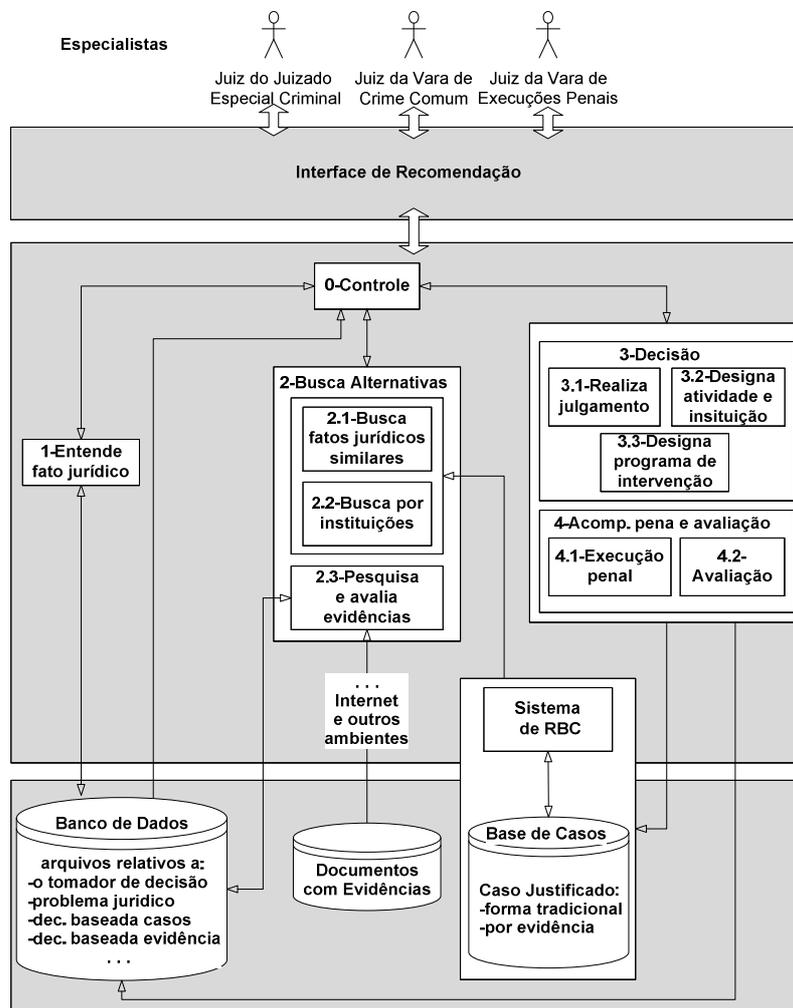


Figura 7-6 Arquitetura do Subsistema de Penas Alternativas.

Os módulos acionados pelo módulo *Controle* estão compatíveis com o processo decisório de Simon (1960), e são assim caracterizados:

1. *Entender fato jurídico* - O objetivo deste módulo é disponibilizar aos juízes consultas relacionadas ao fato jurídico, além de permitir atualização da descrição e do grau de complexidade do fato;
2. *Buscar alternativas de soluções* - Este módulo visa capturar alternativas de soluções para apoiar tomadas de decisão. Entretanto, três momentos diferentes designam submódulos específicos para encontrar alternativas de soluções visando apoiar: (i) o

- juízo criminal, (ii) a designação de instituição para cumprimento da pena alternativa, e (iii) a designação de programa de intervenção baseado em evidências;
3. *Decisão* – Tem objetivos correspondentes ao módulo anterior, sendo responsável por registrar informações das decisões tomadas acerca de: (i) o julgamento realizado; (ii) a instituição, com respectiva atividade, designada para o ofensor; e (iii) o estabelecimento ou designação de programa de intervenção para auxiliar ofensores (ou vítimas de ofensores);
 4. *Acompanhamento da pena e avaliação de decisões* – São dois os objetivos: registrar o monitoramento da execução penal; e registrar procedimentos da solução adotada em conjunto com o auto-desempenho do tomador de decisão.

Na terceira camada encontra-se uma infra-estrutura computacional que responde pelo gerenciamento e armazenamento persistente de dados, informações e conhecimentos. A camada é composta de uma Base de Casos e de um Banco de Dados. A Base de Casos contém casos solucionados de forma tradicional (referenciando leis, doutrinas e jurisprudências) ou justificados por evidências de pesquisa. O Banco de Dados constitui uma série de tabelas relativas a: tomadores de decisão (*Juiz*); problema (*FatoJuridico*, *Participante*, etc.), recursos adicionais (*ProvaAnexada*, *ProvaMaterial*, etc.), solução (*Julgamento*, *Designacao*, etc.), a pesquisa por evidências (*Busca*, *DocumentoPesquisado*, *Evidencia*, etc.), resultado (*ExecucaoPenal*) e aprendizagem (*Aprendizagem*, p.ex.). Documentos contendo evidências de pesquisa residentes fora do ambiente da aplicação também são representados na arquitetura visando designar elementos de recuperação de informação a serem buscados. Estes documentos contemplam estudos primários (série de casos criminais, artigos publicados sobre específicos temas, p.ex.) e secundários (meta-análise e revisões sistemáticas com evidências).

São apresentados a seguir, maiores detalhes da funcionalidade dos módulos.

Módulo Entender fato jurídico (M1)

Este módulo realiza consultas a Banco de Dados local onde são acionadas opções de processamento para: exibir o *perfil do ofensor*; apresentar relação de *links* para documentos

de *provas anexadas* ao caso; visualizar *antecedentes criminais* do ofensor; ou *atualizar o fato jurídico* e a indicação da *complexidade* do mesmo²².

Módulo Busca alternativas de soluções: Submódulo Busca fatos jurídicos similares (M2.1)

O submódulo Busca fatos jurídicos similares (M2.1), numa primeira etapa, é ativado para receber como entrada elementos que caracterizam a descrição do fato jurídico e o nome de seu participante de um novo caso, visando recuperar casos com fatos jurídicos similares. Além disso, informações contextuais devem ser utilizadas como parâmetros para filtragem dos casos recuperados. São considerados pesos para descrição do fato e para nome do participante visando apresentar casos com reincidência criminal no início do *ranking*²³. No que diz respeito ao cálculo de similaridade local, o peso associado a descrição do fato, aplica-se a similaridade entre conjuntos (Coeficiente de *Jaccard*, p.ex.), e para o peso relativo ao nome, a similaridade do co-seno (*cosine similarity*).

Desta forma, o cálculo de similaridade global é obtido pela seguinte equação:

$$SimGlobal = (Sim\ Local_{descrição} * Peso_{descrição} + Sim\ Local_{nome} * Peso_{nome}) / (Peso_{descrição} + Peso_{nome}).$$

Mecanismos de filtragem devem ser previstos e aplicados para a especialidade do juiz, a situação e a complexidade do fato jurídico.

Na segunda etapa de M2.1, é acionado o engenho de inferências do Sistema de RBC. O resultado será um *ranking* de casos contendo dados relativos ao fato jurídico, seu autor, julgamento e especialidade do juiz que julgou o fato, além da métrica de similaridade calculada. O *ranking* será apresentado em ordem descendente da medida de similaridade.

A terceira etapa em M2.1 serve para indicar os casos com melhores soluções (julgamentos).

²² O registro de dados processuais e anexação de documentos serão efetuados por um assistente judiciário do gabinete do juiz, a partir de um módulo auxiliar projetado para este fim.

²³ Cf. orientação fornecida aos usuários da aplicação, valores atribuídos aos pesos influem diretamente na exibição do *ranking* de casos, principalmente para as primeiras posições. Como a *reincidência criminal* é considerada algo grave, determinou-se para o *nome do ofensor* um valor de peso 2 ou 3 vezes maior que o valor do peso para o *fato jurídico*.

Módulo Busca alternativas de soluções: Submódulo Busca por instituições (M2.2)

De forma semelhante ao submódulo M2.1, *Busca por instituições (M2.2)* deve ser utilizado pelo Sistema de RBC. Porém, com o objetivo de recuperar casos para apresentar instituições e atividades realizadas por ofensores com perfis similares ao do novo caso apresentado. Para a primeira etapa, a identificação do autor (ou seu nome) é solicitada para encontrar informações relativas ao participante do novo fato jurídico no Banco de Dados. As informações são exibidas em uma interface. Dados acerca das preferências do participante, tais como disponibilidade e indicador de proximidade do local para cumprimento da pena, e indicação(ões) do grau de sucesso de casos a recuperar, são complementados nesta interface. Para busca do Sistema de RBC, *bairro residencial, bairro de trabalho e habilidades* constituem os elementos básicos.

Para o cálculo de similaridade local, a distância Euclidiana deve ser aplicada para bairro residencial e bairro de trabalho. Para habilidades, a similaridade entre conjuntos é a mais apropriada.

Neste caso, fica estabelecida a similaridade global:

$$SimGlobal = (Sim\ Local_{bairro\ residencial} * Peso_{bairro\ residencial} + Sim\ Local_{bairro\ de\ trabalho} * Peso_{bairro\ de\ trabalho} + Sim\ Local_{habilidades} * Peso_{habilidades}) / (Peso_{bairro\ residencial} + Peso_{bairro\ de\ trabalho} + Peso_{habilidades}).$$

O grau de sucesso ocorrido durante a execução penal é um dos mecanismos de filtragem. Outro mecanismo requer procedimentos para filtrar casos recuperados que estejam compatíveis com preferências da indicação de proximidade de local (bairro residencial ou bairro de trabalho). Em outras palavras, quando o participante indicar “não” para cumprimento da pena próximo à residência, devem ser eliminados do *ranking* todos os casos onde o bairro residencial do caso exibido é o mesmo bairro do participante (novo caso). Tal procedimento é válido para o bairro de trabalho²⁴.

²⁴ Quando nenhum caso é encontrado, uma consulta à tabela *Instituicao* (a partir dos atributos *nome, bairro e atividades*) pode servir para encontrar compatibilidade com os dados do ofensor, no que diz respeito às suas preferências de proximidade de local - bairro residencial/trabalho - e de suas habilidades, visando o cumprimento da pena. Isto ocorrerá para os primeiros casos instanciados na Base de Casos.

Na segunda etapa de M2.2, o Sistema de RBC é acionado e apresenta um *ranking* de casos contendo dados do participante, da designação (atividade, dias, etc.) e da instituição designada (nome, bairro, etc.)

Para a terceira etapa, indicam-se as melhores instituições e atividades do *ranking*, após filtragem.

Módulo Busca alternativas de soluções: Submódulo Pesquisa e avalia evidências (M2.3)

Neste submódulo, duas opções de processamento são possíveis. A primeira se dá através de processamento em um Banco de Dados no seio organizacional. Primeiramente, o submódulo deve capturar palavras-chave para pesquisar documentos com evidências desejados. Em seguida, deve acessar a classe *DocumentoPesquisado*, efetuando cálculo de similaridade entre as palavras capturadas e o atributo *palavrasChave* de *DocumentoPesquisado* (neste caso, a aplicação da fórmula do co-seno é indicada). Informações contextuais tais como indicadores de relevância e aplicabilidade, ou percentuais de segurança e de expectativa, podem ser confrontadas com valores de tabelas do Banco de Dados (*DocumentoPesquisado* e *Evidencia*, neste exemplo) para filtrar documentos com evidências já analisados. Na última etapa, serão exibidos dados do documento e da evidência encontrados.

Na segunda opção de processamento, *sites* de provedores de evidências serão pesquisados (primeira etapa), sendo analisadas e extraídas informações para serem instanciadas no Banco de Dados local (segunda etapa).

Módulo Decisão (M3)

Este módulo está associado ao resultado da execução do módulo *Busca Alternativas (M2)*. Três submódulos estão disponíveis para instanciar dados relativos a cada decisão tomada nos submódulos descritos anteriormente.

O submódulo Realiza julgamento (M3.1) tem como finalidade instanciar a sentença judicial na tabela Julgamento, bem como o critério adotado para esta decisão (legislação, p.ex.). Por sua vez, em Designa atividade e instituição (M3.2), o objetivo é registrar informações em Designacao. Para o submódulo Designa programa de intervenção (M3.3), tabelas envolvendo a busca por evidência são atualizadas a partir da escolha da melhor evidência de pesquisa encontrada. A descrição do programa de intervenção, bem como a

indicação de programas básicos de apoio ao ofensor (ou apoio a vítima), devem ser registrados nas tabelas *IntervencaoRestaurativa* e *ApoioOfensor* (ou *ApoioVitima*), respectivamente.

Módulo Acompanhamento da pena e avaliação de decisões (M4)

Dois submódulos estão presentes neste último módulo. O primeiro, *Execucao penal*, é constituído de três etapas. A primeira tem a finalidade de registrar o início da execução da pena; a segunda é voltada para descrever comentários sobre o acompanhamento da pena (quer em situação normal quer excepcional); e a terceira tem o propósito de registrar o término da execução penal e comentários do resultado. Situações excepcionais requerem novas opções de processamento para instanciar informações relativas a: descumprimento ou suspensão da execução penal; ou comentários adicionais acerca da designação de programas de intervenção baseados em evidências.

O segundo submódulo, denominado *Avaliação*, tem dois objetivos: (i) fornecer informações para facilitar a *aprendizagem* (procedimentos de solução, busca por casos, histórico da busca por evidências e sugestões para futuras buscas por evidências); e registrar as *avaliações* das tomadas de decisão (avaliação da execução penal e seu indicador de grau de sucesso, além da avaliação de auto-desempenho tratando de evidências).

7.2.3 Protótipo Implementado

Um abrangente protótipo do Subsistema de Penas Alternativas da Justiça Criminal foi desenvolvido para implementar as funcionalidades do subsistema e servir para comprovar a aplicabilidade dos conceitos e elementos especificados do *framework* ECoCADe, estando em conformidade com a abordagem metodológica de apoio à decisão apresentada no Capítulo 6. Todos os módulos do projeto arquitetural apresentado no item anterior foram contemplados neste protótipo.

A base de casos foi criada a partir de processos criminais reais (aproximadamente uma centena) coletados na Vara de Execução de Penas Alternativas do Tribunal do Estado de Pernambuco (TJPE) do Fórum da Comarca de Recife. Um específico caso foi coletado no Tribunal de Justiça Federal em Natal. Os juízes cadastrados no Banco de Dados têm diferentes especialidades (“roubo”, “homicídio”, “infrações de trânsito”, “crimes contra a

mulher”, etc.). Os principais documentos com evidências foram obtidos dos *sites* da *Campbell Collaboration* e *Springer Verlag*.

Após pesquisas por *software* com o modelo RBC, adotamos o *framework JColibri*, versão 2.0, que é *open source*, contempla o ciclo básico de processamento de RBC, e inclui recuperação baseada em filtro (*FilterBasedRetrievalMethod*) para casos que satisfazem uma consulta em um subconjunto de linguagem SQL. *Jcolibri* é implementado na linguagem *Java* e tem alto potencial para as seguintes expansões: inclusão de *thesaurus*, pesquisas textuais, buscas semânticas, formatação de casos utilizando técnicas de extração de informação, dentre outras vantagens (Bello Tomás et al., 2004).

O protótipo foi desenvolvido em linguagem *Java*, em plataforma *eclipse* com *hibernate* (Hemrajani, 2010), sendo esta escolhida por ser uma linguagem bastante conhecida no mercado e ter considerável aproveitamento de mão-de-obra, e também por interagir com o *framework* de *software Jcolibri*.

Para o armazenamento da Base de Casos do sistema RBC e do Banco de Dados, foi utilizado o Sistema Gerenciador de Banco de Dados Relacional *PostgreSQL* 8.2. Algumas especificidades dos módulos foram traduzidas em blocos de instruções na linguagem *PL/pgSQL* e armazenados em *Stored Procedures* (Blum, 2007).

Na Figura 7-7 apresenta-se um Diagrama de Componentes para atender as funcionalidades do protótipo implementado. O ponto de partida é o executável *controlepenalt.jar*, gerado pelo compilador *Java*, que acessa tabela *PostgreSQL (Juiz)* para autenticação de usuários e ativar outros módulos *.jar*.

O componente *entendefato.jar* é responsável por acessar tabelas de Banco de Dados relativas ao novo fato jurídico (*FatoJuridico, ProvaAnexada*, etc).

Os componentes *buscafatosim.jar* e *buscainst.jar*, acionados pelo componente *buscaaltsol.jar*, são responsáveis por ativar o *JColibri* (a partir do componente *jc21'olibri2.jar*), para a recuperação e apresentação de casos obtidos da Base de Casos *PostgreSQL*. Na necessidade de encontrar evidências, o componente *pesqev evidencias.jar* tem dois conjuntos de responsabilidades: (i) recuperar e apresentar dados de tabelas *PostgreSQL* relativos a documentos com evidências (*DocumentoPesquisado, ProvEvidJuridica*, p.ex.), e (ii) apresentar endereços de páginas HTML presentes na tabela

ProvEvidJuridica; ativar um *browser* para acessar páginas de provedores de evidências, e gravar informações extraídas da *Internet* no *BD PostgreSQL*.

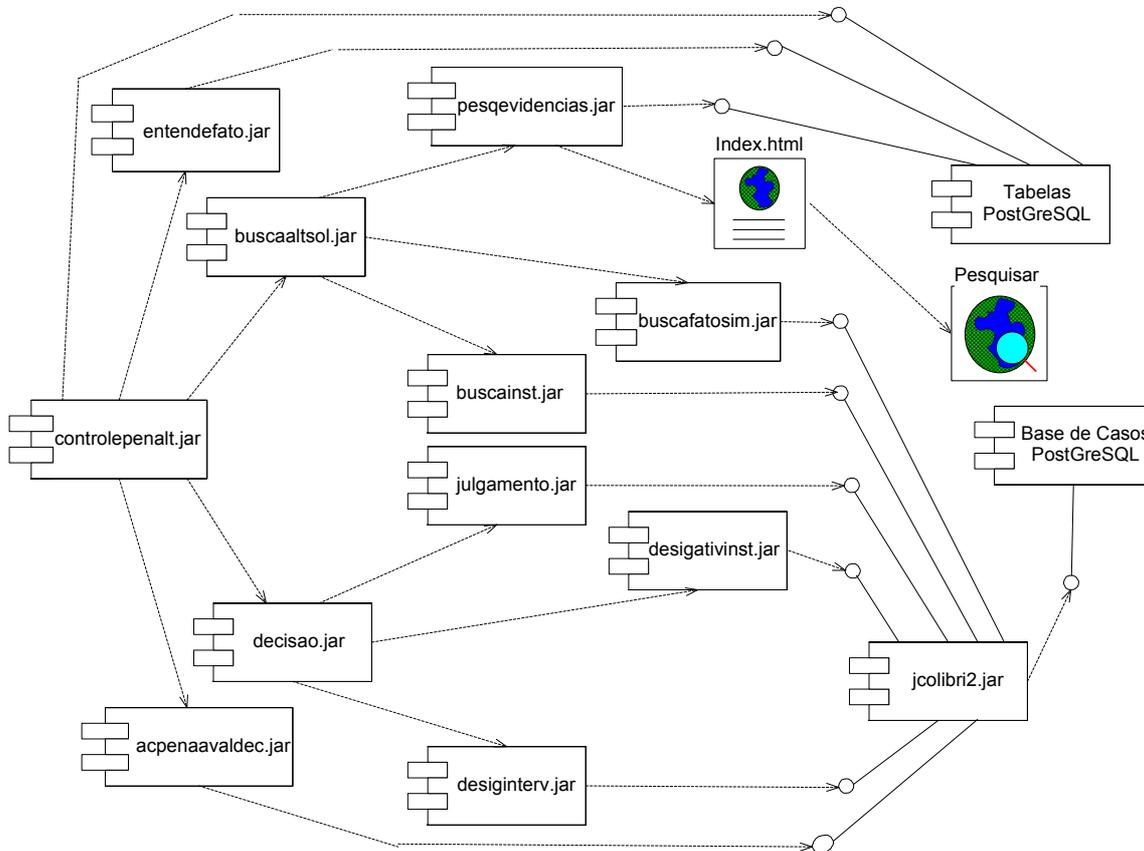


Figura 7-7 Diagrama de Componentes do protótipo para o Subsistema de Penas Alternativas.

Os componentes *julgamento.jar*, *desigativinst.jar* e *desiginterv.jar*, uma vez invocados pelo componente *decisao.jar*, tem responsabilidades de acionar o *framework JColibri* para instanciar conhecimentos na Base de Casos de acordo com especificas funcionalidades de seus módulos (julgamento, designação de atividade e instituição, e designação de intervenção evidenciária, respectivamente).

O último componente, *acpenaavaldec.jar* aciona o *JColibri* para gravar na Base de Casos informações relativas ao acompanhamento da pena e avaliação de decisões.

7.2.4 Testes

Devido à dinâmica proporcionada pela integração de RBC com PBE considerando contexto no subsistema pesquisado, foi conveniente realizar testes em quatro etapas.

Nas três primeiras etapas os casos reais foram coletados e instanciados em bases locais. Em cada etapa, um problema considerado complexo, em concordância com a opinião de especialistas do domínio, foi escolhido para testar módulos do protótipo. Algumas adaptações foram realizadas. O primeiro caso trata-se de um caso especial do Tribunal de Justiça Federal do Rio Grande do Norte, de forte repercussão nacional, disponível na *Internet*²⁵, e os demais são oriundos do TJPE, assim referenciados:

- Caso 1 – “caso Estela Taques”, acerca de tráfico internacional de drogas, cuja pena prevista não se adéqua a penalidade alternativa, porém foi revertida pelo juiz para esta modalidade;
- Caso 2 – caso com vários delitos - porte ilegal de arma com furto de veículo, seguido por acidente a um pedestre;
- Caso 3 – caso inédito com características de agressão à vítima portadora de síndrome de pânico, necessitando de apoio psicológico e psiquiátrico.

No primeiro caso, o objetivo é demonstrar a *complexidade do problema* a partir da diversidade de recursos utilizados, visando entender as causas que a ré foi levada a cometer o delito. Os componentes *controlepenalt.jar*, *entendefato.jar*, *decisao.jar* e *juulgamento.jar* foram utilizados. O componente *jcolibri2.jar* foi utilizado apenas para gravação do caso.

No segundo caso, são exibidas diversas sentenças (recursos para solução) aumentando a *complexidade de solução*. Com mecanismos de filtragem usando elementos contextuais, reduziu-se a complexidade de solução, viabilizando uma decisão mais ágil. Neste caso, componentes relativos à recuperação de casos antepassados para solução do problema foram acionados, a saber: *buscaaltsol.jar*, *buscafatosim.jar*, *juulgamento.jar*, *buscainst.jar* e *desigativinst.jar*. Um dos objetivos deste caso foi testar, também, o *framework JColibri*, no que diz respeito ao seu principal processamento - a atividade *Retrieve* de RBC - adaptado para as penas alternativas (componente *jcolibri2.jar*).

O terceiro caso apresenta a proposta de uma intervenção baseada em evidências encontrada no *site* da *Springer Verlag* devido à *ausência de soluções* para tratar uma vítima. A possibilidade de reuso de evidências em base local é explorada. Este caso apresenta uma nova modalidade, encontros face-a-face da justiça restaurativa, na qual uma

²⁵ Íntegra da sentença em www.georgemlima.xpg.com.br/trafico.doc

vítima que sofreu um assalto com arma de um agressor alcoólicizado, recebe apoio. Ele é justificado na área de prevenção ao crime porque muitos dos ofensores presentes sofreram violência no passado e vítimas de crime podem se tornar criminosos no futuro (Sherman et al, 2005). Os componentes executados foram: *buscaaltsol.jar*, *pesqevindicias.jar*, *decisao.jar*, *desiginterv.jar* e *jcolibri2.jar* (para gravar o caso).

Testes de forma unitária foram aplicados a todos os componentes do protótipo. Numa quarta etapa, o componente *acpenaavaldec.jar* foi incorporado para a realização do *teste de integração* englobando os três casos selecionados, cujo resultado foi satisfatório e propiciou a produção de um artigo científico (Lopes et al., 2010b) a ser publicado em importante meio de divulgação da área computacional (*Springer Verlag*). Acerca da aceitabilidade do usuário quanto ao protótipo, seguiu-se a idéia de *testes de aceitação orientados a exemplos*²⁶, onde ao fim de cada etapa faz-se uma apresentação do que foi executado, e discute-se a coleta de dados para a etapa subsequente, junto aos usuários.

Caso 1 – Tráfico internacional de drogas

O “caso Estela Taques” é motivado pela prisão da ofensora que transportava drogas (maconha e *ecstasy*) da Holanda para o Brasil. Inicialmente, o juiz aciona o módulo *Controle* (a partir do componente *controlepenalt.jar*) e é apresentada uma interface de autenticação (Figura 7-8a) visando validar o usuário e recuperar dados para posterior uso de mecanismos de filtragem com informações contextuais. Em seguida, é apresentado o menu principal (Figura 7-8b) para se comunicar com os demais módulos/submódulos.



Figura 7-8 Interfaces do módulo *Controle*: (a) autenticação de usuários, e (b) menu principal.

²⁶ Ver artigos disponíveis em <http://www.infoq.com/br/news/2009/01/acceptance-testing> e <http://lisacrispin.blogspot.com/2008/09/agile-acceptance-testing.html>

Para investigar as causas do delito, o módulo *Entende fato jurídico* (M1) é acessado. A opção *Consultar Provas* obtém indicações da localização das provas materiais e testemunhais de defesa e de acusação (ver *hiperlink*), cuja relação apresenta-se nas Figuras 7-9a e 7-9b²⁷.

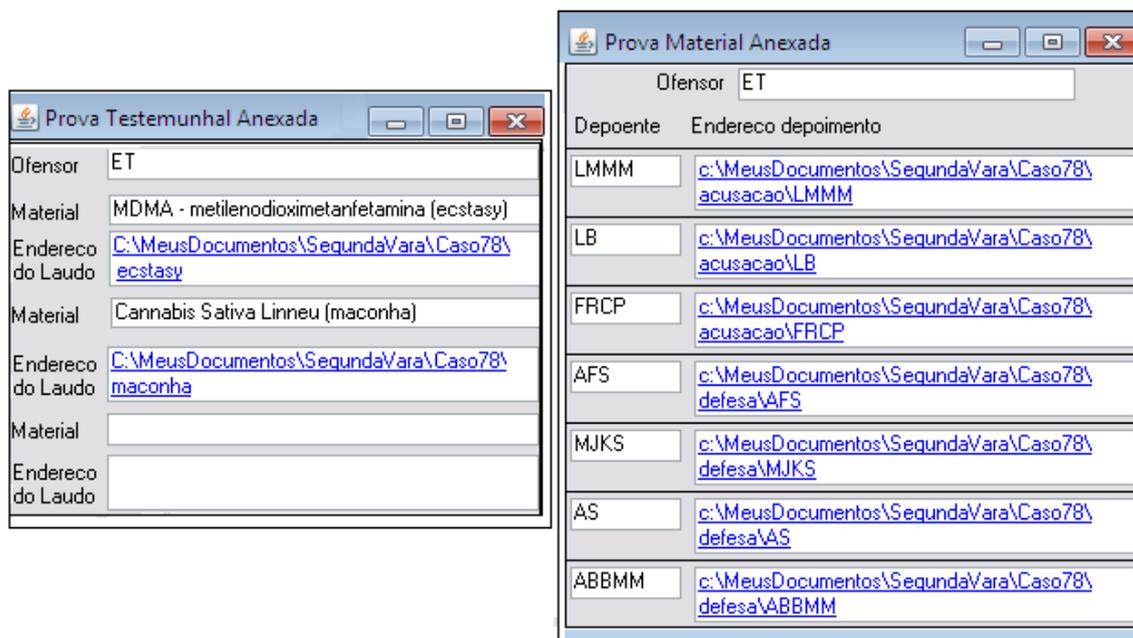


Figura 7-9 Relação de provas: (a) material, e (b) testemunhal.

O crime tem pena prevista de 5 a 15 anos, portanto fora da classificação de penas alternativas. Entretanto, sendo a ré menor de 21 anos de idade há diminuição de pena e após detalhada investigação da Polícia Federal, constatou-se a possibilidade do crime ser enquadrado como *moderado potencial ofensivo*²⁸.

Não foram encontrados casos similares no TJ Federal do Rio Grande do Norte. O submódulo *Realizar julgamento* (M3.1) foi acionado para geração do caso com a sentença apresentada, conforme Figura 7-10.

²⁷ Por privacidade, foram cadastradas somente as iniciais do nome das pessoas.

²⁸ Cf. processo, verificou-se que “Incide também no caso em análise a causa de diminuição de pena prevista no § 4º do artigo 33 da Lei de Drogas, já que a ré é primária, tem bons antecedentes, não se dedica a atividades criminosas. Nesse sentido, pelo que se retira dos elementos dispostos nos autos, ficou claramente configurado que a ré não integra associação criminosa voltada ao tráfico internacional de substâncias entorpecentes, tendo, em verdade, ocorrido sua adesão ocasional ao tráfico de drogas.”

Realiza Julgamento

#Caso

Fato jurídico

Ofensor

Julgamento

Sentença

Critério

Figura 7-10 Julgamento do caso “Estela Taques”.

Caso 2 - Porte ilegal de arma com furto de veículo e acidente de pedestre

Um caso envolvendo subtração de veículo, cujo ofensor detinha uma arma com porte ilegal, seguido por atropelamento de pedestre é endereçado a um juiz especialista em roubos.

Após entendimento do fato jurídico apresentado, o juiz ativa o submódulo *Busca fatos jurídicos similares* (M2.1) para encontrar sentenças judiciais que auxiliem no seu julgamento.

Para demonstrar a importância do uso de informações contextuais aos usuários do TJPE, dois testes foram realizados. No primeiro teste, foram informados a descrição do fato e o seu autor, mas não foram usadas informações contextuais (ver Figura 7-11, sem considerar elementos contextuais).

Figura 7-11 Dados para pesquisar fatos jurídicos similares.

No que tange ao cálculo de similaridade do *fato*, foi utilizada a função *Maxstring* do *JColibri*, uma adaptação do coeficiente de *Jaccard*, que retorna o valor da maior *substring* pertencente a duas *strings* e divide esse valor pela maior *string* dentre elas. Para o *nome* do ofensor utilizou-se a função *Equal* do *JColibri* que retorna 1 quando nome do ofensor na consulta e na Base de Casos forem iguais, e zero quando diferente. Os pesos atribuídos foram: 1.0 para o fato jurídico e 2.0 para o nome, este último tem maior valor com o intuito de apresentar antecedentes criminais do ofensor no início do *ranking* de saída.

8 Retrieved cases

Select	fato_juridico	circunstancias	ofen...	sentenca	critério	especialida...	situaca...	comp...
<input type="radio"/>	506 roubo celular fone	o autor tem furtado	ZGM	pagamenti financeiro de R\$ 500	Art. 155, item I	roubo	conclui...	baixa
<input type="radio"/>	536 acidente com pedestre	às 18:30, em 2/2/2007	FHC	Seis meses de serviços comun...	Art. 291 do CBT	infrações tr...	conclui...	baixa
<input type="radio"/>	509 roubo de veículo seguido por acidente com ped...	Sandre Martinelli prest	HMC	Dois anos de prestação de serv...	Art. 155 do CP e 291 ...	roubo	conclui...	alta
<input type="radio"/>	504 roubo usando porte ilegal arma	Em 5/2/2008, no parque	BAS	Dois anos e seis meses de ser...	Art. 14 e 16 do CP	roubo	conclui...	mod...
<input type="radio"/>	502 uso de porte ilegal de arma	No feriado de confrater	CMS	Prestação de serviços comunif...	Art. 16 do CP	roubo	conclui...	baixa
<input type="radio"/>	501 porte ilegal de arma	Próximo às 20 h do dia	JCBP	Dois anos e quatro meses de s...	Art. 16 do CP	homicídio	conclui...	mod...
<input type="radio"/>	574 roubo de jóias seguid por assassinato	O autor tentou roubar ...	NSS	Oito anos de prisão em regime ...	Art. 245 do CP	homicídio	conclui...	alta
<input type="radio"/>	510 roubo de computador	O roubo de um notebo...	MST			roubo	em and...	alta

2 Retrieved cases

Select	fato_juridico	circunstancias	ofen...	sentenca	critério	especialida...	situaca...	comp...
<input type="radio"/>	509 roubo de veículo seguido por acidente com ped...	Sandre Martinelli prest	HMC	Dois anos de prestação de serv...	Art. 155 do CP e 291 ...	roubo	conclui...	alta
<input type="radio"/>	504 roubo usando porte ilegal arma	Em 5/2/2008, no parque	BAS	Dois anos e seis meses de ser...	Art. 14 e 16 do CP	roubo	conclui...	mod...

Figura 7-12 Casos recuperados para apoiar julgamento: (a) sem uso de contexto, e (b) usando contexto.

O resultado inicialmente apresentado detinha cerca de 20 casos e foi necessário interagir com a aplicação para excluir casos que detêm a palavra “arma”, mas sem o termo

“ilegal”, ou casos com pouca relevância, geralmente presentes no final da lista exibida. O resultado após estas interações foi apresentado na Figura 7-12a (parte superior da figura).

Para o segundo teste, utilizou-se os parâmetros de informações contextuais apresentados na Figura 7-11, e obteve-se uma boa seleção a partir da Base de Casos. Os casos foram filtrados com base na: especialidade do Juiz (afinidade do juiz do novo caso com outros especialistas em “roubo” ou “infrações trânsito”), situação “Concluída” para o problema e, complexidade do problema “Moderada” ou “Alta”²⁹. Casos considerados em andamento (510), com sentenças proferidas por juízes de especialidades diferentes de “roubo” ou “infrações trânsito” (501 e 574), ou com baixa complexidade (506, 536 e 502) não foram selecionados. O resultado é apresentado na Figura 7-12b (parte inferior).

Para ilustrar o cálculo de similaridade global, apresenta-se a memória de cálculo para os dois casos selecionados na Figura 7-12b, quando confrontados com a consulta:

$SimGlobal_{(consulta, caso504)} = ((12/36) * 1.0 + 0 * 2.0)/3 = 0.111$ (a comparação entre *strings* determinou 12 caracteres – “roubo ilegal” – sendo a consulta detentora da maior das *strings*, com 36 caracteres); e

$SimGlobal_{(consulta, caso509)} = ((23/50) * 1.0 + 0 * 2.0) /3 = 0.153$ (resultado da comparação=23, “roubo acidente pedestre”, e maior *string*= 50 caracteres – fato caso 509).

Para o sentenciamento do caso (Figura 7-13) foram reusados e combinados critérios de sentenças anteriores presentes na Figura 7-12b (artigo 14 e 155, item I, do Código Penal, que dizem respeito à roubos; o artigo 16 que é relativo a porte ilegal de arma, e o artigo 291 do Código Brasileiro de Trânsito para acidente de pedestre)³⁰. Também foi mensurada a duração da pena de acordo com a gravidade do caso.

²⁹ Esta indicação é devido ao fato consistir de mais de dois delitos: *roubo, arma ilegal e acidente de pedestre*.

³⁰ Foi utilizado o *método de substituição* da atividade *Reuso* em RBC (ver item 2.4.2 para “Reuso, Revisão e Retenção”).

The screenshot shows a software window titled "Realiza Julgamento". It contains the following fields and text:

- #Caso: 35
- Fato jurídico: Roubo de veículo com porte ilegal de arma, seguido por atropelamento de pedestre
- Ofensor: ZGM
- Julgamento:
 - Sentença: Três anos e sete meses de serviços prestados a comunidades. Pagamento de multa fixado em R\$ 3.450,00, parcelado em 24 meses, a prevalecer a partir data de início da execução penal.
 - Critério: Art. 291 do Código de Trânsito Brasileiro - CTB, c/c os artigos 14, 16 e 155, item I, do CP - Código Penal

Buttons "Entrar" and "Gravar" are visible.

Figura 7-13 Sentença de julgamento – caso porte ilegal de arma com furto de veículo e acidente de pedestre.

Após o julgamento, o caso foi encaminhado para um juiz decidir qual atividade e instituição que o ofensor vai cumprir a pena. Ao utilizar o submódulo *Busca por instituições* (M2.2), uma interface é apresentada (Figura 7-14) visando obter dados do perfil de ofensor. Em seguida, informações contextuais sobre suas preferências (disponibilidade e proximidade de local para cumprimento da pena) são completadas, sendo possível indicar graus de sucesso da execução penal, para servir de filtro na recuperação de casos.

The screenshot shows a software window titled "Busca por Instituições". It contains the following fields and controls:

- Ofensor: Doc. Identificação: 27468406709, Nome: ZGM, with a "Buscar" button.
- Endereço Residencial: Rua Desmond Tutu, 305, Recife - Pe
- Bairro Residencial: Jardim Brasil
- Endereço trabalho: Av. João Paulo II, Recife - Pe
- Bairro trabalho: Madalena
- Conduta: casado, 5 filhos, primeiro grau incompleto, eletricista
- Comportamento: bebe socialmente, tímido
- Necessidades: retornar aos estudos, with a "Risco" dropdown set to "moderado".
- Habilidades: carpintaria, eletricista
- Disponibilidade: Terças e Quartas das 8:00 - 10:00
- Proximidade da instituição penal: Residência: Sim, Trabalho: Sim (both dropdowns).
- Grau de sucesso da execução penal: Alto, Médio, Baixo, with a "Procurar na Base de Casos" button.

Figura 7-14 Dados para pesquisar perfis de autores similares ao do ofensor.

As medidas de similaridade local para *bairro residencial* e *bairro de trabalho* foram tratadas com a função *Equal* do *JColibri*. Para *habilidades* foi usada a função *cosine similarity*. Os valores de pesos atribuídos foram: 1.0 para *habilidades* do ofensor e 2.0 para os demais atributos. O *ranking* de casos recuperados é exibido na Figura 7-15.

Select	bairro_resid	bairro_trabalho	habilidades	ativ_desig	nome_inst	bairro_inst	atividades_inst	grau
<input type="radio"/> 406	Jardim Brasil	Campo Grande	carpinteiro, eletricista	carpinteiro	Centro Social Eraldo Gueiros	Jardim Brasil	carpinteiro, pintor	alto
<input type="radio"/> 410	Agua Fria	Jardim Brasil	lavador de carros, carpinteiro	carpinteiro	Centro Social Eraldo Gueiros	Jardim Brasil	carpinteiro, pintor	alto
<input type="radio"/> 404	Cordeiro	Madalena	cozinheiro, jardineiro	jardineiro	Corpo de Bombeiros	Madalena	jardineiro, pintor, cozinheiro	alto

Figura 7-15 Casos recuperados usando informações contextuais visando apoiar designação de atividade e instituição.

O parâmetro de informação contextual utilizado serviu para permitir somente a exibição de casos de grau de sucesso considerados “alto”.

O cálculo de similaridade local para *habilidades* corresponde à seguinte tabela:

Tabela 7-2 Cálculo de similaridade co-seno para o atributo habilidades.

Palavras comuns entre os casos			
	caso 404	caso 406	caso 410
caso novo	0	2	1

Cálculo da similaridade entre casos			
	caso 404	caso 406	caso 410
caso novo	0	1	0,5

Onde: A- total palavras do caso novo

B- total palavras caso antigo

C- total palavras comuns entre caso novo e antigo

e Similaridade co-seno= $C / (\text{Raiz quadrada}(A) * \text{Raiz quadrada}(B))$

O cálculo de similaridade global apresentou os seguintes resultados:

$SimGlobal_{(\text{caso novo}, \text{caso404})} = (0 * 2.0 + 1 * 2.0 + 0 * 1.0) / 5 = 0.4$ (devido à indicação de proximidade do bairro de trabalho);

$SimGlobal_{(\text{caso novo}, \text{caso406})} = (1 * 2.0 + 0 * 2.0 + 1 * 1.0) / 5 = 0.6$ (onde a indicação de proximidade do bairro residencial e as duas habilidades influíram no resultado); e

$SimGlobal_{(caso410, caso410)} = (1 * 2.0 + 0 * 2.0 + 0.5 * 1.0) / 5 = 0.5$ (onde a indicação de proximidade do bairro residencial e uma das habilidades detrmnaram o resultado).

Para a designação, o submódulo *Designa atividade e instituição* (M3.2) foi invocado para registrar a decisão do juiz (Figura 7-16). Ela foi baseada no reuso de designações anteriormente presentes no *ranking* da Figura 7-15³¹. Viu-se que o ofensor já tinha cumprido pena com sucesso, e foi-lhe designada a mesma instituição, modificando a atividade para atuar como “eletricista”. O ofensor não necessitou de programas de apoio.

Designa Atividade e Instituição

Caso:

Ofensor: Doc. identificação: Nome:

Designação para Cumprimento da Pena

Instituição:

Atividade: Dias:

Hora inicial: Hora Término:

Programa:

Figura 7-16 Designação de atividade e instituição – caso porte ilegal de arma com furto de veículo seguido por atropelamento de pedestre.

Caso 3 - Agressão à vítima portadora de síndrome de pânico

Após constatação de que a vítima de um ofensor alcoolizado tem apresentado problemas de saúde em decorrência de um fato jurídico envolvendo roubo utilizando arma de porte ilegal, um juiz especialista em crimes de drogas decide realizar uma intervenção de apoio à vítima para um caso já sentenciado.

Com origem no submódulo *Pesquisa e avalia evidências* (M2.3), a primeira opção de processamento é acionada para encontrar soluções baseadas em evidências no seio organizacional, utilizando a interface apresentada na Figura 7-17. Sua intenção é encontrar documentos com evidências que tratem, principalmente, de encontros face-a-face entre ofensor e vítima, e que tenham sido solucionados por colegas do Tribunal de Justiça.

³¹ Aqui o método de reinstanciação da atividade *Reuso* em RBC foi aplicado.

Figura 7-17 Dados para busca por documentos com evidências em bases organizacionais.

Nesta situação, a procura se dá por documentos no Banco de Dados. Para isso foi implementada a fórmula do co-seno para calcular similaridade entre palavras-chave da consulta e do documento com evidências, porém, com uma adaptação: considerar como congruente cada palavra-chave da consulta que estiver contida na *string* de palavras-chave do documento pesquisado. Por exemplo, considerar congruente a palavra “*alcohol*” da consulta quando confrontada com a *string* “*victim; alcoholism in patients; violence*” relativa as palavras-chave do documento.

Na primeira recuperação, não foram usados elementos contextuais e o resultado com diversos casos é apresentado na Figura 7-18a.

	titulo character varying(200)	palavras-chave character varying(200)	seg nun	exp nun	especialidade character varying(50)
1	Drunk and dangerous: a randomized controlled trial of alcohol	alcohol, brief interventions, violence, random	75.0	90.0	crimes drogas
2	Reducing violence through victim identification care and supp	violence, crime victims rehabilitation, health p	0.0	0.0	homicídio
3	Assessing the effectiveness of interventions designed to sup	victims of crime, systematic review, violence,	80.0	85.0	crimes contra a mulher
4	Change in behaviour of alcohol consumption: what is the moti	alcoholism, motivation, gastroenterology, out	60.0	50.0	crimes drogas
5	Effects of Drug Substitution Programs on Offending among D	drug substitution, drug-addicts, alcohol depen	70.0	70.0	crimes drogas
6	Police crackdowns on illegal gun carrying: a systematic review	Campbell Collaboration, crackdowns, violence	80.0	85.0	homicídio
7	School-Based Education Programmes for the Prevention of Ch	child sexual abuse, victim, school-based educ	70.0	80.0	crimes contra a criança
8	Cognitive-Behavioural Interventions for Children Who Have B	child sexual abuse, victim, cognitive-behaviou	85.0	80.0	crimes contra a criança
9	A systematic review of school-based interventions to prevent	bullying, school-based, violence	60.0	55.0	crimes contra a criança

	titulo character varying(200)	autor character varying(200)	palavras-chave character varying(200)	tipo estudo character varying(50)	provedor evidencia character varying(50)
1	Drunk and dangerous: a randomized	Watt,K; Shepherd, J; Newcombe, R,	alcohol, brief interventions, violence, random	randomizado controlado	Springer Verlag
2	Assessing the effectiveness of interv	Marandos,R; Perry, A,	victims of crime, systematic review, violence,	revisão sistemática	Campbell Collaboration

Figura 7-18 Documentos com evidências recuperados: (a) sem usar contexto (acima), e (b) usando elementos contextuais (abaixo).

Usando parâmetros de informações contextuais como filtro, poucos documentos foram selecionados (Figura 7-18b). Esta filtragem se deu pelos seguintes passos: (i) com base nas especialidades desejadas (“crimes drogas” e “crimes contra a mulher”), somente os documentos 1, 3, 4 e 5 foram inicialmente selecionados; (ii) o documento 4 foi rejeitado pelo indicador de segurança = 60.0 (menor que 70.0 desejado); e (iii) o documento 5 não foi aceito pelo indicador de expectativa = 70.0 (menor que 80.0 desejado).

Entretanto, os dois documentos restantes não foram suficientes para dar apoio à solução (não tratavam de encontros face-a-face). O juiz acionou a segunda opção de processamento: pesquisa por evidências na *Internet*. Esta opção inicia-se com uma questão contendo problema e seu autor (mulher com problema psicológico que foi agredida), intervenção (sessões face-a-face), comparação de intervenções (face-a-face vs. processo convencional), e resultado (efeitos benéficos). As fontes *Campbell Collaboration* e *Springer Verlag* foram escolhidas e suas respectivas *home-pages* foram obtidas. A Figura 7-19 mostra os dados para busca na segunda fonte em documentos de 2005 e 2010.

Pesquisa por Evidências na Internet

PBE - Passo 1 Pesquisa 45 Tipo de Questão Tratamento

Problema

Vítima que sofreu assalto com arma de fogo por um ofensor alcoolizado

Questão PICO

Para uma mulher de 42 anos com síndrome de pânico que sofreu assalto, poderia encontros face-a-face de justiça restaurativa produzir mais efeitos benéficos que a forma convencional

Confirmar

PBE - Passo 2 Busca 2 Tipo Assunto

Expressão "alcohol" and "violence" and "victim" and "face-to-face"

Fonte Springer Verlag Home page www.springer.com

Tipo de Estudo:

- Todos
- Revisão Sistemática
- Meta-analysis
- Narrativo
- Randomizado controlado
- Estudo de caso

Ano de Validade do documento: De 2005 Até 2010

Confirmar

Figura 7-19 Dados para busca por evidências no banco de dados da *Springer Verlag*.

Conforme mostrado na Figura 7-20, um estudo de meta-análise encontrado no *site* da *Springer Verlag* foi considerado pelo juiz como detentor da melhor evidência acerca de encontros face-a-face entre vítimas e ofensores. A amostra do estudo é derivada de dois ensaios clínicos randomizados (*randomized trial controlled* – RTC) realizados com 100 ofensores de menos de 30 anos que praticaram violência em propriedades privadas em Camberra, Austrália; e 173 réus com delitos de roubo com agressão à vítimas em Londres, Inglaterra. O contexto da amostra foi confrontado e analisado com a situação do novo problema ocorrido. A evidência diz respeito, objetivamente, ao índice de 76% de satisfação das vítimas com os resultados obtidos pós-encontros face-a-face com ofensores. Como sugestão, o documento motiva a implantação de um protocolo de execução, porém, adverte para a necessidade de um curso de treinamento de 4 dias para policiais, onde devem ser ministrados conceitos da justiça restaurativa, além da prática na condução de sessões face-a-face entre ofensores e vítimas, inclusive na presença de amigos e familiares da vítima. Assim, o documento e a evidência foram avaliados (validade, relevância e aplicabilidade) e suas informações foram extraídas manualmente para gravação em base local.

Pesquisa por Evidências na Internet

Passo 3 # Pesquisa 45 # Busca 2

Documento:

Localização

Título

Autor

Palavras-chave

Provedor

Amostra

Evidência

Evid

Sugestão

Intervenção

Validade Relevância Aplicabilidade

Figura 7-20 Avalia a melhor evidência encontrada.

Em seguida, as preferências e necessidades da vítima foram coletadas e foi mensurada a segurança e a expectativa da aplicação da evidência (Figura 7-21).

Figura 7-21 Avalia a integração da melhor evidência com preferências e necessidades da vítima.

Por conseguinte, a decisão interventiva foi registrada a partir do submódulo *Designa programa de intervenção* (M2.3), tendo a interface de entrada apresentada na Figura 7-22. Neste caso, se designou encontros entre ofensor e vítima, porém, respeitando alguns requisitos (presença de autoridades e de familiares, horário previamente agendado, etc.). Programas de apoio psicossocial e psiquiátrico foram indicados.

Figura 7-22 Decisão interventiva baseada em evidências.

Ao término do conjunto de sessões programadas, o submódulo *avaliação* (M4.2) foi ativado para encerrar o caso. Ele serve para registrar informações de avaliações de tomadas de decisão e da aprendizagem com o caso, em conformidade com a Figura 7-23.

Figura 7-23 Avaliação e aprendizagem na prática baseada em evidências jurídicas criminais.

Quanto às avaliações, o juiz considerou grau de sucesso “alto” para a aplicação dos encontros face-a-face e deu seu parecer sobre a pioneira experiência desta execução (*Avaliação da Execução Penal*). Além disso, descreveu seu desempenho na busca por evidências seguindo os quatro passos da PBE no âmbito jurídico criminal.

Em relação ao registro da aprendizagem com o caso, foi documentado um histórico da busca por evidências, incluindo-se quantitativos de documentos consultados, rejeitados e aceitos, com seus respectivos motivos. Neste íterim, uma importante documentação foi o conjunto de procedimentos que resulta em um protocolo regimental. Indicações para buscas em outros *sites*, inclusive nacionais, foram sugeridas pelo juiz em uma nova pesquisa.

7.3 Comentários acerca do Estudo de Caso

Neste capítulo, foi apresentada uma aplicação do *framework* ECoCADE a partir de um estudo de caso. O estudo de caso serviu para mostrar a aplicabilidade dos elementos do *framework* ao domínio de Penas Alternativas da Justiça Criminal. Conseqüentemente, também se configurou no ECoCADE aspectos de portabilidade, uma vez que o *framework* foi aplicado anteriormente na Medicina Baseada em Evidências (ver Capítulo5),.

Para contemplar a validação desta tese, um protótipo bastante abrangente foi projetado e implementado a partir dos conceitos utilizados no *framework* e da abordagem metodológica de apoio à decisão proposta no Capítulo 6. Testes de unidade e de aceitação foram realizados com dados reais fornecidos por usuários da Vara de Execuções Penais do Tribunal de Justiça de Pernambuco, que puderam apreciar e constatar a utilidade e aceitabilidade deste protótipo para uso em seu ambiente de trabalho. Acerca dos três casos apresentados para testes, eles detêm peculiaridades que, em conjunto, atendem a definição de problema complexo apresentada por Loriggio (2002): complexidade do problema e complexidade de solução - quer motivada pela ausência de soluções quer pela presença de diversas delas.

Assim, a partir do resultado exposto, no que tange à modelagem conceitual de dados e representação de casos aplicados em domínios jurídico criminal e médico (ver Capítulo 5), o *framework* ECoCADE pode ser utilizado por projetistas de sistemas para otimizar tempo, gerando modelos de dados mais claros e coesos. Da mesma forma, com o protótipo implementado, de acordo com os aspectos metodológicos de apoio à decisão propostos nesta tese (Capítulo 6), especialistas da área criminal podem usufruir da Prática Baseada em Evidências aplicadas à prevenção ao crime. Estes resultados também mostram que os elementos centrais desta tese são independentes de domínios que aplicam a PBE.

Durante testes unitários e de integração, usuários da Vara de Execuções Penais puderam contribuir com sugestões para futuras extensões. No capítulo seguinte, apresentamos as conclusões desta tese, suas principais contribuições e sugestões para trabalhos futuros.

Capítulo 8

Conclusões

A Prática Baseada em Evidências (PBE), originada na Medicina, tem se expandido para várias áreas do conhecimento, a saber, Prevenção ao Crime, Educação, Ciência da Computação (especificamente em Engenharia de *Software*), Serviço Social, além de Saúde em geral (Psicanálise, Veterinária, Fisioterapia, etc.). Porém, os trabalhos que encontramos apresentam soluções limitadas a domínios específicos (Stolba, 2007; Bichindaritz et al, 1998; Warren, 2007, p.ex).

Dobrow et al. (2004) destacam a importância de integrar contexto com evidências para apoiar decisões baseadas em provas científicas considerando o contexto do tomador de decisão. Seu trabalho apresenta avanços que, embora limitados ao domínio médico, têm perspectivas de aplicação em Saúde Pública.

Observa-se que a PBE se volta para problemas não-triviais, com conotações relevantes, e considerados complexos, principalmente na Medicina, com foco no tratamento de pacientes crônicos e terminais, e na Prevenção ao Crime, visando implementar programas baseados em evidências para redução da reincidência criminal.

Porém, Banco de Dados de evidências de pesquisa são mantidos por grupos de pesquisas independentes, e portanto longe dos tomadores de decisão. Consideramos que o reuso de evidência aplicadas se torna importante para otimizar tempo de busca e urgência no tratamento para atores com problemas apresentados na sua organização.

Uma vez que o Raciocínio Baseado em Casos (RBC) apóia a resolução de problemas, a partir da apresentação de diversos recursos de soluções de sua Base de Casos organizacional, e utiliza técnicas de reuso de combinações de soluções aplicadas anteriormente; PBE e RBC apresentam características complementares no apoio à resolução de problemas complexos.

Esta tese foi motivada pelas lacunas encontradas acima e por considerações que fizemos. Assim, foi desenvolvido a especificação de um *framework* conceitual, denominado ECoCADE, composta de dois componentes: (i) uma arquitetura que contempla um Sistema Híbrido de Informação Gerencial, para tratar evidências, e Baseado em

Conhecimento, para tratar casos tradicionais e casos justificados por evidências, considerando contextos de tomadas de decisão; e (ii) um *subframework*, denominado ModECoCa, para apoiar a modelagem de evidências com contexto e estruturar casos justificados por evidências considerando contextos. Além disso, aspectos metodológicos de apoio à decisão centrada na integração de atividades de RBC e procedimentos de PBE, considerando contextos de tomadas de decisão, foram especificados.

Este capítulo está assim organizado: na Seção 8.1 são detalhadas as contribuições desta tese; na Seção 8.2 encontram-se sugestões para trabalhos futuros; e considerações finais acerca da tese estão registradas numa última seção.

8.1 Contribuições da Tese

A pesquisa apresentada representa um avanço no sentido prático, através da concepção e especificação do *framework* ECoCADE associado a uma abordagem metodológica e sua aplicação em um estudo de caso. A seguir, detalhes de contribuições individualizadas dos elementos do *framework* e da abordagem metodológica propostos.

8.1.1 Arquitetura do *Framework*

Referenciais teóricos que tratam dos temas Processo decisório de Simon, Contexto, RBC e PBE serviram de base para definição de uma arquitetura que contempla estas temáticas. Elementos arquiteturais aliados às atividades do ciclo básico de RBC e procedimentos de PBE, considerando contexto, fornecem a arquitetura do *framework* ECoCADE para ser utilizada por aplicações de apoio à decisão em diversos domínios, seguindo o processo decisório de Simon (Simon, 1960; Turban et al., 2006) com extensões nossa.

A arquitetura apresenta a característica de ser independente de domínio que trata da PBE e descrever um sistema híbrido para tratar informações em bases de dados gerenciais e bases de conhecimento.

A incorporação de uma base de evidências aplicadas, permitindo seu reuso, obtém economia de tempo na busca por soluções baseadas em evidências para com problemas similares, e torna-se um dos elementos de destaque da arquitetura, além da Base de Casos.

8.1.2 Subframework ModECoCa

Com o *subframework* ModECoCa, são fornecidas duas contribuições integradas num só modelo. A primeira contribuição é voltada para a modelagem de dados de uma metodologia de desenvolvimento de sistemas típica, e a segunda para representação de casos em uma base de conhecimento. ModECoCa é descrito em linguagem UML, que é de grande popularidade entre Projetistas de Sistemas.

Modelagem de Evidências e Contexto

Investigação realizada para os domínios Médico, Prevenção ao Crime, Educação e Ciência da Computação (leia-se Engenharia de *Software*), permitiu a realização de abstrações e generalização de estruturas de classes que detenham informações utilizadas nos procedimentos de uma PBE. Acerca de modelagem de informações contextuais, ela foi baseada no trabalho de Vieira (2008), mais especificamente na contribuição de um *metamodelo de contexto*, de onde foram extraídas importantes classes para compor este trabalho.

Assim, a integração evidência e contexto puderam ser realizados (Lopes et al. 2010a). Esta integração serve para apoiar Projetistas de Sistemas de Informações Gerenciais na especificação de novos modelos, em aplicações voltadas para soluções de problemas baseadas exclusivamente em evidências de pesquisa. Ela é direcionada para domínios que atuam com PBE.

Representação de Casos Justificados por Evidências considerando Contexto

Para atingir o objetivo da representação da integração caso, evidência e contexto; foram realizadas duas etapas.

Primeiramente, considerando que a resolução de problemas complexos pode ser apoiada por evidências de pesquisa ou por soluções de casos antepassados, foi definida uma estrutura que integra casos com evidências (Lopes e Schiel, 2009).

Em seguida, foi utilizada informação contextual como mecanismo de filtragem em Bases de Casos crescentes (Lopes e Schiel, 2010) ou como informação relevante ao foco aplicado (Lopes et al. 2010b).

O *subframework*, na íntegra, apóia Projetistas de Sistemas na etapa de representação do conhecimento, quando da construção de aplicações em SBC (independente de domínio) ou SBC com SIG (para domínios de PBE).

8.1.3 Aspectos Metodológicos de Apoio à Decisão

Baseados em literatura encontrada acerca de Processo Decisório de Simon (Simon, 1960 e Turban et al., 2006) e Metodologia para apoio à Decisão com abordagem em RBC (Belecheanu et al. 1999), foi confeccionada uma abordagem metodológica para apoiar tomadas de decisão, aliando extração desta literatura a procedimentos de PBE e elementos contextuais, visando à resolução de problemas complexos. O processo decisório de Simon serviu de base para garantir a integração e o sincronismo entre atividades dos demais modelos.

Porém, primeiramente, foi confeccionado um trabalho (Lopes, Schiel e Pereira Jr. 2009), que esquematizou as atividades do ciclo básico de RBC no processo de Simon, e serviu de “sinal verde” para propor a abordagem metodológica integrada.

Para não ficar restrita a um só domínio, a aquisição de conhecimento acerca de processos decisórios foi realizada nos ambientes Médico e Jurídico Criminal.

Para representação dos aspectos metodológicos, foram utilizados construtores definidos em Dobrow et al. (2004), apresentados na Seção 3.1. Os passos metodológicos indicam diretrizes que devem ser guiadas para apoiar tomadas de decisão em problemas considerados complexos.

8.1.4 Outras Contribuições

Visando mostrar aplicabilidade e portabilidade do *subframework* ModECoCa, foram realizadas instanciações em modelos distintos, um na Medicina Baseada em Evidências e outro nas Penas Alternativas da Justiça Criminal, proporcionados por exemplos práticos e reais.

Para analisar questões relacionadas ao uso de problemas complexos reais em aplicações de apoio à decisão utilizando o *framework* ECoCAdE de acordo com a abordagem metodológica proposta, um protótipo funcional foi implementado para o Subsistema de Penas Alternativas, tendo sido usado o *framework* de *software* JColibri

como sistema de RBC e o Sistema Gerenciador de Banco de Dados *PostgreSQL* para armazenamento de informações.

8.2 Sugestões para Trabalhos Futuros

A tese proposta abordou a especificação de um *framework* conceitual e de uma abordagem metodológica de apoio à decisão acompanhado de um protótipo implementado com casos reais. Uma série de extensões ou novos trabalhos podem ser desenvolvidos para tornar o *framework* e a abordagem metodológica propostos mais eficientes e completos. Dentre as sugestões, citamos as seguintes:

- Inclusão de arquivos em mídias, com respectivo *tratamento de som, imagem e vídeo*, visando apoiar a fase *Inteligência* quando do diagnóstico do problema. Isto se torna fundamental na área médica em tratamentos de risco que envolve imagens de ultra-sonografia e ressonância magnética, p.ex. Na área criminal, se discute o uso de teleconferências em sessões criminais, onde os arquivos em mídias servem de provas nos autos processuais;
- Desenvolver uma *ferramenta que faça extração de informação (Information Extraction)* de documentos com evidências de forma automática ou semi-automática. Representa uma extensão na geração do resumo de evidências já contemplado nesta tese;
- Investigar a possibilidade de desenvolvimento de um *instrumento de avaliação de risco/necessidade*. É uma proposta presente em Warren (2008) que merece atenção, principalmente nas áreas Médica e Jurídica Criminal. Aspectos tais como comportamento, problema ocorrido, genética, grupos e redes sociais, devem ser considerados.
- Criação de *procedimentos para tratamentos excepcionais* quando da inexistência de soluções baseadas em casos e evidências. Ou seja, problemas pioneiros na organização para os quais não existem ainda documentos com evidências disponibilizados. Na área médica não se encontram documentos com evidências relacionados a problemas de malária. Neste caso, o *site* da Biblioteca Virtual em Saúde (BVC – brasil.bvs.br/php/index.php) pode indicar uma solução para um problema apresentado por um paciente. Neste ínterim, o

médico deve ter em mente que o percurso planejado - e executado por suas ações - deve dar origem a um roteiro pioneiro (protocolo) de tomada de decisão para a sua organização;

- Outra contribuição é para a *tomada de decisão em grupo* que é um tema de trilhas de conferências internacionais e requer maior aprofundamento. Aplicações voltadas para classes que envolvem juntas médicas ou câmaras criminais reunidas são exemplos de uso nos domínios médico e jurídico, respectivamente; e
- Criação de uma *Base documental de talentos* que detenha informações sobre os membros de uma organização e suas competências, habilidades, experiências curriculares, dentre outras informações que se tornam cruciais ao acesso de fontes tácitas. É importante para apoiar decisões em grupo;

8.3 Considerações Finais

Este trabalho investigou questões relativas à integração de evidências, contexto e casos na perspectiva de: (i) apoio à tomadas de decisão, e (ii) modelagem conceitual de dados e representação do conhecimento. Logo, especialistas tomadores de decisão e projetistas de sistemas são o principal público-alvo desta proposta.

A idéia central desta tese é de que é possível apoiar a resolução de problemas complexos amparados em aplicações de apoio à decisão baseadas na integração proposta representada através de um *framework* conceitual respeitando uma abordagem metodológica estabelecida. Assim, por se tratar de um *framework*, a perspectiva de aplicabilidade e portabilidade para diversos domínios mostra-se factível e, conseqüentemente, aspectos de extensibilidade e flexibilidade auxiliam na manutenção de aplicações desenvolvidas.

É muito discutida a aplicabilidade das dissertações de mestrado e teses de doutorado que correm o risco de esquecimentos nas estantes de bibliotecas universitárias. Porém, uma vez que a Prática Baseada em Evidência é algo relativamente novo, e que a sua integração com contexto é algo não-trivial, acredita-se que a proposta desta tese representa um terreno fértil para futuras melhorias. Não obstante, a utilização de técnicas de RBC

aliadas à utilização de mecanismos de filtragem através de elementos contextuais, com uso do *framework JColibri*, contribuiu para apoiar a resolução de problemas complexos, sinalizando que novos projetos e experimentos podem aproveitar-se desta combinação de tecnologias.

Este trabalho procurou aliar a contribuição científica com a aplicabilidade dos seus resultados no encaminhamento de uma importante campanha proposta pelo Conselho Nacional de Justiça (CNJ): a questão das penas alternativas, com o objetivo de mostrar que essa medida, além de punir de uma melhor forma, evita a superlotação do sistema carcerário.

A implementação realizada tem caráter extremamente prático, com possibilidade de utilização no Tribunal de Justiça da Bahia, a partir da transformação do protótipo implementado em um projeto de sistema. Além disso, pretende-se incorporá-lo ao projeto *Sol redondo*³², capitaneado pelo Dr. Mário Azevedo Jambo, Juiz Federal em Natal-RN.

³² Intitulado por contradição ao pejorativo chavão “Sol quadrado”. Maiores informações em <http://www.jf.jus.br/cjf/comunicacao-social/cpjus/radio/radio-cidadania-judiciaria-programas-para-download/PGM%20780%20-%20%20Trabalho%20Pesos.mp3/view>

Referências

- Aamodt, Agnar; Plaza, Enric. "Case-based reasoning: foundational issues, methodological variations, and system approaches", *AI Communications*, 7(1):39–59, Março 1994.
- Alarcón, R; Guerrero, L.A; Ochoa, S.F; Pino, J.A. "Context in Collaborative Móbile Scenarios", Workshop on Context and Groupware, *CONTEXT-05*, 2005, Paris, França.
- Belecheanu, Roxana; Haque, Badr; Pawar, Kulwant S; Barson, Richard. "Decision Support Methodology for Early Decision Making in New Product Development -- A Case Based Reasoning Approach". University of Nottingham, UK, 1999. Disponível em: <<http://citeseer.ist.psu.edu/323023.html>>.
- Bello-Tomás, J. J; González-Calero, P. A; Diaz-Agudo, B. "JColibri: An Object-Oriented Framework for Building CBR Systems". In Proceedings of European Conference on Case-Based Reasoning – ECCBR, 2004, pp. 32-46.
- Blum, Richard. *PostgreSQL 8 for Windows*. New York: McGraw-Hill, 2007.
- Braga Jr., Mário S. "Proposta de Modelo RBC para a Recuperação Inteligente de Jurisprudência na Justiça Federal". Dissertação de Mestrado. Florianópolis: UFSC, 2001.
- Brézillon, P. "Context in Artificial Intelligence: IA Survey of the Literature", *Computer&Artificial Intelligence*, v. 18, 1999, pp. 321-340.
- Brézillon, P. "Context modeling: Task model and model of practices", *CONTEXT-07, LNAI 4635*. 2007, pp. 122-135, Roskilde, Dinamarca.
- Brézillon, P; Araújo, R. M. "Reinforcing Shared Context to Improve Collaborative Work", *Revue d'Intelligence Artificielle*, v. 19, n. 3, 2005, pp. 537-556.
- Bichindaritz, I; Emin K; Sulliva, K. M. "Case-Based Reasoning in CARE-PARTNER: Gathering Evidence for Evidence-Based Medical Practice", *EWCBR'98, LNAI 1488*. 1998, pp. 334-345.
- Bunningen, A. "Context Aware Querying - Challenges for data management in ambient intelligence". Tese de Doutorado, University of Twente. 2004.
- Carvalho, Alexey V. "Raciocínio Baseado em Casos Aplicado ao Processo Decisório", *Revista de Ciências Gerenciais*, v. XII, n. 16, 2008, pp. 25-35.

- Carvalho, Antonio V. *Aprendizagem Organizacional em Tempos de Mudança*. São Paulo: Ed. Pioneira, 1999.
- Castiñeira, Terezinha M. P. P. “Doença meningocócica”, *Centro de Informação em Saúde para Viajantes*. 2004. Disponível em: <http://www.cives.ufrj.br/informacao/dm/dm-iv.html>.
- Chowdhury, Shamsul I. “A Conceptual Framework for Data Mining and Knowledge Management”. In: *Social and Political Implications of Data Mining: Knowledge Management in E-Government*. Editor(s): Hakikur Rahman (University of Minho, Portugal). 2009. pp 1-15.
- Cislaghi, Renato. “Um modelo de sistema de gestão do conhecimento em um framework para a promoção da permanência discente no ensino de graduação”. Tese de Doutorado. Florianópolis: UFSC, 2008.
- Connor, E.M; Sperling, R.S; Gelber, R. et al. “Reduction of maternal-infant transmission of human immunodeficiency virus type 1 with zidovudine treatment”. Pediatric AIDS Clinical Trials Group Protocol 076 Study Group. *The New England Journal of Medicine*, 331:1173-80, 1994. Disponível em: <http://www.cochrane.org/> e em <http://www.nejm.org/doi/full/10.1056/NEJM199411033311801#t=article>.
- Conte, Tayana U; Mendes, Emília; Travassos, Guilherme H. “Revisão Sistemática sobre processos de desenvolvimento para aplicações web”. Relatório Técnico. Rio de Janeiro: COPPE/UFRJ, 2004.
- Dey, A. K; Abowd, G. D. “A Conceptual Framework and a Toolkit for Supporting the Rapid Prototyping of Context-Aware Applications”, *Human-Computer Interaction (HCI) Journal*, v. 16, n. 2-4, 2001, pp. 97-166.
- Dobrow, Mark J; Goel Vivek; Upshur, R.E.G. “Evidence-based health policy: context and utilization”, *Social Science & Medicine*, v. 58(1), Jan. 2004, pp. 207-217.
- Dobrow, Mark J; Goel Vivek; Upshur, R.E.G. “The impact of context on evidence utilization: A framework for expert groups developing health policy recommendations”, *Social Science & Medicine*, v. 63. Jan. 2006, pp. 1811-1824
- Escobedo, Edgardo P. P. “Modelagem de Contexto Utilizando Ontologias”. Dissertação de Mestrado. São Paulo: USP, 2008.
- Fayad, M; Cline, P. “Aspects of Software Adaptability”, *Communications of the ACM*, v.39, n.10, Out. 1996.
- Ferreira F; Dantas A; Seville E. “Conceptual Dynamic Response Recovery Model for Emergency Events”. In: Proceeding of the 3rd International Forum on Engineering Decision Making, IFED. Dec. 2007, pp. 61-70, Australia.

- Friendland, Daniel J. et al. *Medicina Baseada em Evidências: Uma Estrutura para a Prática Clínica*. Rio de Janeiro: Ed. Guanabara Koogan, 2001.
- Gaertner, Cesar A. “Desenvolvimento de Framework e Processo para Justificação Econômico-Financeira de Tecnologias Avançadas de Manufatura (AMT)”. Dissertação de Mestrado. Curitiba: PUC Paraná, 2005.
- Garcia, Simone C. “O uso de árvores de decisão na descoberta de conhecimento na área de saúde”. Dissertação de Mestrado. Porto Alegre: PPGC da UFRGS, 2003.
- Gomes, Geder L. R. *A substituição da prisão: alternativas penais – legitimidade e adequação*. Salvador: Editora JusPODIVM, 2008.
- Hemrajani, Anil. *Agile Java Development with Spring, Hibernate and Eclipse*. Philadelphia: Pearson, 2006.
- Heneghan, C; Badenoch, D. *Evidence-Based Medicine Toolkit*. Oxford: Blackwell Publishing Ltd., 2006.
- Henricksen, K; Indulska, J. “Developing Context-Aware Pervasive Computing Applications: Models and Approach”, *Pervasive and Mobile Computing Journal*, v. 2, n.1, 2006, pp. 37-64.
- Jørgensen, M; Dyda, T; Kitchenham, B. “Teaching Evidence-Based Software Engineering”. In: Proceedings of the 11th IEEE International Software Metrics Symposium, 2004, Washington, DC.
- Kitchenham, B; Dybã, T; Jørgensen, M. “Evidence-Based Software Engineering”. *26th International Conference Software Engineering (ICSE 2005)*. IEEE CS Press, 2005. pp. 273-281.
- Kolodner, J. *Case-Based Reasoning*. San Mateo, CA: Morgan Kaufmann Publishers, 1993.
- Laudon, Kenneth C; Laudon, Jane P. *Sistemas de Informação Gerenciais. Administrando a empresa digita.*, 5ª Edição. São Paulo: Prentice Hall, 2004.
- Lee, J. S; Lee, J. C. “Context awareness by case-based reasoning in a music recommendation system”. In: *Proceedings of the 4th international Conference on Ubiquitous Computing Systems*. H. Ichikawa, W. Cho, I. Satoh, and H. Y. Youn, Eds. Lecture Notes In Computer Science. Springer-Verlag, Nov. 25 - 28, 2007, Tokyo, Japan.
- Lehnen, Alexandre M. “Proposta de um framework conceitual para apoiar a criação de técnicas de indexação para banco de dados temporais”. Dissertação de Mestrado. Porto Alegre: UFRGS, 2002.

- Lisboa F., Jugurta. “Projeto Conceitual de Banco de Dados Geográficos através da Reutilização de Esquemas, utilizando Padrões de Análise e um *Framework* Conceitual”. Tese de Doutorado. Porto Alegre: PGCC da UFRGS, 2000.
- Lopes, Expedito C; Schiel, Ulrich; Santos Jr., Gilson P. “A Decision Support Methodology for the Control of Alternative Penalties - A Case-Based Reasoning Approach”. In: Proceedings of International Conference on Information, Process, and Knowledge Management (eKNOW 2009). IEEE Computer Society, 2009, pp. 72-77, Fev. 1-7, Cancun, México.
- Lopes, Expedito C; Schiel. “Integrating Case-Based Reasoning with Evidence-Based Practice for Decision Support”. In: Proceedings of International Conference on Enterprise Information Systems (ICEIS), ICEIS (2), 2009, pp. 368-371, Milan, Itália.
- Lopes, Expedito C; Schiel, Ulrich. “Integrating Context into a Criminal Case-Based Reasoning Model”. In: Proceedings of International Conference on Information, Process, and Knowledge Management (eKNOW 2010), Fev. 10-16, 2010, pp. 37-42, St. Maarten, Antilhas Holandesas.
- Lopes, E; Schiel, U; Vieira, V; Salgado, A. “A Conceptual Framework for the Development of Applications Centred on Context and Evidence-Based Practice”. In: 12th International Conference on Enterprise Information Systems (ICEIS 2010), vol. 3, Jun. 2010, pp. 60-69, Funchal, Madeira - Portugal (2010a)
- Lopes, E; Vieira, V; Salgado, A; Schiel, U. “Using Cases, Evidence and Context to Support Decision Making”. Lecture Notes Computer Science Business. Springer Verlag. 2010b. (a ser publicado)
- Loriggio, A. *De onde vêm os problemas*. São Paulo, Brasil: Negócio Editora. 2002.
- Mafra, Sômulo N; Travassos, Guilherme H. “Estudos primários e secundários apoiando a busca por evidências em engenharia de software”. Relatório Técnico. Rio de Janeiro: COPPE/UFRJ, 2006.
- Marreiros, Cristina; Ness, Mitchell. “A Conceptual Framework of Consumer Food Choice Behaviour”. CEFAGE-UE Working Papers, 2009. Disponível em: http://ideas.repec.org/p/cfe/wpcefa/2009_06.html.
- Melchior, Cristina. “Raciocínio Baseado em Casos aplicado ao gerenciamento de falhas em redes de computadores”. Dissertação de Mestrado. Porto Alegre: UFRGS, 1999.
- Montana, Patrick J; Charnov, Bruce H. *Administração*. São Paulo: Saraiva, 2000.
- Møller, Charles. “ERP II: a conceptual framework for next-generation enterprise systems?”, *Journal of Enterprise Information Management*, 18(4), 2005. pp. 483-497.

- Muñoz, Susana I. S. et al. “Revisão Sistemática da Literatura e Metanálise: noções básicas sobre seu desenho, interpretação e aplicação na área de saúde”. In: VIII Simpósio Brasileiro de Comunicação e Enfermagem – SIBRACEN, Mai. 2002.
- Nguyen, Tho M. *Complex Data Warehousing and Knowledge Discovery for Advanced Retrieval Development: Innovative Methods and Applications*. Viena, Austria: Institute of Software Technology and Interactive Systems, 2009.
- O’Connor, A.M; Jacobsen, M.J. “Decisional Conflicts: Supporting People Experiencing Uncertainty about Options Affecting their Health”. University of Ottawa, 2007. Disponível em: https://decisionaid.ohri.ca/ODST/pdfs/DC_Reading.pdf.
- Öztürk, Alime. “Embedding the Evidence Information in Computer-Supported Guidelines into the Decision-Making Process”. Tese de Doutorado. Viena: Viena University of Technology, 2007.
- Pal, Sankar K; Shiu, Simon C. K. *Foundations of Soft Case-Based Reasoning*. New Jersey: Wiley-Interscience publication, 2004.
- Ramos, Alexandre Moraes. “Modelo para incorporar conhecimento baseado em experiência à arquitetura TMN”. Tese de Doutorado. Florianópolis: UFSC, 2000.
- Rocha, L.V; Edelweiss, N; Iochpe, C. “Geo-Frame-T: A temporal Conceptual Framework for Data Modeling”, *ACM-GIS*, 2001, pp. 124-129.
- Sackett, David L. et al. *Medicina Baseada em Evidências: Prática e ensino*. Segunda edição. Porto Alegre: Artmed, 2003.
- Salton, G. *Automatic Information Organization and Retrieval*. New York: McGraw-Hill, 1968.
- Satterfield, J.M; Spring, B; Brownson, R.C; Mullen, E.J; Newhouse, R.P; Walker, B.B; Whitlock, E.P. “Toward a transdisciplinary model of evidence-based practice”. *The Milbank quarterly*. Blackwell Publishing, v. 87, n. 2, 2009. pp. 368-390.
- Schank, R. C. *Dynamic Memory, A theory of reminding and learning in computers and people*. New York: Cambridge University Press, 1982.
- Silva, Ricardo P; Price, Roberto. T. “A busca de generalidade, flexibilidade e extensibilidade no processo de desenvolvimento de frameworks orientados a objetos”. In: WORKSHOP IBEROAMERICANO DE ENGENHARIA DE REQUISITOS E AMBIENTES DE SOFTWARE, (IDEAS), 1998, Instituto de Informática/UFRGS, v.2, 1998, pp. 298-309, Torres, Rio Grande do Sul.
- Simon, Herbert A. *The new science of management decision*. New York: Harper & Row, 1960.

- Sonnenberg, F. A; Beck, J. R. “Markov models in medical decision making: A practical guide”. *Medicine Decision Making*, 13:322, 1993.
- Stolba, Nevena. “Towards a Sustainable Data Warehouse Approach for Evidence-Based Healthcare”. Tese de Doutorado. Vienna University of Technology, 2007.
- Stolba, Nevena; Banek, Marko; Tjoa, A M. “The Security Issue of Federated Data Warehouses in the Area of Evidence-Based Medicine”. First International Conference in Availability, Reliability and Security (ARES 2006). IEEE Computer Society Press, Abr. 20-22, 2006, pp. 329-339, Vienna, Austria.
- Stolba, Nevena., Tjoa, A M. “The relevance of data warehousing and data mining in the field of evidence-based medicine to support healthcare decision making”. International Conference on Computer Science (ICCS 2006). Fev. 2006, Prague, Czech Republic.
- Thomas, Gary; Pring, Richard. *Educação Baseada em Evidências: A utilização dos achados científicos para a qualificação da prática pedagógica*. Porto Alegre: Artmed, 2007.
- Truong, K. N; Abowd, G. D; Brotherton, J. A. “Who, What, When, Where, How: Design Issues of Capture & Access Applications”, International Conference on Ubiquitous Computing, 2001, pp. 209-224.
- Turban, E; Aronson, J. E; Liang, T.P. *Decision Support Systems and Intelligent Systems*, Seventh edition. New Delhi: Practice-Hall of India, 2006.
- Vieira, V. “CEManTIKA: Um Framework Independente de Domínio para Projetar Sistemas Sensível ao Contexto”. Tese de Doutorado. Recife: UFPE, 2008.
- Vieira, V; Tedesco, Patrícia A; Salgado, Ana C. “Modelos e Processos para Desenvolvimento de Sistemas Sensíveis ao Contexto”. SBC-JAI 2009, pp. 381-431.
- Warren, R.K. “Evidence-Based Practice to Reduce Recidivism: Implications for State Judiciaries”, 2007. Disponível em: http://works.bepress.com/roger_warren/1.
- Watson, Ian. *Applying Case-Based Reasoning: Techniques for Enterprise Systems*. San Francisco, CA: Morgan Kaufmann Publishers, 1997.
- Watson, Ian; Marir, Farhi. “Case-based Reasoning: A review. The Knowledge Engineering Review”, v.9, n.4, 1994, pp. 327-354, Londres.

Apêndice A

Revisão Sistemática

Revisão sistemática da literatura é um meio de identificar, avaliar e interpretar toda pesquisa disponível relevante a uma questão, ou área, ou fenômeno de interesse de uma pesquisa particular. Os estudos individuais que contribuem para uma revisão sistemática são chamados de estudos primários. A revisão sistemática em si é considerada um estudo secundário de caráter qualitativo, enquanto que meta análise é um tipo de revisão sistemática de caráter quantitativo (Kitchenham, 2004 *apud* Conte et al., 2004).



Figura A1 – Hierarquia de evidências de acordo com diferentes tipos de estudos (Oliveira et al., 2007)

A figura acima apresenta uma visão hierárquica dos diversos tipos de estudo, onde se observa a importância de estudos secundários, inclusive quando de seu uso pelo paradigma baseado em evidências, e de sua exploração sobre estudos primários. Conforme Oliveira et al. (2007), os estudos têm diferentes potenciais e influenciam as práticas profissionais. Estes potenciais são chamados de “força de evidência” e são organizados dentro de uma hierarquia baseados em aspectos metodológicos.

Revisões sistemáticas são estudos com definição de temas específicos, fontes bibliográficas abrangentes, estratégias de buscas bem definidas, critérios uniformes para seleção dos artigos, critérios de avaliação dos estudos primários rigorosos e reproduzíveis, e seguem um rigoroso protocolo, com estratégia de pesquisa bem definida visando detectar o máximo possível de literatura relevante, para sua geração (Friendland et al., 2001).

O protocolo deve indicar os critérios de inclusão e exclusão explícitos para acessar cada estudo primário potencial e documentar a estratégia de busca utilizada, de forma a permitir que leitores e (outros pesquisadores) possam conhecer seu grau de rigor e completude (Conte et al., 2004).

Um exemplo de protocolo, sob a forma de fluxograma, apresenta-se na figura A2.

Para melhor entendimento da geração de revisões sistemáticas, apresentam-se a seguir, em ilustrações, dois exemplos: um sumário de uma meta análise na área de saúde utilizando o protocolo da figura A2 (Muñoz et al., 2002) e um sumário de uma revisão sistemática para uso em engenharia de software (Conte et al., 2004).

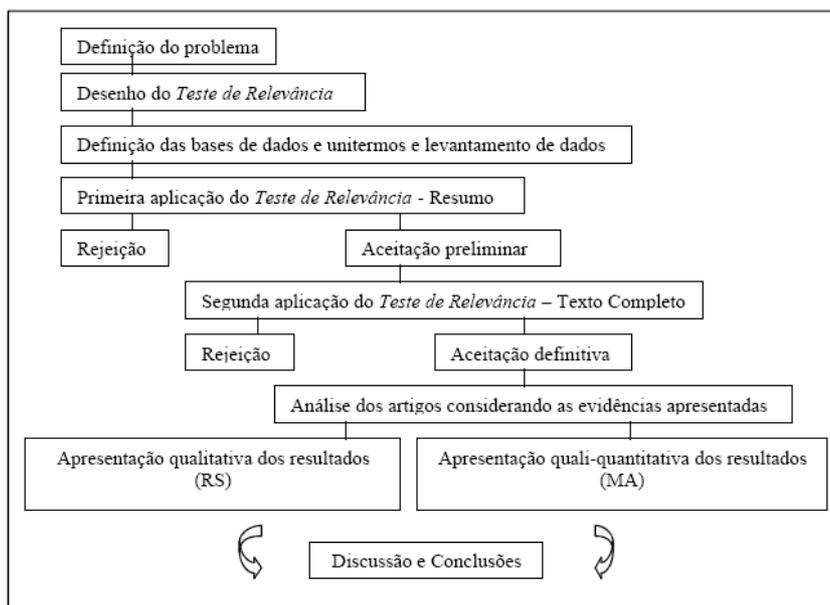


Figura A2 – Fluxo para geração de revisão sistemática/meta análise (Adaptado de Olsen 1995 cf. Muñoz et al., 2002).

Tabela A1 – Sumário de uma meta análise na área de saúde.

Problema	Consumo moderado de álcool durante a gestação e a incidência de malformações fetais						
Definições	Consumo moderado: duas doses de bebida alcoólica por dia. Bebida: o equivalente a 15 ml ou 14 g de álcool absoluto Malformação fetal: Apresentação de defeitos estruturais e funcionais no nascimento que tenham impacto na vida o aquelas malformações corrigidas cirurgicamente, definidas por Heinonen et al (1976)						
Desenho do Teste de Relevância	Código do artigo: _____		N. do avaliador: _____				
	Critérios de Inclusão			Sim	Não		
	1. O estudo trata de mulheres grávidas?			_____	_____		
	2. O consumo de álcool é de 0-2 doses de bebida/dia?			_____	_____		
	3. É estudo de caso-controle ou coorte?			_____	_____		
	4. Apresenta grupo-controle?			_____	_____		
	5. É documentada a existência de malformação fetal?			_____	_____		
	Critérios de Exclusão						
	1. É relato de caso, editorial, comunicação ou revisão?			_____	_____		
	3. O estudo apresenta dados insuficientes para a análise?			_____	_____		
	4. O estudo trata do Síndrome Fetal Alcoólico?			_____	_____		
Bases de dados	MEDLINE (1966-1995), PsycLit (1974-1986), PsyLit II (1987-1995)						
Unitermos	"alcohol and pregnancy outcome", "alcohol drinking", "alcohol" and "pregnancy"						
Estudos identificados	500 artigos (realizado por dois pesquisadores independentemente)						
1º Aplicação Teste de relevância (Resumo)	Rejeição (439 estudos) Aceitação preliminar (61 estudos)						
2º Aplicação Teste de relevância (Texto)	Rejeição (37 estudos) Aceitação (24 estudos)						
Análise	Análise dos artigos considerando as evidências apresentadas: unicamente 7 artigos foram susceptíveis a análises estatístico						
Resultados	Apresentação quantitativa dos resultados (MA)						
	Referência	Estudo	Malf. Congênicas	Total	OR*	95%IC**	
			Sim	Não			
	1º	Caso-controle	166	7191	7357	1,05	0,89 - 1,23
	2º	Cohorte	4	474	478	9,09	0,49 - 1,69
	3º	Cohorte	5	63	68	2,30	0,43 - 12,3
	4º	Cohorte	4	158	162	0,37	0,12 - 1,11
	5º	Cohorte	18	110	128	1,59	0,76 - 3,34
	6º	Cohorte	1187	14108	15295	0,99	0,91 - 1,08
	7º	Cohorte	14	505	519	1,13	0,66 - 1,96
Discussão	1. São apresentadas as limitações da metanálise devido a variabilidade metodológica e heterogeneidade dos trabalhos. 2. Os autores concluíram após sintetizadas as informações com mais de 20000 recém nascidos, que não foi possível a comprovação do incremento na incidência de malformações fetais associadas ao consumo moderado de álcool, apesar de estar comprovado que o consumo excessivo de álcool durante a gestação causa sérias patologias fetais.						

*Odds Ratio (OR)

** Intervalo de Confiança a 95% (95%IC)

Tabela A2 – Sumário de uma revisão sistemática em engenharia de software.

Questão	Principal: Quais processos de desenvolvimento têm sido utilizados para desenvolver aplicações Web? Secundária: Que processos têm sido utilizados para inspecionar aplicações Web para controle de qualidade?
Estratégia para pesquisa	Escopo: Pesquisa em bases de dados eletrônicas, incluindo <i>journals</i> e anais de conferências Termos utilizados: <i>Web application</i> – web system, web-based system, web software, internet applications Project – development, engineering Process – method, technique, methodology Inspection – review (apenas para a questão secundária) Fontes: Periódicos disponíveis no portal CAPES (IEEE <i>journals</i> , IEEE <i>conferences</i> , ACM <i>journals</i> , ACM <i>conferences</i> , <i>Kluwer journals</i> e <i>Elsevier journals</i>) e anais do <i>International Conference on Web Engineering (ICWE)</i>
Crítérios para seleção de estudos e procedimentos	Inclusão: Estudo sobre desenvolvimento de software Web (Web development study) para a questão primária, e estudo sobre desenvolvimento de software Web que utiliza inspeção para controle de qualidade para a questão secundária Exclusão: estudos sobre desenvolvimento de software que não produzem aplicações Web (questão primária) e estudos sobre desenvolvimento de software que não utilizam inspeção para controle de qualidade (questão secundária)
Seleção de Estudos	Questão primária: IEEE – 48; Elsevier – 60; ACM – a máquina de busca não permitiu a execução de strings de busca. Pesquisa com novos strings resultou em número significativamente maior de artigos. Decidiu-se por nova pesquisa em uma segunda fase; Kluwer – sua máquina de busca possui limitações semelhantes a encontradas na biblioteca da ACM. Nova execução em uma segunda fase Questão secundária: artigos retornados foram idênticos a questão primária (motivos: todos que falam de processo de desenvolvimento web incluem inspeção ou a questão não pôde ser corretamente processada)
Análise dos resultados preliminares	Aceitos: IEEE - 27% corresponde a 13 dos 48 selecionados Elsevier - 15% corresponde a 9 de 60 selecionados
Análise dos resultados alcançados	Três tipos de processos de desenvolvimentos foram identificados: 1) Processos simplificados – descritos como ciclos de vida ou atividades comumente seguidas por desenvolvedores, de modo geral não possuem artefatos específicos para Web definidos; 2) Processos ou técnicas dependentes de ambientes ou ferramentas – comumente direcionadas para o uso de ferramentas para geração automática de páginas; 3) Processo ou metodologias para o ciclo Web – metodologias que propõem passos a serem seguidos para apoiar todo o ciclo de desenvolvimento web. Em nenhum dos artigos coletados e selecionados por descreverem processos, métodos ou técnicas de desenvolvimento para Web, foi encontrada alguma descrição de utilização de técnica de inspeção ou revisão para garantia da qualidade. Este dado é indicativo da baixa utilização de inspeções ou outras técnicas de revisões para garantia da qualidade em desenvolvimento de aplicações web. Conseqüentemente, ele também aponta a ausência de publicações sobre técnicas específicas para inspeções de artefatos gerados por processos de desenvolvimento Web.
Próximos passos	Estão previstas: Revisão dos critérios de pesquisa e reformulação de busca para ambas as questões; Continuação da revisão sistemática nas outras editoras selecionadas; Realização de um estudo comparativo processos/métodos específicos para web propostos. Este estudo comparativo tem por objetivo caracterizar os “artefatos padrões” gerados no desenvolvimento web. Estes artefatos são candidatos à aplicação de técnicas específicas; Planejamento e execução de um survey com especialistas em desenvolvimento Web para avaliação dos “artefatos padrões” identificados.

