



UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA - UFSC  
CENTRO TECNOLÓGICO - CTC  
DEPARTAMENTO DE INFORMÁTICA E ESTATÍSTICA – INE  
CURSO DE SISTEMAS DE INFORMAÇÃO

## APOIO AO DIAGNOSTICO DE FALHAS EM SISTEMAS ATRAVÉS DE RBC: Um estudo de caso.

VALDINEI VALMIR DOS SANTOS

FLORIANÓPOLIS  
2007/1



UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA - UFSC  
CENTRO TECNOLÓGICO - CTC  
DEPARTAMENTO DE INFORMÁTICA E ESTATÍSTICA – INE  
CURSO DE SISTEMAS DE INFORMAÇÃO

# APOIO AO DIAGNOSTICO DE FALHAS EM SISTEMAS ATRAVÉS DE RBC: Um estudo de caso.

VALDINEI VALMIR DOS SANTOS

Trabalho de conclusão de curso apresentado  
como parte dos requisitos para obtenção do grau de  
Bacharel em Sistemas de Informação.

FLORIANÓPOLIS  
2007/1

VALDINEI VALMIR DOS SANTOS

APOIO AO DIAGNOSTICO DE FALHAS EM SISTEMAS  
ATRAVÉS DE RBC: Um estudo de caso.

Trabalho de conclusão de curso apresentado como parte dos requisitos para obtenção do grau de Bacharel em Sistemas de Informação.

Orientador: Prof. Dr. Ricardo Azambuja Silveira

BANCA EXAMINADORA:

---

Prof. Ricardo Azambuja Silveira, Dr. (Orientador)

---

Prof. Mauro Roisenberg, Dr.

---

Prof. Roberto Carlos dos Santos Pacheco, Dr.

## RESUMO

A Inteligência Artificial (IA) vem ganhando espaço nos últimos anos, e um dos ramos que faz parte dessa ascensão mais recente é a técnica de Raciocínio Baseado em Casos (RBC), que vem se destacando devido a sua possibilidade de solucionar problemas por meio da utilização de casos anteriormente conhecidos.

A técnica de Raciocínio Baseado em Casos (RBC) viabiliza o desenvolvimento de um Sistema de Apoio ao Diagnóstico de Falhas, possibilitando assim a criação de uma Base de Conhecimento (BC), que será o fruto desse trabalho.

Este trabalho mostra um estudo de caso de aplicação desta técnica através do projeto e implementação de uma Base de Conhecimento que serve de apoio ao diagnóstico de falhas em sistemas do setor de atendimento de uma empresa de tecnologia com o objetivo de facilitar o trabalho diário dos funcionários especialistas ou recém contratados da empresa. Com este estudo procurou-se mostrar a utilidade da Inteligência Artificial (IA) através do Raciocínio Baseado em Casos.

## **ABSTRACT**

Artificial Intelligence (AI) has been in considerable growth in the last few years and one of the fields which are part of such ascension is that of the Case Based Reasoning (CBR). This branch has become very important to Artificial Intelligence because of its ability to solve complex problems by means of previously known cases.

The Case Based Reasoning (CBR) supports the development of a Failure Diagnosis Supporting System, building a Knowledge Base, which is the main focus of this paper.

This paper presents a case study on the application of such technique through planning and implementing a Knowledge Base supporting failure diagnosis in systems of the costumers service department of a technology company, meaning to ease the daily work of the company's specialist workers and recently-hired employees. Through this paper we expect to indicate the usefulness of Artificial Intelligence (AI) supported by Case Based Reasoning.

## LISTA DE FIGURAS

Figura 2.1 – Sistemas Especialistas e Sistemas Baseados em Conhecimento

Figura 2.2 – Arquitetura de um SE.

Figura 3.1 – Ciclo do RBC.

Figura 3.2 – Distância entre o vizinho-mais-próximo.

Figura 5.1 – Regras da BC.

Figura 5.2 – Ambiente de testes da BC.

Figura 5.3 – Tela de consulta da BC via Web.

Figura 5.4 – Tela com o resultado de uma consulta a BC via Web.

## **LISTA DE TABELAS**

Tabela 01 - Importantes Eventos na História dos Sistemas Especialistas.

Tabela 02 - Comparação entre Conhecimento Humano e Conhecimento Artificial.

Tabela 03 - Principais diferenças entre SE e Programas Convencionais.

Tabela 04 - Exemplo de um caso na BC.

Tabela 05 - Atributos e os pesos determinados.

Tabela 06 - Similaridade usada nos valores do símbolo SimbSimNao.

## LISTA DE ABREVIATURAS

BC	Base de Conhecimento
IA	Inteligência Artificial
RAC	Registro de Atendimento ao Cliente
RBC	Raciocínio Baseado em Casos
SE	Sistemas Especialistas



# SUMÁRIO

<b>1 INTRODUÇÃO.....</b>	<b>11</b>
1.1 Objetivo Geral .....	12
1.2 Objetivos Específicos .....	12
1.3 Motivação .....	12
1.4 Metodologia .....	13
<b>2 SISTEMAS ESPECIALISTAS .....</b>	<b>15</b>
2.1 Histórico .....	15
2.2 Definições.....	17
2.3 Arquitetura de um Sistema Especialista.....	19
2.3.1 Base de Conhecimento (BC) .....	19
2.3.2 Quadro Negro .....	20
2.3.3 Máquina de Inferência.....	20
2.3.4 Aquisição de Conhecimento .....	20
2.3.4.1 Técnicas de Aquisição de Conhecimento .....	21
2.3.5 Sistema de Consulta .....	21
2.4. Classificação dos Sistemas Especialistas .....	22
2.4.1 Interpretação .....	22
2.4.2 Diagnósticos .....	22
2.4.3 Monitoramento.....	22
2.4.4 Predição.....	22
2.4.5 Planejamento.....	23
2.4.6 Projeto.....	23
2.4.7 Depuração .....	23
2.4.8 Reparo.....	23
2.4.9 Instrução .....	24
2.4.10 Controle.....	24
2.5 Diferenças entre os SEs e os Programas Convencionais.....	24
2.6 Vantagens e Desvantagens dos SEs .....	25
2.7 Quando Devemos usar SEs.....	26
<b>3 RACIOCÍNIO BASEADO EM CASOS - RBC.....</b>	<b>27</b>
3.1 História do RBC .....	27
3.2 Definições.....	28
3.3 Ciclo de um sistema RBC .....	28
3.4 Representação de Casos .....	30
3.4.1 Transformações necessárias.....	30
3.4.2 Representação Atributo-Valor .....	31
3.4.3 Representação Orientada a Objetos .....	32
3.4.4 Representação através de Redes Semânticas .....	33
3.4.5 Representação através de Árvores K-D.....	33
3.5 Recuperação de Casos.....	34
3.5.1 Similaridade.....	34

3.5.2 Medida da Similaridade .....	35
3.5.2.1 Similaridade Global .....	35
3.5.2.2 Similaridade Local .....	38
3.5.3 Indexação .....	40
3.6 Reutilização de Casos.....	41
3.6.1 Adaptação .....	42
3.7 Revisão de Casos.....	42
3.7.1 Avaliação da Solução.....	43
3.7.2 Reparação de Falha.....	43
3.8 Retenção de Casos (Aprendizagem).....	44
<b>4 TRABALHOS CORRELATOS.....</b>	<b>45</b>
4.1 Sistema de Help Desk Utilizando RBC – Um Estudo de Caso Sobre o Software Legal .....	45
4.2 Sistema de Help Desk Utilizando Raciocínio Baseado em Casos .....	47
4.3 Aplicação do Raciocínio Baseado em Casos em um Sistema Especialista para Auxílio ao Ensino de Radiologia e Cirurgia Veterinária .....	50
<b>5 SISTEMA DE APOIO AO DIAGNÓSTICO DE FALHAS.....</b>	<b>55</b>
5.1 Introdução .....	55
5.2 Descrição do Cenário.....	55
5.3 Dificuldades encontradas .....	56
5.4 Implementação do Sistema .....	57
5.4.1 Representação de Casos no Sistema.....	57
5.4.1.1 Mapeamento dos Casos .....	58
5.4.2 Aquisição dos Casos no Sistema.....	79
5.4.3 Recuperação de Casos no Sistema .....	80
5.4.3.1 Similaridade no Sistema .....	80
5.4.3.2 Indexação .....	83
5.4.4 Reutilização de Casos no Sistema .....	85
5.4.5 Revisão de Casos no Sistema .....	85
5.4.6 Retenção de Casos no Sistema (Aprendizagem) .....	86
5.5 A interface para acesso a Base de Conhecimento .....	86
<b>6 VALIDAÇÃO E TESTES.....</b>	<b>88</b>
<b>7 CONCLUSÃO.....</b>	<b>92</b>
<b>8 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....</b>	<b>94</b>

# 1 INTRODUÇÃO

Muitos defendem que estamos na Era do conhecimento, numa Era onde o profissional com maior conhecimento tácito agregado no seu campo de trabalho é mais valorizado e grandes empresas disputam por seus serviços, como clubes de futebol disputam grandes jogadores para comporem seu time, e também pagam a esses profissionais grandes salários. Em paralelo estamos vendo técnicas como Raciocínio Baseado em Casos (RBC), entrando no mercado para dar apoio a essa Era do conhecimento, suprindo as necessidades de algumas empresas e profissões no auxílio de diversos tipos de diagnósticos nas diversas áreas onde ele pode ser empregado.

O RBC tem sua base na Inteligência Artificial Simbólica, e tem como principal característica a composição de uma Base de Conhecimento. Base essa que será fruto desse projeto e servirá de auxílio no diagnóstico de falhas em sistemas, mas especificamente em sistemas da área de informática, que será o nosso estudo de caso.

Quando as empresas contratam novos profissionais para trabalhar em sua área de suporte, precisam fazer desses profissionais especialistas no ramo que irão dar suporte, pois eles serão a interface da empresa com seus clientes e por este motivo precisam dominar o assunto, ter o conhecimento agregado para fazer seu trabalho bem feito, com eficiência e eficácia. Isso acaba saindo muito caro para as empresas, que precisaram treinar esse profissional recém contratado e ainda esperar que a prática diária, o contato com outros especialistas, e algum estudo por parte do funcionário venham trazer a esse profissional o conhecimento necessário para que ele tenha uma produção aceitável.

Com o desenvolvimento de um sistema para o apoio ao diagnóstico de falhas em sistemas, pretendemos auxiliar na solução de alguns problemas de suporte técnico enfrentados pelas empresas e fazer com que o conhecimento gerado por ela pertença não somente aos especialistas, mas pertença principalmente à empresa, pois é ela que proporciona toda a condição necessária para que seus funcionários tornem-se especialista em certos assuntos e muitas vezes acabam vendo esse investimento ir embora com a saída desses especialistas.

Um sistema construído com a arquitetura RBC ainda possibilita a empresa uma economia considerável se este apresentar plena condição de uso, já que o sistema agiliza muito o diagnóstico de falhas, ou até mesmo agregar à área de suporte um sistema que interaja diretamente com o usuário, permitindo a realocação de recursos para atividades mais complexas.

## 1.1 Objetivo Geral

Propor a modelagem e a implementação de um sistema de apoio a decisão através da arquitetura RBC para a solução de problemas de diagnóstico e triagem de casos de falhas em sistemas de help desk.

## 1.2 Objetivos Específicos

- Estudo do cenário a ser modelado;
- Modelagem do problema;
- Estudo da arquitetura RBC;
- Estudo da Shell para desenvolvimento de sistemas em RBC, CBR-Works;
- Implementar um protótipo de uma Base de Conhecimento.

## 1.3 Motivação

Dois dos requisitos básicos para se montar um Sistema Especialista são um Engenheiro do Conhecimento e um Especialista no assunto. O Engenheiro do Conhecimento se caracteriza pelo próprio desenvolvedor do projeto, que irá interagir com o Especialista no assunto para obter as regras e fatos que irão compor a Base de Conhecimento.

Como o acadêmico autor deste trabalho atua na área de suporte ao cliente de uma empresa de tecnologia, isso lhe deu os atributos necessários para ser o Especialista no assunto.

A motivação para o desenvolvimento deste projeto teve como base os fatos expostos acima, e foi complementada pela real necessidade de se ter uma Base de Conhecimento numa área de suporte. Área essa que muitas vezes se depara com problemas já resolvidos anteriormente por outros membros da área, mas que não possui tal solução em uma base organizada para consulta.

O fato de não encontrarmos nenhum trabalho, artigo ou dissertação, que tenha implementado uma Base de Conhecimento para um Help Desk com as características do

encontrado na empresa de Tecnologia em questão, também foi um fator motivacional para o desenvolvimento desse trabalho de conclusão de curso.

Convém citarmos e ressaltar alguns dos trabalhos e artigos correlatos, onde em nenhum deles observamos a dificuldade encontrada neste, em se trabalhar com um campo texto que descreva a solução do problema sem uma caracterização mais específica desse problema:

- Help Desk com Sistema de RBC para as Gerências de Aplicativos do Banco do Brasil, de Jaine José da Silva (Silva, 2004);

- Sistema de Help Desk Utilizando RBC – Um Estudo de Caso Sobre o Software Legal, de Fábio de Matos, Anita Maria da Rocha Fernandes, Beijamim Grandó Moreira, (Matos, Fernandes, Moreira);

- Sistema de Help Desk Utilizando Raciocínio Baseado em Casos, de José Vanderlei de Menezes, Anita Maria da Rocha Fernandes, Elisangela Maschio de Miranda, Beijamim Grandó Moreira, (Menezes, Fernandes, Miranda, Moreira).

## 1.4 Metodologia

O presente trabalho terá como fundamentação teórica o segundo e terceiro capítulo.

O segundo capítulo expõe o histórico, algumas definições, a arquitetura, as classificações, diferenças, vantagens e desvantagens dos Sistemas Especialistas, para em seguida entrarmos no terceiro capítulo com os atributos necessários para entendermos e aprofundarmos num Sistema Especialista específico, que conhecemos como Raciocínio Baseado em Casos - RBC, sendo este o foco principal deste trabalho.

No terceiro capítulo é descrito a história do Raciocínio Baseado em Casos – RBC, o ciclo de desenvolvimento desse sistema, a representação, recuperação, reutilização, revisão e retenção de casos.

O quarto capítulo é dedicado a análise três trabalhos correlatos que mostram um caminho já traçado por outros acadêmicos nesse mesmo segmento denominado RBC.

O quinto capítulo descreve o estudo e a implementação do Sistema de Apoio ao Diagnóstico de Falhas, no qual dividimos em Introdução, Descrição do Cenário, Dificuldades encontradas, Implementação do sistema e a Interface para acesso a BC.

Já o sexto capítulo trata a Validação e Testes do Sistema, para avaliarmos a sua viabilidade em relação ao que inicialmente foi planejado.

O sétimo e oitavo capítulos trarão a Conclusão e Referências Bibliográficas, respectivamente.

## 2 SISTEMAS ESPECIALISTAS

### 2.1 Histórico

A Inteligência Artificial (IA) teve suas fundações estabelecidas nos anos 50, incluindo Lógica Matemática e Teoria das Funções Recursivas, guiando a formulação de processamento de listas e da própria linguagem LISP que disponibiliza um interpretador para desenvolver expressões simbólicas recursivas. Estas capacidades suportaram o surgimento de sistemas práticos de computação simbólica. Ao mesmo tempo, surgiram computadores interativos tornando possíveis ambientes computacionais para desenvolvimento e depuração de programas incrementais. Nesta mesma ocasião, psicólogos cognitivos - estudantes da forma de pensar humana - criaram caminhos padrão do processo de investigação do raciocínio, modelando o aparente processo de tomada de decisão em termos de regras de produção condicionais.

Na década de 60, pesquisadores de Inteligência Artificial de Stanford Medical Informatics, tentaram simular o complexo processo do pensamento procurando métodos gerais para resolver uma ampla classe de problemas.

Durante a década de 70 concentraram-se esforços em técnicas como Representação - isto é, modo de formular o problema de maneira a tornar sua solução mais fácil e como controlá-la inteligentemente dentro da capacidade de memória do computador.

Somente no final da década fizeram à descoberta mais importante: o poder do programa em resolver problemas depende mais do conhecimento que possui do que do formalismo ou esquema de inferência empregado. Esta realização levou ao desenvolvimento de programas de computador de propósito particular, sistemas que são especialistas em alguma área limitada. Estes programas são chamados “Sistemas Especialistas”.

No campo de IA aplicada, após uma década de trabalho, surgiram três sub-campos principais: Sistemas Especialistas, Linguagem Natural e Robótica - incluindo visão, fala e locomoção. Os sistemas especialistas começaram a surgir comercialmente entre 1980 e 1981. A primeira companhia formada exclusivamente para produzir sistemas especialistas foi a Intelli Genetics, no campo de engenharia genética e com técnicos oriundos do Projeto de Programação Heurística da Universidade de Stanford.

Com isso os SEs após terem se desenvolvido por 15 anos como uma simples curiosidade de IA aplicada em laboratórios de pesquisa, tornaram-se alvo de esforços

significativos de desenvolvimento, tanto técnicos como comerciais. Atualmente, muitas organizações têm explorado esta tecnologia, ampliando suas pesquisas e começando a adaptar suas atividades para tanto (GENARO, 1987).

Já segundo Giarratano e Riley (1994) os estudos em SEs vem de longa data e abrangem várias áreas. Na tabela 01 podemos ver com mais detalhes esta evolução e alguns dos responsáveis pela mesma:

Tabela 01 - Importantes Eventos na História dos Sistemas Especialistas.

<b>Ano</b>	<b>Evento</b>
1943	Regras de Produção em modelo neural (McCulloch & Pitts)
1954	Algoritmo para controle de execução de regras (Markov)
1956	Conferência de Dartmouth: ;invenção do termo IA; Teoria lógica; Busca heurística.
1957	GPS - Solucionador de Problemas Gerais (Newell, Shaw e Simon)
1958	LISP – Linguagem de Inteligência Artificial (McCarthy)
1962	Princípios de Neurodinâmica e percepções (Rosenblatt)
1965	Método de resolução automática de teoremas (Robinson) Lógica Fuzzy para solução de conceitos imprecisos (Zadeh) Início do desenvolvimento do sistema DENDRAL (Feigenbaum & Buchanan)
1968	Redes Semânticas: Modelo de memória associativa (Quillian)
1969	MACSYMA - Sistema Especialista Matemático (Martin & Moses)
1970	Início dos trabalhos com PROLOG (Colmerauer & Roussel)
1971	HEARSAY I – Sistema para reconhecimento de voz (Hayes-Roth) Livro: Resolvendo Problemas Humanos (Newell & Simon)
1973	MYCIN - Sistema Especialista para Diagnóstico Médico (Shortliffe) EMYCIN - Primeiro shell (Van Melle, Shortliffe e Buchanan) HERSAY-II: Modelo de quadro negro de múltiplos especialistas (Erman, Hayes-Roth, Lesser, Reddy)
1975	Quadros - Representação do conhecimento (Minsky)
1976	AM (Matemática Artificial): Criação descobrimento de conceitos matemáticos (Lenat) Teorias de Evidências para resolver problemas sob incertezas (Dempster-Shafer) PROSPECTOR - Sistema Especialista para exploração mineral (Duda & Hart)
1977	OPS5 - Shell para Sistemas Especialistas (Forgy)
1978	XCON/R1 – Sistema Especialista para configuração de computadores DEC (McDermott)
1979	Início da comercialização de Sistemas Especialistas
1980	Construção de máquinas LISP
1982	SMP - Sistema Especialista Matemático; Rede Neural; (Hopfield)
1983	KEE - Ferramenta para construção de Sistemas Especialistas (IntelliCorp)
1985	CLIPS – Ferramenta para construção de Sistemas Especialistas (NASA)

Fonte: Giarratano e Riley (1994)



## 2.2 Definições

Especialista é uma pessoa que com treinamento e experiência alcançou um alto grau de conhecimento e competência para solução de problemas relacionados a um determinado assunto.

Sistemas Especialistas (SE), segundo Benfer (1991) são programas que desempenham tarefas inteligentes que antes pensavam que somente seres humanos seriam capazes de fazer. Já o professor Edward Feigenbaum (1988), da Universidade de Stanford, que é um dos principais, senão o principal pesquisador em Sistemas Especialistas, define com propriedades um SE como:

*[...] um programa inteligente de computador que usa conhecimento e procedimentos inferenciais, para resolver problemas que são bastante difíceis de forma a requererem, para sua solução, muita perícia humana. O conhecimento necessário para atuar a esse nível, mais os procedimentos inferenciais empregados, pode considerar-se um modelo da perícia aos melhores profissionais do ramo.*

*O conhecimento de um sistema especialista consiste em fatos e heurísticas. Os fatos constituem um corpo de informação que é largamente compartilhado, publicamente disponível e geralmente aceito pelos especialistas em um campo. As heurísticas são em sua maioria privadas, regras pouco discutidas de bom discernimento (regras do raciocínio plausível, regras da boa conjectura), que caracterizam a tomada de decisão a nível de especialistas na área. O nível de desempenho de um sistema especialista é função principal do tamanho e da qualidade do banco de conhecimento que possui.*

Complementando a afirmação dos autores citados, podemos acrescentar que os SEs também são conhecidos como Sistemas Baseados em Conhecimento e podemos ver essa classificação dos SEs dentro do campo da IA na figura 2.1.

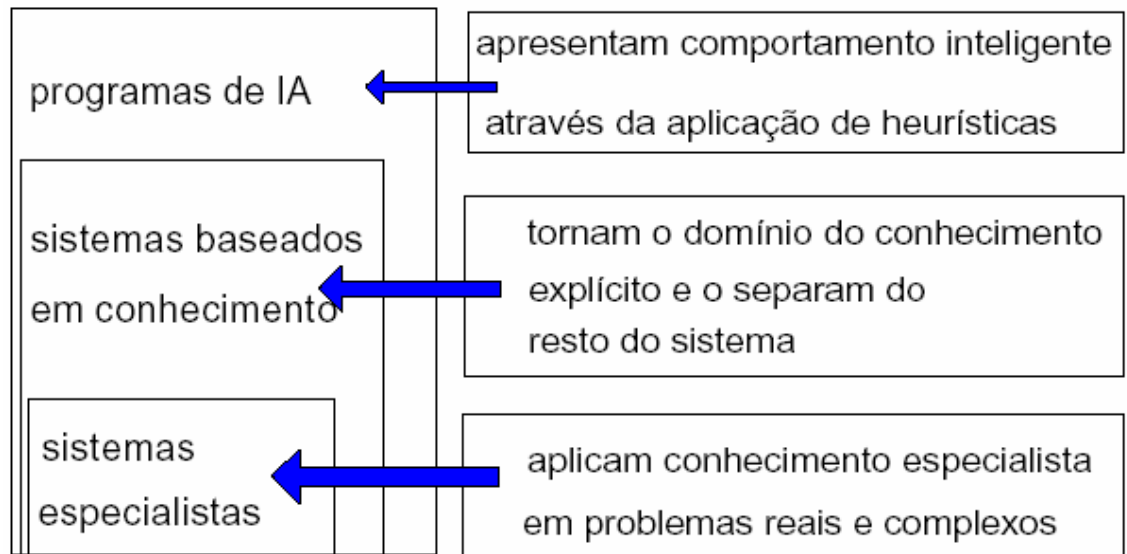


Figura 2.1 – Sistemas Especialistas e Sistemas Baseados em Conhecimento

Fonte: WATERMAN, 1986

Em certos casos os SEs e os especialistas humanos desempenham tarefas idênticas, mas as características de ambos divergem. Mesmo com algumas vantagens evidentes dos SEs, eles não poderão substituir os especialistas humanos em todas as situações devido algumas limitações inerentes, que mostramos na tabela 02.

Tabela 02 - Comparação entre Conhecimento Humano e Conhecimento Artificial

CONHECIMENTO HUMANO	CONHECIMENTO ARTIFICIAL
- Percível	- Permanente
- Difícil de transferir	- Fácil de transferir
- Difícil de Documentar	- Fácil de documentar
- Imprevisível	- Consistente
- Caro	- Razoável
- Discriminatório	- Imparcial
- Social	- Individualizado
- Criativo	- Sem Inspiração
- Adaptável	- Inflexível
- Enfoque Amplo	- Enfoque Restrito
- Baseado em Senso Comum	- Técnico

Fonte: Genaro, 1987.

## 2.3 Arquitetura de um Sistema Especialista

Nem todos os SEs apresentam uma arquitetura idêntica. Esta arquitetura pode variar de acordo com a aplicação e o resultado que se deseja obter, mas em sua grande maioria ela é semelhante a da Figura 2.2.

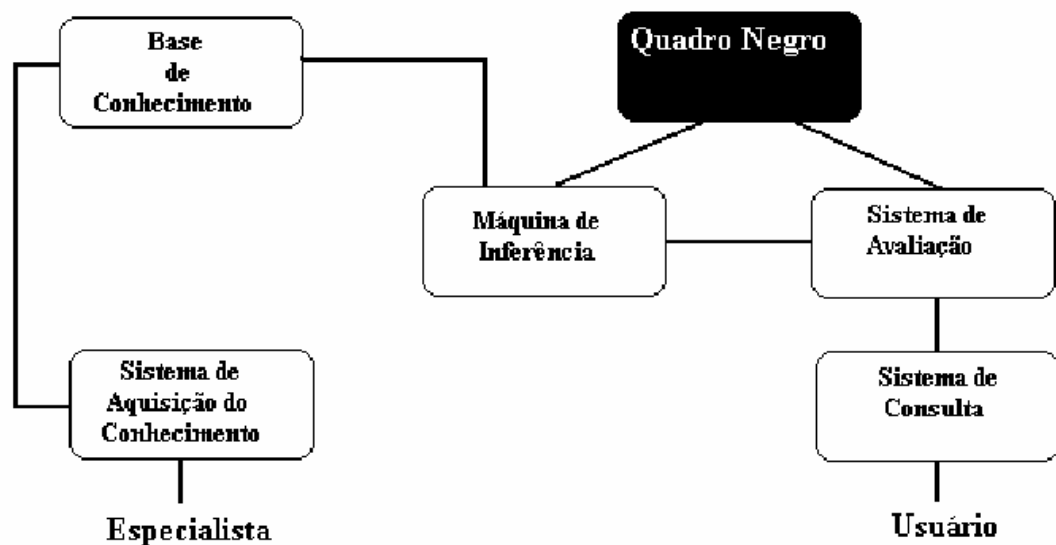


Figura 2.2 – Arquitetura de um SE.

Fonte: Rabuske, 1995

### 2.3.1 Base de Conhecimento (BC)

Conforme Rabuske (1995) uma Base de Conhecimento contém obviamente conhecimento, no qual é estruturado em forma de regras de produção, quadros, redes semânticas, ou outra forma. Podemos dizer que uma Base de Conhecimento contém um somatório de fatos, de heurísticas e de crenças. Sendo considerada criativa, pois é capaz de certos tipos de controles sobre si mesma, podendo ainda suprir algumas informações ausentes. É esta última característica, especialmente, que distingue as Bases de Conhecimento das tradicionais bases de dados.

Neste trabalho específico estaremos usando a técnica de Raciocínio Baseado em Casos (RBC), o que faz com que a BC também seja chamada de Base de Casos, pois o

conhecimento está estruturado em casos, mas isso será melhor detalhado no capítulo três deste trabalho.

O conhecimento normalmente é cadastrado no sistema por um editor construído especialmente para ser usado pelo especialista na transferência do seu conhecimento para o sistema.

### **2.3.2 Quadro Negro**

Segundo Ribeiro (1987) o quadro negro, também denominado rascunho da área de trabalho, é uma área de memória aonde o sistema vai gravando e apagando os dados que usa no processo de inferência, até achar uma solução adequada. Para se chegar a uma solução, há necessidade avaliar regras que são recuperadas da Base de Conhecimento para uma área de trabalho na memória. Nesse local as regras são ordenadas periodicamente em uma nova ordem para serem avaliadas. Durante essa avaliação deve-se verificar os fatos e hipóteses e, também, necessita-se de uma área para guardar os valores das variáveis para se trabalhar tais fatos ou hipóteses. As conclusões dessas regras irão gerar novos fatos e novas hipóteses que precisam ser gravadas temporariamente durante o processo de inferência. Essa área na memória usada para a execução destas operações chama-se quadro negro ou rascunho.

### **2.3.3 Máquina de Inferência**

A máquina de inferência ou mecanismo de inferência, ou ainda motor de inferência é definido como o elemento de um sistema especialista capaz de buscar as regras necessárias a serem avaliadas, ordenadas de uma maneira lógica e, a partir disso, ir direcionando o processo de inferência.

O processo de encaminhar a inferência é feito de acordo com a técnica usada para o armazenamento do conhecimento na BC. De uma maneira geral, é um mecanismo simples para comparar pedaços de strings com padrões e, se essa comparação for ajustada, uma outra atitude será tomada para buscar novas regras ou fazer um outro encaminhamento até atingir certo objetivo (RIBEIRO, 1987).

### **2.3.4 Aquisição de Conhecimento**

O processo de aquisição de conhecimento se resume em compreender e organizar o conhecimento de várias origens diferentes em uma Base de Conhecimento. Possibilitando que esse conhecimento seja recuperado por um SE.

Para Mastela (2004), o responsável por todas as atividades necessárias para construção de um SE é o Engenheiro do Conhecimento. Ele deve conhecer bem o domínio da aplicação para que possa interagir com as fontes de informações e, ainda, deve possuir um conhecimento razoável de computação, linguagens e ferramentas de IA, para que possa escolher a melhor linguagem para implementação do sistema.

A aquisição de conhecimento é a tarefa inicial no processo de engenharia do conhecimento e o mais difícil (MASTELA, 2004), por isso é considerado o gargalo na construção de SEs. Tal dificuldade se dá pelo fato de não existir uma metodologia eficiente, confiável e padrão para extração e organização do conhecimento vindo de várias fontes. Essa dificuldade realmente existe, mas a etapa de aquisição do conhecimento é fundamental para construção de uma BC, e conseqüentemente fundamental para a construção de um SE.

#### **2.3.4.1 Técnicas de Aquisição de Conhecimento**

A tentativa de sistematizar e até mesmo automatizar o processo de aquisição de conhecimento resultaram em várias técnicas, que foram classificadas em manuais, semi-automáticas e automáticas. Atualmente as técnicas manuais são as mais usadas, as semi-automáticas quando usadas geralmente são acompanhadas das manuais, já as automáticas dizem respeito ao processo pelo qual o conhecimento é adquirido automaticamente, ou seja, sem interface humana, ou com pouca interferência. Como exemplo das técnicas automáticas tem a mineração de dados, redes neurais, árvores de decisão, entre outros (MASTELA, 2004).

#### **2.3.5 Sistema de Consulta**

O Sistema de Consulta é a Interface com o usuário. É o meio de interação entre os usuários e o SEs, e permite a comunicação entre ambas as partes. Por ele que o sistema faz perguntas ao usuário e recebe as respectivas respostas. Também é através dele que é exposto a as conclusões e explicações.

## **2.4. Classificação dos Sistemas Especialistas**

Os SEs existentes são classificados quanto a sua característica de funcionamento. Diante disso expomos abaixo a definição de cada categorias conforme Ribeiro (1987):

### **2.4.1 Interpretação**

Sistemas que inferem descrições de situações a partir da observação de fatos, ou seja, fazem análise de dados e procuram determinar as relações e seus significados. Devem considerar possíveis interpretações, descartando as que se mostrarem inconsistentes.

### **2.4.2 Diagnósticos**

Sistemas que detectam falhas oriundas de interpretação de dados. A análise dessas falhas pode conduzir a uma conclusão diferente da simples interpretação de dados.

Estes sistemas já têm embutido um sistema de interpretação de dados.

Os sistemas de diagnóstico devem permitir a decisão sobre medidas a tomar, pois em certos casos os dados sobre o sistema podem ser inacessíveis, caros ou perigosos de serem recuperados.

### **2.4.3 Monitoramento**

Este tipo de sistema deve interpretar as observações de sinais sobre o comportamento monitorado. Deve verificar continuamente um determinado comportamento com limites preestabelecidos, sinalizando quando forem requeridas intervenções para o sucesso da operação.

### **2.4.4 Predição**

Com uma modelagem de dados do passado e do presente, este sistema permite uma determinada previsão do futuro, ou seja, como ele baseia sua solução na análise do comportamento dos dados recebidos no passado, deve ter mecanismos para verificar os vários futuros possíveis, a partir da análise do comportamento desses dados, utilizando-se de

raciocínios hipotéticos e verificando a tendência de acordo com a variação dos dados de entrada.

#### **2.4.5 Planejamento**

No caso de planejamento o sistema prepara um programa de iniciativas a serem tomadas para atingir um determinado objetivo. São estabelecidas fases e subfases, e em caso de fases conflitantes, são definidas as prioridades. Possui características parecidas com os sistemas de Predição e normalmente opera em grandes problemas de solução complexa. O princípio de funcionamento em alguns casos, é por tentativa de soluções, cabendo a análise mais profunda ao especialista que trabalha com o sistema.

#### **2.4.6 Projeto**

Tem características parecidas com as do Planejamento, e devem-se elaborar especificações tais que sejam atendidos os objetivos dos requisitos particulares. É um sistema capaz de justificar a alternativa tomada para o projeto final e de fazer uso dessa justificativa para alternativas futuras.

#### **2.4.7 Depuração**

Um sistema que possui mecanismos para fornecerem soluções para o mau funcionamento provocado por distorções de dados. Provê, de forma automática, verificações nas diversas partes, incluindo mecanismos para ir validando cada fase necessária.

#### **2.4.8 Reparo**

Este tipo de sistema segue um plano para administrar alguma solução encontrada em uma fase de diagnóstico. São poucos os sistemas desenvolvidos, porque o ato de executar o conserto em alguma coisa do mundo real é uma tarefa extremamente complexa. Normalmente este tipo de sistema tem a capacidade de diagnosticar e planejar os consertos desejados.

### 2.4.9 Instrução

Tem mecanismos para verificar e corrigir o comportamento de aprendizado dos estudantes. Geralmente, incorporam como subsistemas um sistema de diagnóstico e de reparo, e tomam por base uma descrição hipotética do conhecimento do aluno.

O funcionamento consiste em ir interagindo com o treinamento, em alguns casos apresentando uma pequena explicação e, a partir daí, ir sugerindo situações para serem analisadas pelo treinando.

### 2.4.10 Controle

É um sistema que gerencia o comportamento geral de outros sistemas. Por isso é considerado o mais completo, de um modo geral, pois ele deve interpretar os fatos de uma situação atual, verificando os dados passados e fazendo uma predição do futuro. Apresenta os diagnósticos de possíveis problemas, formulando um plano ótimo para sua correção. Este plano de correção é executado e monitorado para que o objetivo planejado seja alcançado.

## 2.5 Diferenças entre os SEs e os Programas Convencionais

Conforme Lemos (1996), muitos autores enfocam as principais diferenças entre as tecnologias de implementação dos SEs e dos Programas Convencionais, como forma de auxiliar-nos na compreensão das definições dos SEs. Embora já saibamos que os SEs, manipulam conhecimento, podem, dependendo do tipo de conhecimento manipulado e do problema a resolver, deixar dúvidas sobre qual tecnologia é a mais adequada para a resolução do problema.

Os Programas Convencionais, basicamente, são constituídos de algoritmos, onde o desenvolvedor define todos os passos que o programa deve executar, e de uma grande massa de dados. Já os SEs introduzem uma importante mudança no que diz respeito a filosofia de desenvolvimento, sendo constituídos, basicamente, de uma grande massa de conhecimento e de processos de inferências (LEMOS 1996).

Resumidamente podemos afirmar que:

Dado + Algoritmo = Programa Convencional

Conhecimento + Inferência = Sistemas Especialistas



A tabela 03 apresenta as principais diferenças de concepção entre os SEs e os Programas Convencionais.

Tabela 03 - Principais diferenças entre SE e Programas Convencionais

<b>Programas Convencionais</b>	<b>Sistemas Especialistas</b>
- Representam e manipulam dados.	- Representam e manipulam conhecimentos.
- Implementação de algoritmo.	- Implementação de regras (heurísticas).
- Método de busca.	- Método de encadeamento.
- Modelagem do problema.	- Base de Conhecimento.
- Possui analista (programador).	- Possui engenheiro de conhecimento.
- Dificuldade de explanação (informação).	- Facilidade de explanação (informação).
- Relativa dificuldade de modificação.	- Facilidade de modificação.

Fonte: Waterman, 1986

## 2.6 Vantagens e Desvantagens dos SEs

Quando decidimos fazer um SE esperamos que ele faça o necessário da melhor maneira possível, nos ajudando nas tomadas de decisão. Diante dessa necessidade temos que saber as vantagens e desvantagens de se ter um SE, pois senão podemos estar fazendo um sistema que não seja o adequado a minha necessidade. Com isso mostramos abaixo as vantagens e desvantagens do SEs em consideração a inteligência natural:

### Vantagens:

- Interpretação;
- Diagnóstico;
- Monitoramento e análise;
- Armazenamento e ampliação da base de conhecimento especializado;
- Fácil documentação;
- Produzem resultados mais consistentes e que não sofrem influência de fatores externos ou emocionais;
- Custo razoável.

Desvantagens:

- Não são criativos e tendem a trabalhar de forma rotineira;
- Não possuem conhecimento do senso comum;
- Dificuldade em lidar com situações inesperadas;
- Recebem informação por meio de representação simbólica e não sensorial.

## **2.7 Quando Devemos usar SEs**

Em geral os SEs sempre serão uma alternativa quando um problema não poder ser resolvido em forma de algoritmo, ou sua solução conduza a um processamento extremamente demorado, pois os SEs possuem o seu mecanismo apoiado em processos heurísticos. Estes podem não levar a solução do problema, mas na maioria das vezes conduzem as soluções de maneira mais rápida (RIBEIRO, 1987).

## 3 RACIOCÍNIO BASEADO EM CASOS - RBC

### 3.1 História do RBC

Segundo Wangenheim (2003), as raízes do RBC na IA tiveram inspiração nos trabalhos de Schank e Abelson, em 1977, sobre Memória Dinâmica e no modelo cognitivo de uma função central de lembrança de situações passadas – casos e memórias episódicas – e de padrões de situações.

A Memória Dinâmica teve origem na tentativa de se criar modelos cognitivos da solução de problemas e do aprendizado de situações com base em memórias episódicas. Schank e Abelson propuseram que nosso conhecimento geral acerca de situações fica gravado na memória como roteiros que permitem que nós construamos e que façamos inferência sobre relacionamentos causais entre ações. Roteiros foram propostos já no início da década de 1980 como uma estrutura de dados para a memória conceitual, descrevendo informações a respeito de eventos estereotipados, como, por exemplo, uma típica ida a um restaurante, ou uma típica consulta com um médico. Um roteiro auxilia na análise de eventos ou de atividades por meio da previsão das ações específicas que tipicamente serão executadas em uma determinada situação. Isto quer dizer, do ponto de vista do processo de reconstrução de eventos, que, em princípio, pode-se partir da premissa de que determinadas coisas ocorrerão sempre conforme o esperado, como acontece com o roteiro de uma peça teatral, onde os atores executam as ações previstas da forma como elas estão determinadas. Como exemplo de um roteiro podemos citar o famoso exemplo do roteiro do restaurante de Schank, que mostra claramente a possibilidade de modelar computacionalmente um ida ao restaurante como um determinado conjunto de ações que poderão sempre ser esperadas: entrar, escolher a mesa, sentar-se, esperar pelo garçom, aceitar o cardápio, ler o conteúdo do cardápio, fazer o pedido, comer, pedir a conta, pagar, ir embora. Este roteiro que todos nós conhecemos torna a ida ao restaurante uma atividade previsível, e nós sempre partimos da premissa de que, a não ser que haja fortes indícios em contrário, as coisas vão sempre ser dessa forma (SCHANK e ABELSON, 1977 apud WANGENHEIM, 2003).

Outras frentes de pesquisa em RBC vieram de estudos do Raciocínio por Analogia, tendo como enfoque principalmente o trabalho de Gick e Holyoak, no início dos anos 80. Apesar dos primeiros trabalhos de RBC e de raciocínio por analogia, terem sido feitos independentemente, o estudo do raciocínio por analogia contribuiu muito para a teoria de

RBC. Se considerarmos como ponto de partida os mecanismos de inferência subjacentes ao RBC, este pode ser considerado como uma especialização do raciocínio por analogia.

O primeiro sistema que pode ser chamado de um raciocinador baseado em casos foi o CYRUS, desenvolvido por Janet Kolodner na Yale University (KOLODNER, 1983 apud WANGENHEIM, 2003), ele é um sistema de perguntas e respostas que integra o conhecimento obtido da descrição de várias viagens e reuniões de ex-secretário de estado dos Estados Unidos, Cyrus Vance. Ele é baseado no modelo de memória dinâmica e na teoria dos pacotes de organização de memória (POMs) na resolução de problemas e na aprendizagem de novos casos.

Podemos citar também, como sistemas baseados em casos e que fazem parte da história, o Mediator, Persuader, Chef, Julia, Hypo, Protos, Casey, Patdex, entre outros.

## **3.2 Definições**

Segundo Wangenheim (2003), o Raciocínio Baseado em Casos (RBC) é uma forma de aprendizado com base em experiências passadas. De forma simplista podemos dizer que o RBC trata a solução de novos problemas por meio da utilização de casos anteriormente conhecidos. Um novo problema apresentado é resolvido com a reutilização da solução de um problema anterior parecido com o atual. Esta solução pode ser aplicada em sua totalidade ou apenas parcialmente no novo problema, podendo ainda ser modificada de acordo com requisitos da nova situação.

## **3.3 Ciclo de um sistema RBC**

O ciclo do RBC é dividido nas etapas de Recuperação, Reutilização, Revisão e Armazenamento, conforme a figura 3.1.

Com base em Aamodt (1994 apud SÁ e NAKAMITI, 2007), expomos um breve resumo sobre cada uma dessas etapas do RBC.

**Recuperação:** Com uma indexação adequada podemos recuperar casos de forma eficiente. A escolha dos itens que farão parte das chaves da indexação, como sua organização na memória, determinará a eficiência da busca na base de casos.

**Reutilização:** Também chamada de Adaptação, essa etapa envolve a identificação das diferenças entre o caso recuperado e o caso corrente, e a análise das partes do caso recuperado que podem ser transferidas para o caso corrente.

**Revisão:** É usada para saber se a solução gerada pelo sistema satisfaz as novas especificações. Podem ser feitas simulações.

**Armazenamento:** Um caso armazenado caracteriza de alguma forma um aprendizado, podendo esse caso ser utilizado mais tarde. Nessa etapa deve-se especificar o que será aprendido e separar o que é importante do desnecessário.

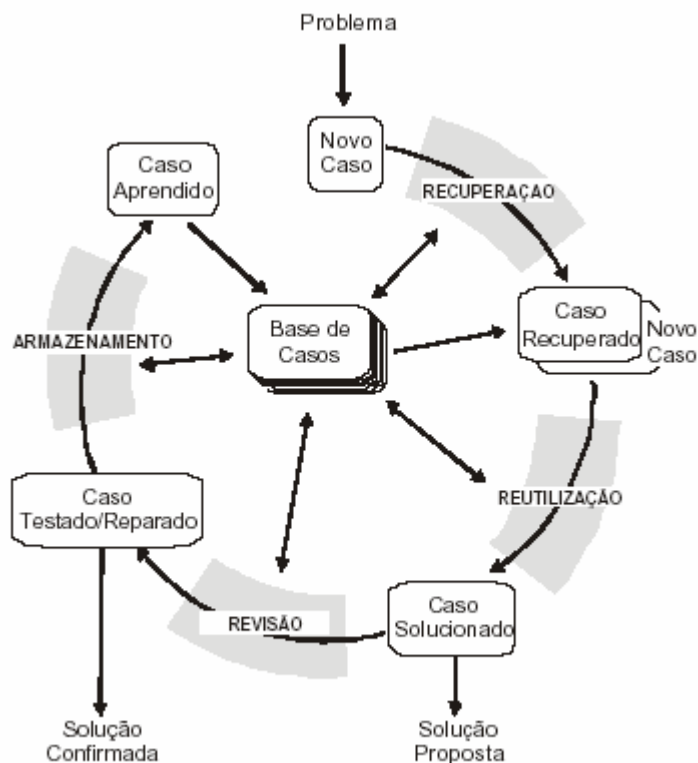


Figura 3.1 – Ciclo do RBC

Fonte: Aamodt e Plaza, 1994

### 3.4 Representação de Casos

Representar um caso é encontrar a melhor forma de armazená-lo na base de casos, para que sua recuperação seja a mais eficiente possível. Por este motivo a indexação está diretamente relacionada com a recuperação e representação de casos.

Podemos afirmar que a definição do que é um caso é o primeiro problema na modelagem do RBC, e que esta definição levanta a questão sobre o que este caso pode ensinar e o contexto onde ele se insere. Lembrando que somente os casos que possuem diferenças dos demais devem ser armazenados, para que possamos assim acrescentar algum conhecimento útil ao sistema.

Um caso propriamente dito, na maioria das fontes pesquisadas, baseia-se em três componentes principais:

#### *Descrição do Problema:*

A descrição do problema precisa ter a informação suficiente para a avaliação do caso e sua aplicabilidade em uma nova situação. Com base nessa descrição que iremos verificar a similaridade do caso corrente e do caso armazenado na Base de Casos, para avaliar uma possível recuperação deste caso armazenado.

#### *Descrição da Solução.*

A descrição da solução dependerá da área em questão, mas de modo geral descreve os conceitos aplicados e etapas concluídas para se chegar ao objetivo almejado, que é a solução propriamente dita do problema.

#### *Resultado Alcançado:*

O resultado alcançado é tão importante quanto, senão mais, que os dois itens acima, pois é nele que iremos verificar se a solução proposta resolveu o problema ou não. É nele que teremos o feedback do processo de recuperação de casos e poderemos avaliar o ocorrido.

#### 3.4.1 Transformações necessárias

Em alguns casos se faz necessário uma transformação nos dados para que possamos transpor um caso do mundo real em uma representação formal. Com base nisso Wangenheim

(2003) define que a transformação de algum item auto-representativo em outra estrutura é uma tarefa difícil, porque se refere à semântica e ao uso do item no mundo real. Como exemplo o autor comenta que imagens requerem uma compreensão da cena representada nelas, e textos requerem uma interpretação dos termos que neles ocorrem e conhecimento a fundo para associá-los. O autor ainda comenta que outra questão relativa à representação de entidades do mundo real é que um item do mundo real usualmente é de uma complexidade extrema, e qualquer representação poderá reter esses detalhes apenas parcialmente. Com isso, aspectos específicos a serem representados dependem dos objetivos do processo de raciocínio específico, e o mapeamento de informação em si tem um caráter informal, pois relaciona informação informal com um modelo formal de uma parte arbitrária dela.

Diante do exposto acima concluímos que na pratica este trabalho necessitará de um processo de transformação do mundo real para o formal, pois da forma como os dados estão estruturados seria inviável a criação de uma base de conhecimento sem uma transformação nos dados.

### 3.4.2 Representação Atributo-Valor

Esta representação é a mais simples, mais utilizada e resolve a maioria dos problemas de aplicações RBC.

Sua representação é através de vetores atributo-valor, por exemplo, *sexo* (*atributo*) e *masculino* (*valor*), onde um par desses representa um dado e um conjunto desses pares representa um caso. O conjunto de *atributos* pode ser fixo, por exemplo, *sexo*, *idade*, *dor de cabeça*, *diarréia*, *etc*, e os *valores* variáveis, caracterizando um caso o conjunto desses *atributos* fixos com seus respectivos *valores* variáveis, ou pode ser variável nos casos onde um *atributo* específico faça um chaveamento entre quais *atributos* farão parte do caso, por exemplo, poderíamos considerar que se o *atributo idade* tivesse um *valor* maior que **4 anos** o *atributo dor de cabeça* não seria necessário, mas em contrapartida precisaríamos ter o *atributo temperatura*.

Cada *atributo* quase sempre é associado a um domínio (tipo de dado) ou faixa para seus possíveis valores. Essa faixa sempre varia de acordo com o tipo de dado e pode ser uma definição de intervalo para tipos numéricos ou uma enumeração de símbolos.

Os tipos básicos geralmente utilizados são números (real ou inteiro), booleano, data, símbolo (ordenado, não-ordenado ou taxionomia) e string.

- **Números:** Podem ser do tipo *inteiro* ou *real*. (Por exemplo, *idade = 10* (inteiro), e *preço = R\$ 20,00* (real));
- **Booleanos:** Representam atributos com valores lógicos. (Por exemplo, *dor de cabeça = sim* ou *não*);
- **Datas:** Representam datas. (Por exemplo: *inicio do tratamento = 01/01/2000*);
- **Strings:** Descrevem valores de atributos de forma textual. (Por exemplo, *descrição do problema = não abre mais o aplicativo*);
- **Símbolos:** Representam valores de atributo simbólico, ou seja, valores textuais, mas com valores pré-definidos no contexto, e são divididos em:
  - Ordenados: Representam valores simbólicos em uma determinada ordem, por exemplo, os valores de atributo *grau de instrução* podem ser classificados na seguinte ordem crescente {*primário, ginásio, segundo grau, graduação, pós-graduação, mestrado, doutorado*};
  - Não-ordenados: Representam valores simbólicos sem qualquer ordem, por exemplo, os valores do atributo *cor* podem ser classificados como {*verde, vermelho, amarelo, azul*};
  - Taxonomias: Representam arranjos ordenados de entidades de acordo com seus relacionamentos presumidos.

### 3.4.3 Representação Orientada a Objetos

Representação Orientada a Objetos segue de modo similar as linguagens de programação orientadas a objetos, e descrevem o domínio particionando-o com relação aos objetos existentes. Estas representações são de extrema valia em domínios de aplicação complexos, onde casos com estruturas variáveis podem ocorrer.

Conforme Wangenheim (2003), em representações orientadas a objetos, um sistema é visto como um conjunto de objetos, que interagem entre si por meio dos serviços que provêm. O objeto possui determinados atributos, que em conjunto definem a estrutura do objeto. Como exemplo é citado o objeto *viagem*, que é definido pelos atributos <<destino>>, <<hotel>>, <<meio de transporte>>, <<preço>>.

Os **objetos** de um tipo similar já são agrupados para formarem uma **classe**. Um objeto concreto de uma classe é uma **instância** dessa classe



### 3.4.4 Representação através de Redes Semânticas

São um tipo de grafo usado para representar o conhecimento na forma de um grafo similar a uma rede. A situação a representar na maioria das vezes possui uma estrutura composta, que é representada em uma rede semântica por meio de uma estrutura correspondente, com nodos representando unidades conceituais e arestas dirigidas representando relacionamentos entre estas unidades.

Segundo Lenz e Burkhard (1996, apud Wangenheim, 2003), um tipo de rede semântica desenvolvida para aplicações de apoio à decisão são as Redes de Recuperação de Casos (RRCs), que foram concebidas como uma forma de recuperação de casos eficiente e flexível. Elas são capazes de trabalhar com termos vagos e ambíguos, suportam o conceito de complementação da informação durante a assessoria da situação e podem manipular bases de casos de tamanho razoável de forma eficiente.

As Redes de Recuperação de Casos (RRCs) baseiam-se em conceitos de redes neurais para a pesquisa na base de casos atrás de casos úteis. Ao invés de construir uma árvore da base de casos, uma rede apropriadamente estruturada é construída. Da mesma forma que nas redes semânticas, e ao contrário das redes neurais, todos os nodos e arestas possuem significado preciso, expondo que são interpretáveis em termos do domínio.

Um conceito fundamental nas RRCs são as Entidades de Informação (EIs), que é uma parte atômica de um caso ou de uma consulta.

Elas podem representar qualquer item de conhecimento básico, como um par atributo-valor. Um caso consiste de um conjunto de EIs, e a base de casos é uma rede com nodos para as EIs observadas no domínio e nodos adicionais denotam os casos particulares.

### 3.4.5 Representação através de Árvores K-D

Uma árvore é um grafo acíclico dirigido com um nodo especial, que é o nodo raiz da árvore, e a idéia básica de utilizar árvores como estrutura de recuperação e armazenamento de casos é a de estruturar o espaço de busca com base na sua densidade observada e a utilização desta estrutura pré-compilada para a recuperação eficiente de casos de acordo com uma medida de similaridade dada.

O principal exemplo de estruturas em árvores para sistemas de RBC, são as árvores K-D. Elas são árvores de pesquisa binária K-dimensional, que compõe a base de casos iterativamente em partes menores. Uma árvore de busca K-D representa dados estruturados de

acordo com K chaves, ao contrário da árvore de busca binária convencional, que estrutura a sua informação com base em apenas uma chave. A árvore K-D é uma árvore de busca binária, onde a cada nível teremos uma chave diferente, dentre as suas K chaves (equivalendo a k atributos dos casos armazenados), como critério de busca/inserção. Ao atingir o nível da árvore, reinicia-se considerando a chave correspondente ao atributo 1, e assim por diante, iterativamente (WANGENHEIM, 2003).

### 3.5 Recuperação de Casos

A recuperação de casos é a etapa onde o sistema faz uma busca na Base de Casos atrás dos casos parecidos com um determinado caso de entrada. Essa busca usa algoritmos que selecionam os casos da base de acordo com a similaridade entre o caso de entrada, apontando o caso mais similar ou o conjunto deles, para uma possível recuperação.

O caso mais similar é aquele que tem a combinação perfeita entre as características de um caso de entrada e as características de um determinado caso na base, mas na prática é muito difícil termos casos completamente similares, o que faz com que a similaridade parcial, ou seja, a combinação de algumas características, já faça desse caso um candidato à recuperação.

O que chamamos de similaridade parcial é o que faz da base de casos do RBC um sucesso em relação a uma base de dados relacional, pois a capacidade de recuperar alguns casos da base levando em consideração apenas algumas de suas semelhanças, e ponderando-as através da similaridade, nos mostra onde está a diferença entre uma base de casos e uma base de dados relacional. Se considerássemos apenas os casos com a combinação perfeita entre as características precisaríamos apenas de uma base de dados relacional.

Ao falarmos sobre a Recuperação de Casos, temos por obrigação conceituar os tópicos *similaridade*, *medida da similaridade e indexação*, pois a recuperação está totalmente vinculada a eles.

#### 3.5.1 Similaridade

Num contexto geral podemos considerar a similaridade como algo da mesma natureza, da mesma espécie. Em RBC consideramos problemas similares os problemas com soluções semelhantes, não fugindo completamente de seu conceito original, mas levando em

conta que a similaridade vai, além disso, e precisa ser estudada para cada domínio, pois ela é muito importante no RBC e é a partir dela que todo o processo de raciocínio está fundamentado.

Não existe uma similaridade soberana, ela sempre dependerá da meta de recuperação na aplicação específica. Por exemplo, podemos citar que dois livros são similares em relação à quantidade de páginas, mas se desconsiderarmos as páginas e olharmos do ponto de vista do preço, eles podem continuar similares ou não. Por isso a similaridade está diretamente vinculada à meta.

No RBC o que faz um caso ser similar é a semelhança entre as características ou atributos que realmente representam o contexto e o conteúdo da experiência em questão. Com outras palavras, um caso é considerado similar ao problema atual, se a solução do caso da base puder ser reutilizada para resolver o problema do caso atual.

Como a similaridade está diretamente relacionada com a meta, o conhecimento de um especialista é importante para a avaliação dessa similaridade, e numa segunda etapa até o ajuste de alguns pesos de similaridade. Pesos esses que veremos com mais detalhe no tópico *medida da similaridade*.

### **3.5.2 Medida da Similaridade**

No consenso de muitos autores a similaridade está dividida entre Global e Local.

Numa definição simplista podemos dizer que:

Similaridade Global: Similaridade no nível de casos;

Similaridade Local: Similaridade no nível de atributos.

#### **3.5.2.1 Similaridade Global**

Para Wangenheim (2003), a similaridade entre dois objetos, recebe o nome de similaridade global em RBC. Para determinarmos a utilidade de um caso em relação a uma determinada pergunta, a similaridade global entre o caso e a pergunta deve ser determinada.

Na similaridade como distância geométrica, a técnica do *vizinho-mais-próximo* (*nearest neighbour*) é muito utilizada e citada por vários autores, pois se trata de uma técnica bastante simples para a determinação de similaridade entre dois casos.

A idéia básica deste enfoque motivado geometricamente é que as ocorrências em uma base de casos podem também ser vistas como pontos em um espaço multidimensional.

Para entendermos melhor o conceito acima podemos citar um exemplo dado por Wangenheim (2003), mostrado na figura 3.2, onde ele considera três casos num espaço multidimensional, chamados de 1, 2 e caso atual (Q). Neste exemplo podemos então calcular a distância X e Y de Q aos dois casos da base. À distância X de Q para o caso 1 é 3 unidades, e a distância Y é 0, enquanto à distância X de Q para o caso 2 é 1 unidade e a distância Y é 3 unidades. Com isso:

- A distância de Q ao caso 1 é:

$$D_1 = X_1 + Y_1 = 3 + 0 = 3$$

- A distância de Q ao caso 2 é:

$$D_2 = X_2 + Y_2 = 1 + 3 = 4$$

Aquele que tiver o menor valor é o vizinho mais próximo. Neste exemplo o caso 1 é o vizinho mais próximo.

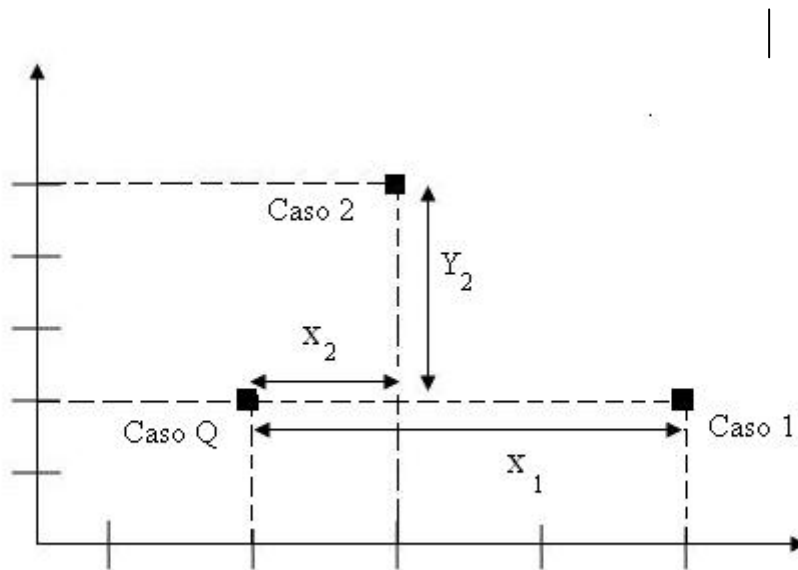


Figura 3.2 - Distância entre o vizinho-mais-próximo.

Fonte: Wangenheim, 2003

Também temos uma variação dessa técnica chamada de *vizinho-mais-próximo ponderado*. Neste caso o que muda é a importância dada a cada índice, ou seja, o especialista pode criar uma escala e atribuir certos pesos sobre os índices, tornando assim uns índices mais importantes ou com maior prioridade que outros, influenciando diretamente na determinação do resultado final.

Dessa forma temos a seguinte mudança nas formulas:

- A distância de Q ao caso 1 é:

$$D_1 = (X_1 * W_{X1}) + (Y_1 * W_{Y1}) = (3 * 2) + (0 * 1) = 6$$

- A distância de Q ao caso 2 é:

$$D_2 = (X_2 * W_{X1}) + (Y_2 * W_{Y1}) = (1 * 2) + (3 * 1) = 5$$

Onde:

$$W_{X1} = 2 \text{ (Peso de } X_1)$$

$$W_{Y1} = 1 \text{ (Peso de } Y_1)$$

Agora temos o caso 2 como o vizinho mais próximo de Q.

Na figura 3.3 conseguimos visualizar isso com o redesenho da figura anterior, onde temos o eixo X em uma escala duas vezes maior do que a do eixo Y.

Esse exemplo deixa bem claro como a mudança na medida de similaridade pode alterar completamente o resultado final. Neste caso ainda estamos mostrando um exemplo teoricamente simples, pois em casos reais as aplicações possuem muitos índices e resultam em um espaço n-dimensional. Apesar disso a fórmula do *vizinho-mais-próximo* pode ser generalizada conforme abaixo:

$$\text{Sim}(Q,C) = \sum_{i=1}^n f(Q_i, C_i) * W_i$$

Onde:

**Q** é o caso alvo

**C** é o caso fonte

**n** é o número de atributos em cada caso

**i** é cada atributo individual variando de 1 a **n**

**f** é a função de similaridade para o atributo **i** no caso **Q** e **C**

**W** é o peso relativo ao atributo **i**

Conforme explicação de Wangenheim (2003), a similaridade da pergunta **Q** a um caso **C** na base, por exemplo, é determinada para cada índice com a utilização da medida de similaridade local **f**, que determina o valor da similaridade para o tipo de valor específico, como valores numéricos ou tipos enumerados ou simbólicos, de um índice **i**. Esta medida ainda pode ser multiplicada por um fator de peso **W<sub>i</sub>** que representa a importância deste índice para o cálculo da similaridade. Em seguida tem-se a soma de cada índice.

A similaridade geralmente é normalizada na faixa de 0 a 1, onde 0 é a dissimilaridade total e 1 a similaridade exata, ou através de porcentagem, onde 100% é o casamento exato.

Ainda no contexto da similaridade global existem outras técnicas, como a *Distância Euclidiana*, *Distância Euclidiana Ponderada*, *Métrica do quarteirão*, *Tabelas de contingências*, entre outras. Mas como a técnica do *vizinho-mais-próximo* é a mais usual e trata-se da técnica que estaremos usando nesse projeto, não conceituaremos estas outras técnicas.

### 3.5.2.2 Similaridade Local

Para determinar de forma compreensiva a similaridade entre uma questão dada (Q, por exemplo) e os casos na base de casos (X e Y, por exemplo), a similaridade local entre atributos específicos pode ser considerada ao se computar a similaridade global. Diante disso, podemos ter um caso com valores de atributo diferentes, mas que podem ainda serem similares ao procurado, não é passível de ser distinguido de outro, cujos valores são completamente diferentes. A consideração de similaridades locais permite a integração das similaridades entre atributos isolados ao cálculo da similaridade global, tornando-a muito mais sensível (WANGENHEIM, 2003).

A similaridade local tem como base os tipos básicos usados para a representação de casos, aos quais já vimos no capítulo 3, mais especificamente no item 3.3.2, chamado de Representação Atributo-Valor.

Alguns destes tipos são expostos abaixo na ótica da similaridade local:

**Números:** Geralmente são expressos pelo módulo da diferença  $|V_{\text{entrada}} - V_{\text{base}}|$  entre o valor do atributo de entrada e o valor do atributo na base de casos.

O valor do módulo resultante pode ser usado em várias funções para cálculo da similaridade local. Entre elas temos abaixo as mais usadas:

- Função escada: Esta função tem como resultado 1.0 (similaridade) se a distância entre os dois valores for menor que o limiar definido para a função, caso contrário a função retorna 0.0 (dissimilaridade);

- Função linear: É considerada por muitos a função mais adequada para os tipos numéricos. Nessa função a similaridade cresce como decréscimo da distância entre os dois valores;
- Função assintótica: Nessa função a diferença entre dois valores causa uma redução assintótica da similaridade.

**Símbolo ordenado**: São valores simbólicos em uma determinada ordem. Por exemplo, o grau de instrução de uma pessoa, pode ser *primeiro grau*, *segundo grau*, *graduação*, *mestrado*, *doutorado*, obedecendo a uma ordem.

Podemos usar para este tipo a mesma medida de similaridade usada para os tipos numéricos, pois cada símbolo da ordem pode representar um número, ficando neste caso *primeiro grau = 1*, *segundo grau = 2*, *graduação = 3*, *mestrado = 4*, *doutorado = 5*.

**Símbolo não-ordenado**: Como o próprio nome já diz, são símbolos em qualquer ordem, não-ordenados.

A determinação da similaridade neste caso pode ser definida como uma matriz de similaridade representada como uma matriz triangular, que atribui um valor de similaridade a cada combinação possível de valores. Se os valores são idênticos a similaridade é 1.0, se os valores são diferentes o valor da similaridade específico é buscado na matriz de similaridade.

**Símbolos taxonômicos**: Uma taxonomia é representada por uma árvore n-ária em que os nodos desta árvore representam valores simbólicos, mostrando o relacionamento entre os valores e sua posição na taxonomia.

Uma forma de medida de similaridade para taxonomias é atribuir valores de similaridade (entre 0.0 e 1.0) aos nodos internos da árvore. Sendo que quanto mais fundo na hierarquia maior o valor da similaridade do respectivo nodo.

Existe ainda a técnica do cálculo do tamanho do caminho entre os objetos da árvore e a técnica da matriz de similaridade, igual a usada nos símbolos não-ordenados.

**Strings:** O cálculo da similaridade entre strings é considerado uma tarefa muito difícil. Diante disso muitos autores sugerem a substituição das strings por valores simbólicos sempre que isso for possível.

Mesmo diante dessa dificuldade algumas técnicas existem para esse fim. São elas:

- Correspondência exata: Dois strings são similares se são escritos exatamente iguais.
- Correção ortográfica: Compara o número de caracteres que exatamente iguais.
- Contagem de palavras: Conta o número de palavras exatamente iguais.

### 3.5.3 Indexação

A indexação em uma BC tem a mesma finalidade que num Banco de Dados relacional, ou seja, em ambos ela é usada para viabilizar consultas mais rápidas, criando certos índices que usam algoritmos de busca específicos para cada finalidade.

Em RBC a indexação é muito importante, pois orienta a similaridade, ou seja, a indexação determina o que comparar entre os casos.

Para Wangenheim (2003) os índices de um caso são combinações de seus atributos mais relevantes, que permitem diferencia-lo de outros e identificar casos úteis. Para encontrar casos similares na base de casos para um problema de entrada, é necessária a definição de quais atributos usaremos para realizar a comparação entre um caso e a situação presente.

Num sistema de Help Desk, por exemplo, os sintomas do problema podem ser usados como índices, enquanto o diagnóstico e a solução são informações não indexadas, ou seja, partes da solução evidentemente não são índices, pois estamos procurando por uma solução a partir dos sintomas.

Os índices são relevantes para cada meta de recuperação específica, mas bons índices devem ter as seguintes propriedades:

- Serem fáceis de extrair dos casos armazenados na base de casos;
- Serem usáveis e disponíveis como pistas na recuperação;
- Categorizarem os casos na base de casos ao longo de algumas dimensões interessantes.

Para indexação propriamente dita existem os métodos manuais e automáticos.



No método manual a escolha dos índices começa com a análise dos atributos de um caso, para identificação da utilidade que esse caso poderia ter e sob que circunstância. Essas informações devem ser traduzidas ou transformadas para uma representação que o sistema possa usar, definindo assim um conjunto de atributos descritores, que serão trabalhados para viabilizar os índices do sistema.

No método automático a escolha dos índices pode ser feita de diversas formas, como por exemplo:

- Indexação de casos por meio de entidades de informação que tendem a ser preditivas ao longo de todo o domínio;
- Indexação baseada em diferenças;
- Métodos de aprendizado por indução que identificam automaticamente as entidades de informação preditivas, que são então usadas como índices.

Mas apesar de tantos métodos automáticos, alguns autores ressaltam que os índices são melhores escolhidos pelo método manual, e devem ser escolhidos dessa forma.

### **3.6 Reutilização de Casos**

No ciclo RBC temos inicialmente, a recuperação dos casos mais similares ao caso de entrada, sendo o melhor caso usado. Após isso a solução deste caso deve ser reutilizada, podendo ser adaptada para o problema corrente.

Conforme Aamodt e Plaza (1994) a reutilização da solução do caso recuperado em relação ao novo caso está focado em dois aspectos:

- As diferenças entre o caso passado e o caso atual, e
- Qual parte do caso recuperado pode ser transferida para o novo caso.

A classificação das diferenças dos casos é abstrata, pois trata-se de uma tarefa não relevante, já a similaridade é considerada relevante e a solução do caso recuperado é transferida para o novo caso como sendo a solução proposta. Sendo este o tipo mais comum de reutilização, mas existem outros métodos onde a solução do caso recuperado para o novo caso é adaptada.

### 3.6.1 Adaptação

Em RBC existem situações em que os casos recuperados podem apresentar uma solução bem próxima da ideal, mas alguns ajustes na solução são necessários para que ela resolva o problema do caso atual. Estes ajustes citados que chamamos de *adaptação* e podem ser feitos com a utilização de alguns conceitos de RBC, onde certas regras representam um conhecimento adicional sobre o problema ou até mesmo por meio de interações com o usuário.

Alguns autores comentam que a adaptação em sistemas RBC é um grande gargalo, pois nenhum problema passado é exatamente igual a um problema atual. Soluções passadas na maioria das vezes necessitam uma adaptação para solucionar novos problemas, podendo algumas vezes ser uma simples substituição de um atributo da solução por outro ou uma complexa modificação no contexto da solução.

Watson (1997) defende que a adaptação pode ser feita de algumas formas, podendo ocorrer em certas situações o uso combinado das tarefas abaixo:

- Inclusão de um novo comportamento à solução recuperada;
- Eliminação de um comportamento da solução recuperada;
- Substituição de parte de um comportamento.

Mesmo com algumas formas de adaptação existentes ela não é considerada essencial, e muitos sistemas comerciais em RBC não a implementam. Esses sistemas simplesmente recuperam o caso mais similar e disponibilizam a solução para o usuário, deixando-o livre para proceder à adaptação. Isso ocorre por causa da grande complexidade exigida na implementação da adaptação. Watson (1997) ainda acrescenta que devemos evitar a adaptação, a menos que sejam utilizados parâmetros bem definidos para a sua realização.

O domínio da aplicação muitas vezes já nos limita ou não a usar a adaptação. Em certos domínios fica quase que inviável o uso de uma adaptação automática, sendo necessário sempre a intervenção humana para estar readequando os casos para inseri-los como novos casos na base.

## 3.7 Revisão de Casos

Quando uma solução dada ao caso pela fase de reuso não está correta, surge a oportunidade do sistema aprender com está falha. Esta fase é chamada de *revisão*, e consiste basicamente em duas tarefas:

- Avaliar detalhadamente a solução gerada pela fase de reuso. Se considerada correta, o sistema deve aprender com o sucesso e prosseguir com a *retenção* do novo caso (próxima etapa no ciclo RBC).
- Senão, reparar a solução conforme o domínio específico ou através de informações fornecidas pelo usuário.

### **3.7.1 Avaliação da Solução**

A avaliação da solução considera o resultado da solução aplicada em um ambiente real, questionando um especialista ou através de regras que validem a solução. Esta é uma etapa que geralmente encontra-se fora do sistema RBC, já que implica em uma interação com o mundo real. Conforme Aamodt e Plaza (1994), o resultado da aplicação da solução pode levar um tempo considerável para aparecer, dependendo sempre do tipo de aplicação. Segundo exemplo do autor supracitado, em um sistema de suporte a decisão médica o sucesso ou falha do tratamento pode levar algumas horas ou até mesmo vários meses. O caso ainda pode ser instruído e validado na base de casos por um período intermediário, mas ele terá que ser marcado com um caso não-avaliado. A solução também pode ser aplicada a um programa de simulação que está apto a gerar uma solução correta.

### **3.7.2 Reparação de Falha**

A reparação de falhas está relacionada com a detecção de que partes da solução proposta têm falhas e apresentar explicações para atualização desta solução. Alguns sistemas utilizam um conhecimento casual para gerar explicações do porque certas partes da solução falharam. Estes sistemas aprendem as situações que causarão as falhas usando uma técnica de aprendizagem baseada na explicação.

As explicações das falhas geralmente são usadas para modificar a solução ou a forma como o sistema chegou até ela, para que o caso presente possa ser resolvido com sucesso e a falha não volte a ocorrer. Para modificar a falha um módulo de reparação de falha, que possui conhecimento do domínio da aplicação, assegura que a causa dos erros não irá mais ocorrer.

Passando essa fase a solução poderá ser retida, se realmente exista eficiência na solução, ou poderá passar pelas etapas de validação e reparação novamente.

### 3.8 Retenção de Casos (Aprendizagem)

A retenção de casos é o processo de incorporação do que é útil ao conhecimento já existente na base, podendo esse novo conhecimento ser usado para resolver problemas futuros, ou seja, o sistema estará aprendendo com as experiências passadas. Essa característica exposta, em RBC, é conhecida com *aprendizagem*, e juntamente com uma correta indexação dessa nova solução aprendida tornam um sistema RBC muito eficiente.

A aprendizagem permite que um sistema RBC incremente continuamente seu conhecimento e torne-se um solucionador de problemas mais poderoso, com o passar do tempo e sua utilização.

O aprendizado efetivo em RBC necessita de um conjunto de métodos bem trabalhados, de forma a extrair o conhecimento relevante da experiência passada, indexar este conhecimento para uso posterior e integrar casos em uma estrutura de conhecimento existente.

Para Wangenheim (2003), a retenção de casos pode ser separada em três tipos:

- Sem retenção de casos: Sistemas de RBC mais simples desconsideram a inclusão automática de novos casos na base. Este tipo de sistema é usado, geralmente, por domínios de aplicação bem compreendidos, que são modelados de forma satisfatória durante o desenvolvimento, não sendo necessário a inclusão de novos casos para um refinamento da performance do sistema.
- Retenção de soluções de problemas: Essa é a forma mais usual em sistemas RBC que provem à retenção de casos. Ela é integrada ao processo de solução de novos problemas, e assim que um novo problema é resolvido à experiência é retida de forma a auxiliar na solução de problemas similares no futuro. Com isso, sempre que um novo problema é resolvido este pode ser incorporado à base de casos como um novo caso. Esta forma de aprendizado é uma das maiores vantagens específicas do RBC, pois o aprendizado e a aplicação do conhecimento aprendido não são separados de forma estrita, mas sim integrados. Existem, também, sistemas de RBC que também retêm

casos representando tentativas de solução de problemas que falharam, para com isso evitar a utilização daquelas soluções no futuro.

- Retenção de documentos: Esse tipo de retenção também é bastante usado nos sistemas RBC em que um novo conhecimento é adquirido de forma assíncrona ao processo de solução do problema, ou seja, o conhecimento é adquirido de forma independente da operação do sistema, sempre que se encontrar disponível. Por exemplo, um documento com as descrições de novos produtos lançados pela empresa e que agora o setor de atendimento terá que resolver problemas relacionados a estes.

O autor supracitado ainda expõe que existem 4 aspectos a serem considerados durante o processo de retenção de casos. São eles:

- Seleção adequada das informações a serem armazenadas em conjunto com o caso;
- Seleção da estrutura da informação e do conhecimento;
- Seleção da estrutura de índices para o acesso aos casos durante a recuperação;
- Seleção do tipo de integração a ser realizado na estrutura de conhecimento existente.

## **4 TRABALHOS CORRELATOS**

Como trabalhos correlatos podemos citar 2 artigos pesquisados na área de RBC em Help Desks e um TCC com RBC na área de radiologia e cirurgia veterinária.

A leitura na íntegra desses artigos e do TCC foi de grande valia no desenvolvimento desse projeto, pois nos trouxe ao contexto de RBC e nos mostrou experiências concretas, nas quais conseguimos entender o uso de RBC na prática.

### **4.1 Sistema de Help Desk Utilizando RBC – Um Estudo de Caso Sobre o Software Legal**

Este primeiro artigo com o título acima é de autoria de Fábio de Matos, Anita Maria da Rocha Fernandes, Beijamim Grando Moreira.

Os autores começam o artigo resumindo a característica principal das Centrais de Atendimento, que é o recebimento diário de várias dúvidas sobre problemas, que muitas vezes são iguais ou semelhantes a outros já resolvidos.

Continuando no os autores comentam que para tornar esse processo mais eficiente e eficaz foi criado um sistema de Help Desk genérico, ao qual usa de RBC foi proposto para analisar o conteúdo textual e consultar em uma base de dados as dúvidas semelhantes.

Dando seqüência os autores introduzem ao artigo com um conceito mais moderno sobre as Centrais de Atendimento, conceito esse em forma de citação ao autor Santos, et al, 1999, ao qual comenta que muitas Centrais de Atendimento usam métodos para automatizar seu atendimento, como a criação de um Help Desk com base num mecanismo de pergunta e resposta, que é uma grande estratégia para solucionar os problemas das Centrais de Atendimento, mas também ressalta que em certos casos a automação é dificultada ou até inviabilizada conforme o segmento da Central de Atendimento.

Os autores também comentam na introdução que a realidade no ambiente computacional já é outra, pois antigamente só especialistas usavam computador e hoje em dia isso não é mais assim, justificando até certo ponto a existência das Centrais de Atendimento que surgiram com a finalidade das empresas tirarem as dúvidas de seus consumidores sem precisar de um especialista no segmento da empresa para prestar o atendimento.

O uso do RBC na criação do Help Desk e seu conceito também são expostos pelos autores e vale relembra-lo na íntegra, por ser o enfoque principal desde projeto.

“RBC é uma técnica usada para encontrar soluções para um novo problema usando soluções adotadas para problemas similares já resolvidos” (Matos, Fernandes e Moreira, apud Lagemann, 1998).

Sendo este conceito de RBC a idéia fundamental do sistema proposto, que trata-se de uma ferramenta de fácil utilização pelo consumidor e bem robusta em suas pesquisas, onde o usuário digitará a pergunta e o sistema lhe trará a resposta (solução) mais semelhante encontrada na base de conhecimento.

Já no contexto do artigo os autores expõem que o sistema Help Desk desenvolvido por eles utiliza a linguagem de programação Java e técnicas de RBC, com o foco no uso geral nas centrais de atendimento.

Dando seqüência o sistema Help Desk desenvolvido é detalhado, sendo exposto que ele se divide em 3 módulos, aos quais são o Módulo do Usuário, Módulo do Administrador e o Módulo de Processamento Interno.

Como os próprios nomes já dizem, o Módulo do Usuário é a interface do usuário com o sistema, onde ele digita sua dúvida e o sistema retorna uma resposta igual ou semelhante a sua dúvida. Caso essa resposta não seja satisfatória ou não existe nada semelhante na base de dados, a dúvida é encaminhada a um especialista para respondê-la. Esse encaminhamento é feito na verdade no próprio sistema, que somente transporta essa dúvida para o Módulo do Administrador, onde o administrador possui todas as dúvidas pendentes e as respostas existentes no sistema, ao qual ele poderá associar essa nova dúvida ou criar uma resposta para ela, tendo assim um domínio sobre a dúvida. Na Base de Dados o administrador pode fazer o ajuste necessário no dicionário de dados, pois essa base trabalha com uma lista de sinônimos e é possível, por exemplo, cadastrar que quando aparecer a palavra computador ela seja sinônimo de máquina, PC, micro, etc.

Já na parte final os autores falam sobre o Módulo de Processamento Interno, que é responsável pela busca da resposta a pergunta feita. Esse módulo quando acionado busca o dicionário já criado com questionamentos anteriores, e após isso analisa cada palavra digitada com as palavras do dicionário e seus possíveis sinônimos cadastrados na Base de Dados, acrescentando pontos na variável score se o resultado obtido tiver mais de 60% de semelhança com a palavra digitada.

Finalizando esse processo o sistema analisa a resposta que obteve o maior score e submete essa resposta a um teste com base no grau de precisão solicitado pelo usuário na hora que ele vai fazer a busca. Se o teste for positivo a resposta é mostrada, caso contrário a dúvida é encaminhada para o Módulo do Administrador e uma mensagem comunicando que a dúvida será encaminhada para um especialista responder é mostrada.

Finalizando o artigo os autores concluem que apesar de uma Base de Dados pequena o resultado foi bom e o sistema se mostrou eficiente em relação às repostas obtidas para as perguntas submetidas, e comentam que a próxima etapa para o desenvolvimento do software é popular mais a base e construir uma ótima lista de sinônimos, melhorando assim o processo de pergunta de resposta.

## **4.2 Sistema de Help Desk Utilizando Raciocínio Baseado em Casos**

O segundo artigo com o título exposto acima é de autoria de José Vanderlei de Menezes, Anita Maria da Rocha Fernandes, Elisangela Maschio de Miranda, Beijamim Grandó Moreira.

Se observarmos a lista de autores do primeiro e segundo artigo, conseguimos notar que alguns autores do artigo anterior também contribuíram para a publicação deste artigo. Autores esses que iniciam este segundo artigo comentando a necessidade dos Help Desks para disponibilizar aos clientes um atendimento rápido e eficaz, fazendo com que eles tenham mais confiança e satisfação ao adquirirem seus produtos, mas essa rapidez e eficácia se tornam mais viável com a implantação de um sistema de Help Desk com acesso on-line 24 horas e baseando-se nas técnicas de RBC.

Na introdução os autores comentam que no momento uma das maiores preocupações das corporações é melhorar o atendimento, e por isso, estão investindo em sistemas de Help Desk, que utilizam técnicas de Inteligência Artificial (IA), como o RBC, Redes Neurais, Agentes e outros, e podem ser acessados através de uma interface amigável via internet. Isto diminui o suporte telefônico e conseqüentemente reduz os custos destinados ao atendimento de clientes.

Os autores também introduzem que os sistemas de RBC aparecem como uma solução muito aplicável a diversas áreas como, Call Centers, Suporte Técnico, Help Desk e muitas outras. Sendo a necessidade de um meio de comunicação rápido e de fácil acesso a grande motivação para o desenvolvimento deste tipo de sistema.

Encerrando a introdução é exposto que o sistema será implementado numa indústria de máquinas de jardinagem da cidade de Navegantes.

Na seqüência os autores comentam sobre a metodologia usada, que se resume no levantamento bibliográfico sobre os conceitos de IA, mas especificamente em RBC e todas suas etapas, como Representação de Casos, Indexação, Recuperação, Ajuste da Situação e Aprendizado.

Na metodologia os autores também pesquisaram situações semelhantes para melhor formular a estrutura do sistema desenvolvido, decidiram através de estudos realizados utilizar-se de ferramentas multiplataformas freeware, linguagem de programação Java (JSP), padrão MVC e a IDE NetBeans 5.0.

Descrevendo o sistema os autores expõem o segmento em que se enquadra a empresa e a estrutura que será usada, em nível de RBC, para suportar os modelos existentes de máquinas e os novos modelos que poderão surgir.

Ainda descrevendo o sistema os autores falam sobre a decisão de não utilizar nenhum Shell de RBC, e justificam essa decisão com o fato de obter um maior conhecimento prático sobre as técnicas de RBC ao utilizar ferramentas de programação para implementar um protótipo.



No item que fala sobre a Estruturação do RBC os autores falam das 4 principais fases do RBC, que são a Aquisição do Conhecimento, Representação dos Casos, Método de Recuperação e Adaptação.

Na o conceito de Aquisição de Conhecimento foi exposto segundo Lagemann, 1998 e comentado que em conjunto com os técnicos da empresa foi decidido que só iram usar os 4 produtos que possuem maior volume de vendas para popular a base, e que os técnicos mais experientes iram auxiliar no processo de população da base, pois a indústria possui um pequeno cadastro de informações e a reutilização dele não seria viável, sendo então a base iniciada totalmente limpa. Já a definição das variáveis e os pesos ficaram por conta dos técnicos, pois eles possuem o conhecimento necessário para tal.

Na Representação dos Casos os autores decidiram usar para modelagem do Conhecimento os frames, pois está estrutura possui características que atendem o modelo proposto. Numa figura exposta no artigo os casos modelados são muito bem exemplificados.

No Método de Recuperação os autores expõem que trata-se de uma das principais etapas e que foi decidido a utilização de uma combinação dos métodos da Contagem de Características e o do Vizinho Mais Próximo, pois a combinação entre mais de um método permite uma maior precisão para acharmos aquilo que realmente queremos recuperar.

Os técnicos da empresa que definiram as variáveis e seus respectivos pesos para o cálculo da similaridade. Para medida da distância foi usada a função City-Block, que considera o módulo da distância de cada atributo do novo caso com os casos da base.

Na seqüência os autores detalham passo-a-passo como é feita a Avaliação dos Casos para Recuperação, com pesos, formula e outros que mostram exatamente o processo.

Já na Adaptação o sistema armazenará todos os casos que forem avaliados e não corresponderem aos casos já existentes na base, mas esses casos serão armazenados com o status de pendente, sendo que o Administrador do sistema que ira reavaliar esses casos e tira-los de pendente caso faça sentido ter-los no sistema. Fazendo assim com que eles fiquem disponíveis para consulta.

Chegando perto do final os autores falam sobre os Módulos do Sistema e expõem que o sistema de Help Desk desenvolvido ficou dividido em dois módulos, que é a área do Administrador e a área de consulta para o usuário. A área do Administrador tem exatamente as seguintes funcionalidades:

- Cadastro do Grupo de Produtos;
- Cadastro do Produto;
- Cadastro de Casos;

- Lista de Casos;
- Cadastro de Usuários.

Enquanto a área de Consulta para o Usuário (cliente) se resume em uma tela onde ele seleciona o Produto desejado, configura as opções de consulta desejadas para aquele momento e submete a consulta.

Algumas funcionalidades e a tela de consulta do Usuário (cliente) foram anexadas em forma de figura no contexto do artigo.

Finalizando o artigo os autores concluem que nos testes gerais o comportamento do sistema foi considerado bom, em torno de 71% de sucesso nas respostas listas pelo sistema, mas salientaram que é possível melhorar o nível de acerto com um melhor ajuste dos pesos para cada atributo.

Os autores também comentam que a utilização de RBC mostrou-se muito eficiente e que para trabalhos futuros a implementação de novos métodos de recuperação, ou utilização de outras técnicas de IA poderiam melhorar o sistema.

### **4.3 Aplicação do Raciocínio Baseado em Casos em um Sistema Especialista para Auxílio ao Ensino de Radiologia e Cirurgia Veterinária**

O TCC citado e com o título acima é de autoria de Gabriel Rossato Costa.

Este TCC o autor começa com um breve resumo sobre o que será visto no mesmo. Comentando sobre a Inteligência Artificial, os Sistemas Especialistas e a metodologia de Raciocínio Baseado em Casos que será usada para auxílio no ensino de radiologia e cirurgia para alunos de medicina veterinária.

Na introdução o autor fala sobre os Sistemas Especialistas e comenta o dia-a-dia dos alunos de medicina veterinária e as dificuldades enfrentadas por eles no aprendizado. Mostrando assim a viabilidade da inserção de um Sistema Especialista com Raciocínio Base em Casos neste contexto.

No item motivação o autor faz uma comparação entre a Medicina Humana e a Veterinária, e expõe que a Veterinária é considerada mais difícil porque trata de várias espécies, em quanto a Medicina Humana trata apenas de uma única espécie, e complementa esse item comentando os benefícios de se ter o conhecimento estruturado a disposição dos profissionais da área. Finalizando esse item o autor fala que o desafio de desenvolver este

trabalho numa área pouco explorada como a radiologia e a cirurgia veterinária e de implementar esse sistema especialista com uma interface WEB foram os grandes motivadores deste trabalho.

O item descrição do problema reporta apenas que devido ao grande número de problemas relacionado a saúde animal o trabalho foi limitado a fraturas dos membros anteriores e posteriores dos caninos e felinos.

Ainda na introdução o autor colocou o item Características que justificam o Sistema Especialista, e comentou as vantagens dos sistemas especialistas sobre a computação convencional.

Na introdução também foi colocado o item Objetivos e Usuário do Sistema, onde o autor comenta o objetivo e os objetivos específicos, que pontuando são:

- Realizar um estudo sobre Sistemas Especialistas
- Realizar um estudo sobre técnica para aquisição de conhecimento baseada em casos.
- Estudar o Raciocínio Baseado em Casos.
- Estudar o Shell de desenvolvimento de sistemas RBC CBR-Works
- Estruturar e validar conhecimento de especialistas da área da radiologia e cirurgia veterinária.
- Modelar uma Base de Casos com as informações obtidas com especialistas.
- Implementar um Protótipo do Sistema Especialista

Finalizando a introdução o autor coloca o item Organização do Trabalho, onde ele fala da estrutura do trabalho, que foi dividido em 7 capítulos e dá um resumo bastante breve sobre cada um dos capítulos.

O segundo capítulo o Autor chamou de ENGENHARIA DO CONHECIMENTO e explanou que esse conceito faz parte dos Sistemas Especialistas, e é um dos mais importantes junto com o conceito de Base de Conhecimento e Especialista do Domínio. Seguindo o capítulo é exposto todo o embasamento teórico da Engenharia do Conhecimento, onde o autor subdividiu conforme os itens relacionados abaixo, e expôs o conceito de cada um.

- Aquisição de Conhecimento
  - Tipos de Conhecimento;
  - Métodos de Aquisição de Conhecimento;
    - Familiarização com o Domínio a ser Estudado;
    - Entrevistas;

- Entrevistas Não-Estruturadas;
- Entrevistas Estruturadas;
- Estudo de caso;
  - Estudo de caso retrospectivo;
  - Estudo de caso observacional familiar;
  - Estudo de caso observacional não familiar;
- Representação do Conhecimento;
  - Frames;
  - Regras de Produção;
  - Redes Semânticas
  - Triplas objeto-atributo-valor;
  - Redes Bayesianas;
  - Raciocínio Baseado em Casos;

O terceiro capítulo foi chamado de SISTEMAS ESPECIALISTAS e o autor começou o mesmo expondo que segundo Abel (1994), Sistemas Especialistas são uma classe de sistemas de Inteligência Artificial que servem como consultores no processo de tomada de decisões que envolvem áreas restritas da ciência, normalmente apenas dominadas por especialistas humanos. São sistemas que utilizam o conhecimento de um ou mais especialista codificado em um programa que o aplica na solução de problemas.

Na seqüência é mostrada uma tabela com a relação Conhecimento Humano versus Conhecimento Artificial, onde através da comparação entre eles expõe as vantagens e desvantagens de ambos. Seguindo o autor conceitua o Histórico, Exemplos, Arquitetura Básica, Sistemas Especialistas e Programas Convencionais, e Vantagens e Desvantagens dos Sistemas Especialistas.

Já o capítulo 4 foi chamado de SISTEMAS DE RACIOCÍNIO BASEADO EM CASOS, e traz a definição de CBR (sigla que vem do inglês Case-based Reasoning) de acordo com Carvalho (1996). O autor também comenta que conforme Abel (1996) os sistemas baseados em casos revolucionaram a engenharia de sistemas especialistas por tornarem mais fácil a tarefa de aquisição de conhecimento. Uma comparação de CBR com um banco de dados convencional também é feita e mostra que estes são projetados para realizar correspondências exatas, enquanto o CBR é usado para correspondências inexatas. Mais a diante o autor comenta que existem duas grandes áreas potenciais para aplicação de sistemas

de CBR, que são as tarefas de classificação e as tarefas de síntese, e é exposto em que área certas aplicações se encaixam, como o diagnóstico de falhas em equipamentos que se encaixa nas tarefas de classificação, por exemplo.

Ainda no capítulo 4 é reportado a história do CBR e o ciclo de um sistema de raciocínio baseado em casos, que é composto por: Coleta de informações sobre o problema, Recuperação de conjunto de casos candidatos, Avaliação do melhor caso, Adaptação para solução (caso necessário) e Aprendizado (registro do caso na base).

O capítulo 5 foi chamado de **CONSTRUÇÃO DE SISTEMAS DE RACIOCÍNIO BASEADO EM CASOS** e mostra os passos/itens necessários no desenvolvimento de um sistema CBR e o conceito de cada um deles. Podemos comentar que inicialmente é falado sobre a Aquisição dos Casos, depois sobre Representação de Casos, Indexação dos Casos, Recuperação dos Casos, Adaptação, e Validação e Verificação. Sendo destes itens o Recuperação o mais importante, talvez por mostrar também o conceito de Similaridade Global e Local, que é um conceito importantíssimo para os sistemas CBR.

O capítulo 6 reporta o trabalho efetivamente feito, e foi chamado de **SISTEMA ESPECIALISTA PARA AUXILIO AO ENSINO DE RADIOLOGIA E CIRURGIA VETERINÁRIA**. O autor inicia o capítulo resumindo que este projeto ira auxiliar no ensino de Medicina Veterinária nas áreas de Radiologia e Cirurgia, além de uma breve descrição da ferramenta escolhida para tal, como foi adquirido o conhecimento para a modelagem do sistema e como foram adquiridos os casos para alimentar a base de casos.

Como o autor já havia indicado no resumo inicial do capítulo ele posteriormente fala sobre a implementação do Sistema Especialista, onde foi usado a versão acadêmica do Shell CBR-Works, que é uma ferramenta para desenvolvimento de aplicações que utilizem Raciocínio Baseado em Casos, desenvolvida pela Tec:Inno da Alemanha.

Na seqüência é exposto o item Representação de Conhecimento para o Sistema, no qual o autor comenta os passos dados para se obter a representação dos casos, e teve inicio com entrevistas não-estruturadas e laudos disponibilizados pelo especialista. Após isso o autor mapeou os atributos necessários e relevantes para se montar um caso e as faixas de valores adequados, onde podemos citar, por exemplo, os atributos sexo, espécie, raça, etc. Ainda neste item o autor comentou atributo por atributo e os tipos e valores (faixa de valores) de cada atributo.

Mais pra frente o autor fala sobre a Avaliação de Similaridade, Similaridade Local e Global, que são conceitos importantíssimos em CBR e expõe os pesos dados por ele em conjunto com o especialista a cada atributo, e inclusive mostrando tabelas com esses valores.

Seguindo o padrão CBR o autor comenta sobre a Aquisição de Casos, Adaptação e Reutilização, que não foi abordada devido o fim acadêmico deste trabalho e da complexidade em implementá-la num sistema CBR, e por fim sobre a Interface de Consulta, que foi disponibilizada pelo Shell CBR-Works, que segundo o autor traz um ótimo benefício por ter uma interface Web, podendo a base de casos ser acessada de qualquer lugar do mundo. E essa interface produzida pelo Shell CBR-Works é o próximo assunto abordado pelo autor, que detalha até com figuras alguns passos efetuados para se montar a base de conhecimento e proceder com consultas sobre ela.

Concluindo o trabalho o autor expõe que no mesmo foram apresentadas algumas técnicas de engenharia do conhecimento para aquisição e representação do conhecimento, além do desenvolvimento do estudo em RBC, e com essa base bibliográfica buscou o alicerce necessário para o desenvolvimento do trabalho.

Ainda na conclusão foi exposto que este trabalho procurou contribuir com uma ferramenta para auxiliar o ensino a distância através da internet.

Já finalizando a conclusão e o trabalho em si, foi exposto pelo autor que o item Trabalhos Futuros traz a proposta de integrar um sistema que foi desenvolvido junto com o trabalho para guardar os laudos do setor de radiodiagnóstico, desta forma os casos poderão ser adquiridos integrando esses dois software, enquanto hoje em dia os casos são postos na base manualmente. O autor também sugere como trabalho futuro a expansão do domínio para contemplar outras áreas da Medicina Veterinária.

## 5 SISTEMA DE APOIO AO DIAGNÓSTICO DE FALHAS

### 5.1 Introdução

Atualmente qualquer empresa de pequeno, médio ou grande porte precisa de um sistema de informação para administrar seus negócios, sua contabilidade e em alguns casos até o seu setor de atendimento ao cliente. Considerando o sistema de informação usado pelo setor de atendimento ao cliente da empresa em questão, estaremos propondo a criação de um Sistema de Apoio ao Diagnóstico de Falhas, que resumidamente culminará em uma BC, na qual servirá de apoio aos colaboradores desse setor na solução de problemas já enfrentados anteriormente.

As etapas desse sistema têm como base as etapas de um sistema desenvolvido com RBC e mostram todo o processo e dificuldades enfrentadas para o desenvolvimento deste projeto.

### 5.2 Descrição do Cenário

A empresa em questão possui um grande sistema de informação e o módulo direcionado ao setor de atendimento ao cliente, tem a função básica de guardar o histórico dos problemas enfrentados pelos clientes da empresa e as soluções dadas para estes. Tanto o módulo como o sistema inteiro, estão disponíveis na intranet da empresa e são acessados via browser pelos colaboradores.

O módulo comentado acima tem o nome de Registro de Atendimento ao Cliente e pode ser facilmente comparado a uma ordem de serviço, dessas que muitas empresas usam para registrar um atendimento in-loco de seus técnicos.

O Registro de Atendimento ao Cliente é composto por várias informações do cliente e tem seu cadastro feito pelos atendentes do setor com base no número de série do equipamento, onde os dados sobre o cliente já são preenchidos automaticamente. Esse cadastro inicial traz apenas o campo *problema indicado* e a *descrição do problema indicado* pelo cliente, sendo o primeiro campo com valores pré-definidos e o segundo um campo texto. Numa segunda etapa um técnico entra em contato com o cliente para verificar o problema e

preenche o campo do *problema constatado* e a *descrição do problema constatado*, sendo o primeiro campo de valores pré-definidos e o segundo um campo texto. Diante desse problema constatado que a solução ao problema é dada e o campo *solução* e *descrição da solução*, preenchidos com a respectiva solução, sendo também o primeiro campo de valores pré-definidos e o segundo um campo texto.

Outros itens são preenchidos no Registro de Atendimento ao Cliente, como *situação*, *categoria*, *previsão da solução*, etc., mas tais itens não têm relevância para criação de uma BC.

### 5.3 Dificuldades encontradas

Como citado acima os campos que contem a *descrição do problema constatado* e o da *descrição da solução*, são campos texto, e isso reflete em uma dificuldade muito grande em se desenvolver um sistema em RBC que consiga aproveitar as informações cadastradas nesses campos, para se obter uma métrica de similaridade que possa nos dizer quando um caso de entrada é similar a um caso da base.

Existem métricas de similaridade local para strings, onde temos as técnicas *contagem de palavras*, *correspondência exata*, *correção ortográfica* e *taxa do maior substring comum*, por exemplo, mas no sistema em questão os campos *descrição do problema constatado* e *descrição da solução* têm um tamanho de 4000 caracteres, e fazer uma busca por contagem de palavras idênticas, por exemplo, teria um processamento muito grande inviabilizando o sistema.

No início do projeto essa dificuldade não era visível, pois não tínhamos o fundamento necessário para diagnosticá-la, mas com a devida fundamentação teórica e analisando o contexto do sistema, chegamos a conclusão que algumas transformações se fazem necessárias para que o sistema viabilize o uso de uma BC. Para alguns autores essa dificuldade enfrentada aparece quando tentamos transpor um caso do mundo real em uma representação formal, e na prática foi realmente isso que aconteceu.



## 5.4 Implementação do Sistema

Para implementar a BC propriamente dita conforme os conceitos da técnica RBC, estaremos usando a Shell CBR-Works. A escolha desta Shell partiu do princípio que não deveríamos reinventar a roda, ou seja, como já existe uma ferramenta para criar, gerenciar e fornecer uma interface para o uso da BC, não deveríamos desperdiçar tempo com o desenvolvimento de uma ferramenta. O fato de muitos trabalhos correlatos e até livros usarem essa Shell também contribuiu para nossa escolha.

A seguir iremos expor a implementação do sistema baseado nos passos da técnica RBC.

### 5.4.1 Representação de Casos no Sistema

A modelagem do conhecimento nesta etapa teve alguns passos sobrepostos, pois a necessidade do estudo sobre o domínio da aplicação para a modelagem e representação dos casos não se fez necessário devido o fato do Engenheiro do Conhecimento e o Especialista no domínio serem a mesma pessoa.

Como exposto no embasamento teórico sobre RBC, existem algumas formas de representação de casos e a escolhida para ser usada no domínio em questão, foi a representação *atributo-valor*, a qual também é muito usada por vários trabalhos correlatos.

Estudando o domínio da aplicação e considerando que a BC fruto desse trabalho será a start-up para a alocação de recursos na empresa em questão, para a implementação futura de uma BC mais poderosa, e considerando também que o Setor de Suporte ao Cliente dessa mesma empresa trabalha com diversos produtos, a BC ira abranger inicialmente três aplicações mais usadas no segmento onde o graduando atua e pode ser considerado um especialista no assunto.

As aplicações terão o nome comercial alterado nesse trabalho para evitarem-se problemas na liberação de informações da empresa, mas na BC propriamente dita estarão com o nome correto para não termos problemas no processo de testes e validação. Sendo assim chamaremos as aplicações de A, B e C.

Com base nos mais de 130 RACs analisados chegamos ao mapeamento exposto mais abaixo, onde dividimos em *Problema reclamado*, *Sintomas*, *Diagnósticos* e *Soluções*.

*Problema reclamado*: mostra as diversas formas de reclamação que culminaram em um mesmo problema.

A numeração é só para controle de quantidade.

*Sintomas:* relata o verdadeiro sintoma (achado) sobre o *problema reclamado*, ou seja, muitas vezes o cliente abre uma RAC informando que não abre certa aplicação, mas quando vamos verificar o problema constatamos que ele consegue abrir e o problema na verdade é no login, por exemplo.

A numeração aqui também é só para controle de quantidade.

*Diagnósticos:* aqui é exposto o que causou o *problema reclamado/sintoma*.

A numeração neste caso está diretamente ligada as *soluções*, ou seja, para um diagnóstico vou ter uma solução. Se houver outro possível diagnóstico, como haverá, terei outra solução casando a numeração.

*Soluções:* aqui é exposta a solução ou possíveis soluções para o problema diagnosticado.

A numeração é casada com a numeração do item *Diagnósticos*.

No anexo 1 é exposto um RAC usado atualmente no sistema de informação da empresa em questão.

Vale ressaltar que a BC ira tratar apenas de casos relacionados com problemas nas aplicações, não sendo contemplado os RACs de dúvidas e apoio.

#### 5.4.1.1 Mapeamento dos Casos

Como as aplicações escolhidas rodam em cima de um mesmo servidor Web (Tomcat), algumas situações encontradas nos RACs são iguais para todas as aplicações e devido a isso separamos o mapeamento em quatro categorias, que são: Todas, A, B e C.

Mapeamento:

Todas: Situação 1.

Problema reclamado:	1 - Não abre a página. 2 - Não abre a aplicação X, onde X pode ser A, B e C. 3 - Sem acesso a aplicação X. 4 - Não está conseguindo acessar a aplicação X. 5 - Não consegue abrir a aplicação X em outro micro. 6 - Não abre nenhuma aplicação.
Sintomas 1:	1 - Não abre aplicação X.

	2 - Porta 8080 (Tomcat) não está operando corretamente.
Diagnóstico 1:	Servidor Web (Tomcat) não está operando corretamente.
Solução 1:	Resetar o servidor WEB (Tomcat) através do comentário do processo dentro do /etc/inittab. Caso os logs não estejam ativos. Providenciar a ativação para futura análise se o problema voltar a ocorrer.
Sintomas 2:	1 - Não abre aplicação X. 2 - Máquina do Servidor Web não pinga.
Diagnóstico 2:	Máquina do Servidor Web fora de operação.
Solução 2:	Chamar um técnico no local ou pedir para um cliente com conhecimento técnico para verificar o problema da máquina ou da rede.
Sintomas 3:	1 - Não abre aplicação X. 2 - Partição /home2 100% ocupada. Por isso o Servidor Web (Tomcat) não funciona.
Diagnóstico 3:	Servidor Web (Tomcat) não funciona devido a falta de espaço na partição /home2.
Solução 3:	Liberar espaço na partição e ajustar o sistema para que não ocorra mais esse problema.
Sintomas 4:	1 - Não abre aplicação X. 2 - Link para acesso a aplicação está errado.
Diagnóstico 4:	Link para acesso a aplicação está errado.
Solução 4:	Repassar para o cliente o link correto. Com base no IP do servidor Web.

Todas: Situação 2.

Problema reclamado:	Não consegue se logar na aplicação X.
Sintomas 1:	1 - Não consegue se logar na aplicação X. 2 - Porta 8101 (jDDBC, que é a interface das aplicações com o BD) não está operando corretamente.
Diagnóstico 1:	Problemas no jDDBC.
Solução 1:	Salvar os logs da aplicação em questão e Tomcat (caso esteja ativo) para análise posterior e reset o servidor WEB através do comentário

	do processo dentro do /etc/inittab.
Sintomas 2:	1 - Não consegue se logar na aplicação X. 2 - BD não está operacional.
Diagnóstico 2:	Problemas com BD.
Solução 2:	Providenciar a operacionalidade do BD.
Sintomas 3:	1 - Não consegue se logar na aplicação X. 2 - Partição /home2 está 100% ocupada.
Diagnóstico 3:	Partição /home2 está 100% ocupada. Por isso o BD não opera corretamente.
Solução 3:	Liberar espaço na partição e ajustar o sistema para que não ocorra mais esse problema.
Sintomas 4:	1 - Não consegue se logar na aplicação X. 2 - Pacote da aplicação X não está compatível com a release do equipamento.
Diagnóstico 4:	Pacote da aplicação X errado.
Solução 4:	Atualizar para o pacote correto.
Sintomas 5:	1 - Não consegue se logar na aplicação X. 2 - Não consegue se logar no BD via ad-hoc.
Diagnóstico 5:	Problema para acessar a base específica do BD.
Solução 5:	Providenciar a manutenção no BD.
Sintomas 6:	1 - Não consegue se logar na aplicação X. 2 - Dando mensagem de senha incorreta.
Diagnóstico 6:	O cliente não sabe mais a senha correta.
Solução 6:	Verificar no BD a senha e comparar com a usada pelo cliente. Muitas vezes ocorre problema de espaço em branco antes ou depois do login ou da senha.

Todas: Situação 3.

Problema reclamado:	1 - Após se deslogar não consegue mais logar. Dá mensagem de sem licença. 2 - Licença ficando presa na aplicação X.
Sintomas 1:	1 - Ficando com licença presa. 2 - Fecharam o Browser pelo X da janela.

Diagnóstico 1:	Sessão fica presa por 15 minutos quando o Browser é fechado pelo X.
Solução 1:	Esperar 15 minutos para conseguir se logar novamente, ou resetar o Servidor Web (Tomcat) para resolver o problema de imediato.
Sintomas 2:	1 - Ficando com licença presa. 2 - A máquina onde roda o Servidor Web é dual processada.
Diagnóstico 2:	A máquina onde roda o Servidor Web é dual processada e precisa de ajustes para não prender sessão.
Solução 2:	Providenciar os ajustes necessários conforme a página oficial das aplicações JAVA e resetar o Servidor Web (Tomcat) para resolver o problema e validar as novas configurações.

Todas: Situação 4.

Problema reclamado:	Aplicação X está travando.
Sintomas 1:	1 - Aplicação X para de funcionar e depois de um tempo volta. 2 - Servidor Web (Tomcat) está morrendo aleatoriamente.
Diagnóstico 1:	As configurações do JAVA/Tomcat não estão de acordo com a página oficial das aplicações JAVA.
Solução 1:	Ajustar as configurações e resetar o servidor WEB através do comentário no processo dentro do /etc/inittab.
Sintomas 2:	1 - Aplicação X para de funcionar e depois de um tempo volta. 2 - Servidor Web (Tomcat) está morrendo aleatoriamente. 3 - Quantidade de memória configurada para o JAVA não é a ideal para o sistema em questão.
Diagnóstico 2:	Falta de memória para o JAVA operar corretamente.
Solução 2:	Aumentar a quantidade de memória para o JAVA conforme configuração disponível na página oficial das aplicações JAVA, e o sistema em questão.

Aplicação A: Situação 1.

Problema reclamado:	1 - Estado dos agentes não atualiza. 2 - Não apresenta os agentes logados na Aplicação A. 3 - Aplicação A travada. Não apresenta a informação dos agentes.
---------------------	--

	<p>4 - Ícone da conexão está vermelho.</p> <p>5 - Pelo LED a Aplicação A perdeu a conexão.</p> <p>6 - Aplicação A perdeu conexão com o TEVT.</p>
Sintomas 1:	<p>1 - Aplicação A não atualiza informação nenhuma.</p> <p>2 - Led de conexão na Aplicação A está vermelho.</p>
Diagnóstico 1:	Aplicação A perdeu a conexão com o TEVT.
Solução 1:	<p>Salvar os logs da aplicação em questão e Tomcat (caso esteja ativo) para análise posterior e reset o servidor WEB através do comentário no processo dentro do /etc/inittab. Caso os logs não estejam ativos. Providenciar a ativação para futura análise se o problema voltar a ocorrer.</p>
Sintomas 2:	<p>1 - Aplicação A não atualiza informação nenhuma.</p> <p>2 - Led de conexão na Aplicação A está vermelho.</p> <p>3 - Existe um caracter inválido no nome de algum grupo.</p>
Diagnóstico 2:	Aplicação A perdeu a conexão com o TEVT por causa do caracter inválido no nome do grupo, inserido pelo IGC indevidamente. Trata-se de um BUG conhecido.
Solução 2:	Limpar, através do IGC, o caracter inválido no nome de algum grupo e providenciar a atualização do IGC do cliente, pois trata-se de um BUG conhecido.

#### Aplicação A: Situação 2.

Problema reclamado:	Apresentam chamadas transbordadas, mas não existe transbordo configurado.
Sintomas 1:	<p>1 - Apresentam chamadas transbordadas, mas não existe nenhum transbordo configurado no IGC.</p> <p>2 - Está setada a configuração de fora do horário de atendimento, que caracteriza também um transbordo.</p>
Diagnóstico 1:	A configuração de fora do horário de atendimento também caracteriza um transbordo.
Solução 1:	Repassar a informação ao cliente.

## Aplicação A: Situação 3.

<b>Problema reclamado:</b>	<b>Não consegue excluir o Time cadastrado.</b>
<b>Sintomas 1:</b>	1 - Não consegue excluir o Time cadastrado. 2 - Existem supervisores que passaram a ser agentes, mas ficaram com a associação no Time específico, por isso quando tenta excluir o time não funciona.
<b>Diagnóstico 1:</b>	Problema operacional. O cliente tem que proceder da maneira correta para que não ocorra o problema.
<b>Solução 1:</b>	Repassar a informação ao cliente para que ele corrija a operação incorreta e viabilize a exclusão do Time.

## Aplicação A: Situação 4.

<b>Problema reclamado:</b>	<b>Ao clicar no menu relatórios da Aplicação dá erro.</b>
<b>Sintomas 1:</b>	1 - Ao clicar no menu relatórios da Aplicação dá erro. 2 - Está faltando à instalação de algum pacote do Report Web ou o mesmo ainda não foi instalado, pois esse menu está disponível para todos os clientes a partir do release 1.8.0.
<b>Diagnóstico 1:</b>	Faltam os pacotes necessários e a devida configuração para que a aplicação Report Web passe a funcionar.
<b>Solução 1:</b>	Proceder com a instalação e verificações necessárias conforme site oficial da aplicação Report Web.

## Aplicação A: Situação 5.

<b>Problema reclamado:</b>	<b>Ao emitir qualquer relatório pela Aplicação A está dando erro na emissão, ou seja, o LED do relatório já vai direto para vermelho.</b>
<b>Sintomas 1:</b>	1 - Erro ao emitir qualquer relatório. 2 - Pacote de biblioteca Xlib para geração de relatórios não foi instalado.
<b>Diagnóstico 1:</b>	Falta instalar a biblioteca XLib, necessária para emissão de relatórios.
<b>Solução 1:</b>	Instalar o pacote Xlib manualmente e resetar o Servidor Web (Tomcat) através do comentário no processo dentro do /etc/inittab.

	Fazer as correções necessárias para que o pacote Xlib seja instalado automaticamente após o reset do equipamento.
--	---

Aplicação B: Situação 1.

Problema reclamado:	Não consegue salvar o arquivo lista.txt para fazer a conversão/backup das gravações pela Aplicação B.
Sintomas 1:	1 - Não consegue salvar o arquivo lista.txt. 2 - “/home2” está 100% ocupado.
Diagnóstico 1:	A gravação de ramal, traces ou BD sem o expurgo operando corretamente, causou a ocupação completa do /home2 (HD).
Solução 1:	Liberar espaço na partição e ajustar o sistema para que não ocorra mais esse problema.

Aplicação B: Situação 2.

Problema reclamado:	1 - Não consegue ouvir gravações. 2 - Não consegue baixar as gravações. 3 - Não consegue reproduzir.
Sintomas 1:	1 - Não consegue ouvir gravações. 2 - Não consegue ouvir gravações no micro. 3 - Falta o link /home/httpd/html/gravacoes apontando para /axs/VoiceMail/
Diagnóstico 1:	Por algum motivo o link /home/httpd/html/gravacoes não existe.
Solução 1:	Criar o link com o comando “ln -s /axs/VoiceMail /home/httpd/html/gravacoes”. Levantar o porquê da não criação do link. Em último caso colocar este comando no /axs/AjusteFinal para que num próximo reset o sistema cria esse link automaticamente.
Sintomas 2:	1 - Não consegue ouvir gravações. 2 - “/tmp” ou “/” 100% ocupado.
Diagnóstico 2:	Algum log encheu o “/tmp” ou “/”
Solução 2:	Liberar espaço no “/tmp” ou no “/” e resolver a causa desse problema



	para evitar que a situação se repita.
Sintomas 3:	1 - Não consegue ouvir gravações. 2 - Problemas na applet java na máquina do cliente.
Diagnóstico 3:	Algum problema com o Java na máquina desktop do cliente.
Solução 3:	Solicitar ao cliente a reinstalação do JAVA em sua máquina.
Sintomas 4:	1 - Não consegue ouvir gravações. 2 - Problema na comunicação entre os processos UCG e Gergravcc.
Diagnóstico 4:	Algum problema na comunicação entre os processos.
Solução 4:	Resetar o processo Gergravcc para resolver o problema. Viabilizar via traces atuais ou futuros traces a análise do problema para uma solução definitiva.
Sintomas 5:	1 - Não consegue ouvir gravações. 2 - IP do gravador configurado errado na interface da aplicação.
Diagnóstico 5:	Erro de configuração.
Solução 5:	Corrigir o IP do gravador pela interface da aplicação.
Sintomas 6:	1 - Não consegue ouvir gravações. 2 - A gravação não existe mais no sistema.
Diagnóstico 6:	O HD do cliente preserva uma quantidade X de dias e esse dia específico já foi apagado pelo processo que monitora a ocupação do HD.
Solução 6:	Verificar no tged.cfg quantos dias o sistema preserva de gravação e explicar essa limitação ao cliente.

### Aplicação B: Situação 3.

Problema reclamado:	Ramal X não reproduz gravações.
Sintomas 1:	1 - Ramal X não reproduz gravação. 2 - Ramal X preso com uma porta no UCG.
Diagnóstico 1:	Problema de porta presa no processo UCG. Ainda não foi identificada a causa deste problema em traces. Se possível tentar pegar uma situação e analisar.
Solução 1:	Resetar o processo “Gergravcc”, que o processo UCG também será resetado e a porta liberada.

## Aplicação B: Situação 4.

Problema reclamado:	1 - Ramal X não grava. 2 - Ramal X não está gravando corretamente.
Sintomas 1:	1 - Ramal X não grava. 2 - Existe programação de gravação para o ramal. 3 - Vários alarmes de falta de licença para gravação do recurso.
Diagnóstico 1:	O cliente possui poucas licenças de gravação para a demanda configurada.
Solução 1:	Instruir o cliente a usar a reserva de licença na configuração do recurso/ramal, caso ele acho necessário, ou amplie seus canais de gravação para evitar o problema.
Sintomas 2:	1 - Ramal X não grava. 2 - Existe programação de gravação para o ramal. 3 - Recurso/ramal configurado errado. O certo é estar configurado com gravação por monitoração.
Diagnóstico 2:	Configuração errada.
Solução 2:	Corrigir a configuração passando para gravação por monitoração.
Sintomas 3:	1 - Ramal X não grava. 2 - Não existe programação de gravação configurada ou ativa no momento para o ramal.
Diagnóstico 3:	É preciso ter uma programação de gravação ativa para um grupo X onde este ramal faça parte.
Solução 3:	Orientar o cliente sobre a necessidade de se ter uma programação de gravação para o grupo específico onde o ramal faça parte.
Sintomas 4:	1 - Ramal X não grava. 2 - Erro na programação de gravação.
Diagnóstico 4:	A programação de gravação não foi configurada da forma correta, ou seja, é preciso setar que tipo de gravação deve ser feita (ramal-ramal, ramal-tronco, sainte, entrante).
Solução 4:	Corrigir a programação de gravação conforme a necessidade do cliente.

## Aplicação B: Situação 5.

Problema reclamado:	Não está gravando nada.
Sintomas 1:	1- Não está gravando nada. 2 - Sistema subiu sem reconhecer o HD. 3 - Mesmo após reset o sistema não reconheceu o HD.
Diagnóstico 1:	Ocorreu algum problema com o HD e o sistema não está mais reconhecendo o mesmo.
Solução 1:	Providenciar a visita de um técnico para verificar mau contato no cabo do HD ou troca do mesmo.
Sintomas 2:	1 - Não está gravando nada. 2 - Processo Gergravcc não está rodando. 3 - Após reboot no sistema que o problema se manifestou.
Diagnóstico 2:	Algum procedimento errado na ativação do processo. Após o reboot ele não subiu sozinho.
Solução 2:	Levantar a causa do problema e providenciar a ativação/instalação do processo de forma correta.

## Aplicação B: Situação 6.

Problema reclamado:	Não consegue excluir o ramal X.
Sintomas 1:	1 - Não consegue excluir o ramal X. 2 - Não é possível excluir um ramal que já exista dado associado, ou seja, já foi incluído em algum grupo ou existe alguma gravação deste ramal.
Diagnóstico 1:	Limitação do sistema.
Solução 1:	Primeiro devemos excluir todas as gravações desse ramal, para depois excluí-lo dos grupos onde ele esteja. Somente após isso será possível excluir o ramal.

## Aplicação B: Situação 7.

Problema reclamado:	Não consegue excluir programações de gravação.
Sintomas 1:	1 - Não consegue excluir programações de gravação. 2 - Só é possível excluir uma programação se todas as gravações

	feitas por ela forem excluídas.
Diagnóstico 1:	Limitação do sistema.
Solução 1:	Primeiro devemos excluir todas as gravações feitas pela programação específica. Depois será possível a exclusão da programação.

#### Aplicação C: Situação 1.

Problema reclamado:	<p>1 - Não fez o backup</p> <p>2 - Não criou a linha de backup.</p> <p>3 - Não foi executado o backup programado.</p> <p>4 - Backup automático não foi realizado.</p> <p>5 - Não foi ejetada a fita/DVD/LTO após o backup.</p> <p>6 - Não faz backup nem manualmente e nem automático.</p> <p>7 - Não consegue refazer um backup pendente.</p>
Sintomas 1:	<p>1 - Não foi executado o backup programado.</p> <p>2 - Não criou a linha de backup na programação de backup específica.</p> <p>3 - Pelos traces o processo GerBack não conseguiu se comunicar com o BD na hora programada para o backup.</p>
Diagnóstico 1:	Problema para acessar o BD na hora programada para o backup.
Solução 1:	Verificar o que ocorreu com o BD no horário programado para o backup, e dar a manutenção necessária para evitar o problema.
Sintomas 2:	<p>1 - Não foi executado o backup programado.</p> <p>2 - Pelos traces informou que a mídia está com problemas.</p>
Diagnóstico 2:	Problema na mídia DAT, LTO ou DVD.
Solução 2:	Informar o problema ao cliente e solicitar a troca da mídia.
Sintomas 3:	<p>1 - Não foi executado o backup programado.</p> <p>2 - Pelos traces informou que não havia mídia no Drive na hora da geração do backup.</p>
Diagnóstico 3:	Não tinha mídia no Drive.
Solução 3:	Informar a ausência de mídia no Drive ao cliente e solicitar a colocação de uma para refazer o backup.
Sintomas 4:	1 - Não foi executado o backup programado.

	2 - Drive DAT, DVD ou LTO com problemas.
Diagnóstico 4:	Problema de Hardware no Drive DAT, DVD ou LTO.
Solução 4:	Providenciar o envio e troca do Drive no equipamento do cliente, caso o CT já não tenha disponível o Drive.
Sintomas 5:	1 - Não foi executado o backup programado. 2 - Pelos traces informou que algum processo TCF não está respondendo corretamente aos comandos enviados pelo GerBack (não configurou hostdrive no gravador X).
Diagnóstico 5:	Problema em algum processo TCF do sistema.
Solução 5:	Providenciar o reset dos TCFs em cada unidade e do GerBack no EGC ativo, para que estes fiquem sincronizados.
Sintomas 6:	1 - Não foi executado o backup programado. 2 - O dia a ser backupeado não existe mais no sistema.
Diagnóstico 6:	Não existe mais o dia.
Solução 6:	Comunicar ao cliente a inexistência do dia no sistema e a regra usada pelo processo TGED para apagar os dias mais antigos.
Sintomas 7:	1 - Não foi executado o backup programado. 2 - “/tmp” 100% ocupado.
Diagnóstico 7:	Algum log deve ter enchido a partição “/tmp”.
Solução 7:	Providenciar a limpeza do “/tmp” para resolver o problema e analisar o que ocorreu para que tal partição tenha enchido.
Sintomas 8:	1 - Não foi executado o backup programado. 2 - HD 100% ocupado (/home2). 3 - Gravações enchendo o HD.
Diagnóstico 8:	Processo TGED configurado com o dimensionamento errado. Causando o problema de HD cheio.
Solução 8:	Viabilizar o ajuste no processo TGED para o sistema excluir as gravações mais antigas, e preservar a quantidade de dias que o cliente achar necessário.
Sintomas 9:	1 - Não foi executado o backup programado. 2 - HD 100% ocupado (/home2). 3 - Traces enchendo o HD.
Diagnóstico 9:	Algum script está preservando os traces .old ou existem muitos traces

	no sistema.
Solução 9:	Apagar traces mais antigos e desabilitar a script que gera cópia dos traces, se for o caso.
Sintomas 10:	1 - Não foi executado o backup programado. 2 - HD 100% ocupado (/home2). 3 - Falta de expurgo no BD está enchendo o HD.
Diagnóstico 10:	Problema com expurgo fez o BD crescer muito e ocupar todo o HD.
Solução 10:	Viabilizar a manutenção no BD para liberar o espaço necessário para o sistema operar.  Corrigir a rotina de expurgo para evitar tal problema futuramente.

#### Aplicação C: Situação 3.

Problema reclamado:	Não consegue refazer o backup da mídia X.
Sintomas 1:	1 - Não consegue refazer o backup da mídia X. 2 - Interface não disponibiliza o botão para refazer um backup já concluído com sucesso.
Diagnóstico 1:	Interface não disponibiliza o botão para refazer um backup já concluído com sucesso.
Solução 1:	Acessar a base Backup no BD do cliente e alterar o status da mídia solicitada para o valor 3. Com isso a linha de backup ficará disponível para ser refeita.

#### Aplicação C: Situação 4.

Problema reclamado:	Não consegue restaurar mídias por falta de espaço na UMG.
Sintomas 1:	1 - Não consegue restaurar mídias. 2 - Tem pouco espaço na UMG para restaurar a mídia.
Diagnóstico 1:	O dimensionamento dos dias de gravação a serem preservados não está de acordo com a necessidade do cliente.
Solução 1:	Ajustar o dimensionamento dos dias de gravação para que o sistema apague dias mais antigos e deixe livre a quantidade de espaço necessário para restauração de uma mídia.

#### Aplicação C: Situação 5.

Problema reclamado:	Backup do dia X ficou faltando o complemento.
Sintomas 1:	1 - Backup do dia X ficou faltando o complemento. 2 - Por algum problema no processo GerBack não foi gerada a mídia de complemento, ou seja, o backup do dia X era maior que a capacidade da fita e teria que ser gerada uma mídia de complemento.
Diagnóstico 1:	Problema no processo GerBack.
Solução 1:	Providenciar a geração da mídia de complemento diretamente no BD. Consultar um analista mais experiente caso não saiba os comandos que devem ser efetuados no BD. Analisar os logs do processo GerBack para identificar o ocorrido e providenciar a solução deste.

#### Aplicação C: Situação 6.

Problema reclamado:	1 - Drive de DVD não abre. 2 - Não consegue ejetar o DVD.
Sintomas 1:	1 - Não consegue ejetar o DVD pela interface da aplicação. 2 - Não consegue ejetar o DVD direto no Drive DVD.
Diagnóstico 1:	Problema no Sistema Operacional.
Solução 1:	Efetuar o eject do DVD com o comando “cdrecord dev=0,0,0 –eject”; ou Rebootar a máquina de DVD caso ela seja dedicada para o Drive DVD.
Sintomas 2:	1 - Não consegue ejetar o DVD pela interface da aplicação. 2 - Não consegue ejetar o DVD direto no Drive DVD. 3 - Mesmo após reboot da máquina não é possível ejetar a mídia.
Diagnóstico 2:	Problema no Drive.
Solução 2:	Providenciar o envio e troca do Drive no equipamento do cliente, caso o CT já não tenha disponível o Drive.

#### Aplicação C: Situação 7.

Problema reclamado:	Ao tentar restaurar o DVD indica mídia inválida.
Sintomas 1:	1 - Ao tentar restaurar o DVD indica mídia inválida. 2 - No cadastro de grupo no ECBackup a máquina do Drive DVD

	está setada como DAT.
Diagnóstico 1:	Erro de configuração.
Solução 1:	Corrigir a configuração do grupo no EBackup, passando para Drive DVD.

Aplicação C: Situação 8.

Problema reclamado:	É restaurado o backup do dia X, mas não aparece o dia restaurado.
Sintomas 1:	1 - Não aparece o dia restaurado. 2 - Quando foi feito o backup o diretório configurado no grupo de backup estava errado. Com isso a restauração está colocando as gravações no diretório errado.
Diagnóstico 1:	Erro de configuração.
Solução 1:	Copiar as gravações restauradas para o diretório correto e providenciar a correção no grupo de backup, caso ainda não tenha sido corrigido.

#### 5.4.1.1 Representação Atributo-Valor para os Casos do Sistema

Essa etapa de criação dos atributos para a BC foi muito trabalhosa, pois encontramos muitas dificuldades em transpor o domínio em atributos relevantes para a composição dos casos. A modelagem inicial era falha e conforme fossem chegando novos casos, novos atributos teriam que ser criados.

Após a criação e testes com alguns tipos de atributos, chegamos a modelagem que melhor se encaixou ao domínio segundo nosso ponto de vista. Criamos atributos que abrangem um grupo de casos, ou seja, temos como exemplo o atributo “51 - Algum problema com Transbordo de chamadas ?”, que é do tipo *símbolo* e pode ter o valor SIM ou NÃO, sendo que quando for SIM estará mostrando na busca somente os casos que tiveram problema com transbordo, não tendo uma precisão ideal na busca dos casos, mas disponibilizando aos usuários os casos de problema sobre aquela categoria.

Categorias com uma variação muito grande de problemas terão a criação de outro atributo para filtrar melhor os casos daquele tipo de problema.

Com o mapeamento exposto e considerando o uso da Shell CBR-Works, tentamos encontrar a melhor forma de uso da representação atributo-valor, mas nos deparamos com



algumas limitações na Shell que não deixaram a representação da forma ideal, ou seja, tínhamos como idéia que alguns atributos específicos de certa aplicação só fossem mostrados quando ela fosse escolhida, já que o tipo de aplicação é o primeiro atributo a ser preenchido pelo usuário da BC, mas isso se mostrou usual somente no ambiente de testes, pois na interface para o usuário da BC via Web isso não acontece.

Tivemos que usar alguns artifícios para que a interface ficasse o mais amigável possível. Sendo assim, definimos que os atributos começariam com números específicos para que os atributos relacionados a uma mesma aplicação ficassem juntos e na ordem necessária.

A regra adotada foi a seguinte:

- Os atributos da categoria “*Todas*” começaram todos com a numeração de 01 a 09;
- Os atributos da aplicação “*A*” começaram todos com a numeração de 50 a 59;
- Os atributos da aplicação “*B*” começaram todos com a numeração de 60 a 69;
- Os atributos da aplicação “*C*” começaram todos com a numeração de 70 a 79.

Chegamos então aos atributos abaixo:

- 0000 - Informe a aplicação:
- 001-0 - Problema para abrir a aplicação ? | 001-0
- 001-1 - Porta 8080 do Tomcat está operando corretamente ? | 001-1
- 001-2 - Máquina do servidor Web pinga ? | 001-2
- 001-3 - Partição /home2 100% ocupada ? | 001-3
- 001-4 - Link para acesso a aplicação está correto ? | 001-4
- 002-0 - Problema para efetuar o login na aplicação ? | 002-0
- 002-1 - Porta 8101 do jDDBC está operando corretamente ? | 002-1
- 002-2 - BD está operacional ? | 002-2
- 002-3 - Partição /home2 100% ocupada ? | 002-3
- 002-4 - Pacote da aplicação compatível com a release ? | 002-4
- 002-5 - Login no BD via ah-hoc está funcionando ? | 002-5
- 002-6 - Alguma mensagem de senha incorreta ? | 002-6
- 003-0 - Problema com Licença ? | 003-0
- 003-1 - Fecharam o browser no X da janela ? | 003-1
- 003-2 - Máquina do servidor Web é dual processada ? | 003-2
- 004-0 - Funcionamento aleatório da aplicação ? | 004-0

- 004-1 - Servidor Web (Tomcat) está morrendo aleatoriamente ? | 004-1
- 004-2 - Quantidade de memória no JAVA está de acordo com o sistema ? | 004-2
- 501-0 - Problema com atualização de informações ? | 501-0
- 501-1 - Led de conexão na aplicação está em vermelho ? | 501-1
- 501-2 - Existe algum caracter inválido no nome do grupo pelo IGC ? | 501-2
- 502-0 - Problema com Transbordo de chamadas ? | 502-0
- 502-1 - Está setada a configuração de fora de horário no grupo pelo IGC ? | 502-1
- 503-0 - Problema com Times ? | 503-0
- 503-1 - Algum supervisor foi alterado para agente na configuração ? | 503-1
- 504-0 - ReportWeb já foi instalado ? | 504-0
- 504-1 - Todos os pacotes necessários para operação do ReportWeb foram instalados ? | 504-1
- 504-2 - Problema para emitir Relatórios ? | 504-2
- 504-3 - Biblioteca Xlib do Java foi instalada ? | 504-3
- 601-0 - Consegue salvar o arquivo listas.txt ? | 601-0
- 601-1 - "/home2" 100% ocupado ? | 601-1
- 602-0 - Problema com reprodução de gravação ? | 602-0
- 602-1 - Problema com reprodução de gravação pelo micro ? | 602-1
- 602-2 - Existe o link /home/httpd/html/gravações ? | 602-2
- 602-3 - "/tmp" ou "/" está 100% ocupado ? | 602-3
- 602-4 - Problema com a applet JAVA na máquina Desktop do cliente ? | 602-4
- 602-5 - Comunicação entre o processo GerGravCC e UCG está normal ? | 602-5
- 602-6 - IP do gravador configurado corretamente na interface da aplicação ? | 602-6
- 602-7 - A gravação existe no sistema ? | 602-7
- 603-0 - Problema com reprodução de gravação num ramal específico ? | 603-0
- 603-1 - Alguma porta de reprodução de gravação presa no UCG ? | 603-1
- 604-0 - Problema de gravação num ramal específico ? | 604-0
- 604-1 - Existe programação de gravação para o ramal específico ? | 604-1
- 604-2 - Existe alarme sem licença para gravação na interface da aplicação ? | 604-2
- 604-3 - Ramal/Recurso configurado corretamente ? | 604-3
- 604-4 - Existe algum erro na programação de gravação ? | 604-4
- 605-0 - Problema de gravação em todos os ramais ? | 605-0

- 605-1 - HD funcionando corretamente no sistema ? | 605-1
- 605-2 - Já foi efetuado reset no sistema ? | 605-2
- 605-3 - Processo GerGravCC está rodando ? | 605-3
- 605-4 - Ocorreu algum reboot recente no sistema ? | 605-4
- 606-0 - Problema com exclusão de ramal ? | 606-0
- 606-1 - Já existe gravação do ramal ? | 606-1
- 607-0 - Problema com exclusão de programação ? | 607-0
- 607-1 - Existem gravações feitas pela programação ? | 607-1
- 701-0 - Problema na execução do backup automático ? | 701-0
- 701-1 - Criou a linha de backup na programação de backup específica ? | 701-1
- 701-2 - Problema na comunicação do GerBack com o BD ? | 701-2
- 701-3 - Problema com a mídia ? | 701-3
- 701-4 - Existia mídia no Drive na hora do Backup ? | 701-4
- 701-5 - Problema com drive DAT, DVD ou LTO ? | 701-5
- 701-6 - Problema na comunicação do GerBack com TCF ? | 701-6
- 701-7 - O dia a ser feito o backup existe no sistema ? | 701-7
- 701-8 - Partição "/home2" 100% ocupada ? | 701-8
- 701-9 - Gravação enchendo o HD ? | 701-9
- 701-A - Traces enchendo o HD ? | 701-A
- 701-B - Operação do expurgo do BD está normal ? | 701-B
- 702-0 - Problema para refazer um backup ? | 702-0
- 702-1 - Backup setado como concluído com sucesso pelo sistema ? | 702-1
- 703-0 - Problema na restauração das mídias ? | 703-0
- 703-1 - Tem espaço suficiente para restauração da mídia ? | 703-1
- 704-0 - Problema para gerar a linha de backup de complemento ? | 704-0
- 704-1 - Problema no complemento causado pelo processo GerBack ? | 704-1
- 705-0 - Problema para ejetar o DVD pela interface da Aplicação ? | 705-0
- 705-1 - Problema para ejetar o DVD direto no Drive ? | 705-1
- 705-2 - A máquina do Drive DVD já foi rebootada ? | 705-2
- 706-0 - Mostrando com mídia inválida na restauração do Backup ? | 706-0
- 706-1 - Erro na configuração do tipo de mídia no grupo de backup ? | 706-1
- 707-0 - Aparece normalmente o dia de backup restaurado ? | 707-0

- 707-1 - Erro na configuração do diretório para reprodução ? | 707-1
- 99 - Possível Problema:
- Diagnóstico:
- Solução:

O atributo “0000 - Informe a aplicação:” é do tipo *símbolo* e pode assumir os valores:

- Todas;
- Aplicação A;
- Aplicação B;
- Aplicação C.

Os atributos “99 - Possível problema”, “Diagnóstico:” e “Solução:” são do tipo *string* e não fazem parte do índice, ou seja, eles são mostrados como resultado na consulta de casos na BC.

Os demais atributos são todos do tipo *símbolo* e podem assumir os valores:

- SIM,
- NÃO, ou
- Indefinido.

Na tabela 4 podemos ver um exemplo de um caso na BC.

Tabela 04 - Exemplo de um caso na BC.

<b>ATRIBUTO</b>	<b>VALOR</b>
0000 - Informe a aplicação:	ECVisor
001-0 - Problema para abrir a aplicação ?   001-0	-
001-1 - Porta 8080 do Tomcat está operando corretamente ?   001-1	-
001-2 - Máquina do servidor Web pinga ?   001-2	-
001-3 - Partição /home2 100% ocupada ?   001-3	-
001-4 - Link para acesso a aplicação está correto ?   001-4	-
002-0 - Problema para efetuar o login na aplicação ?   002-0	-
002-1 - Porta 8101 do jDDBC está operando corretamente ?   002-1	-
002-2 - BD está operacional ?   002-2	-

002-3 - Partição /home2 100% ocupada ?   002-3	-
002-4 - Pacote da aplicação compatível com a release ?   002-4	-
002-5 - Login no BD via ah-hoc está funcionando ?   002-5	-
002-6 - Alguma mensagem de senha incorreta ?   002-6	-
003-0 - Problema com Licença ?   003-0	-
003-1 - Fecharam o browser no X da janela ?   003-1	-
003-2 - Máquina do servidor Web é dual processada ?   003-2	-
004-0 - Funcionamento aleatório da aplicação ?   004-0	-
004-1 - Servidor Web (Tomcat) está morrendo aleatoriamente ?   004-1	-
004-2 - Quantidade de memória no JAVA está de acordo com o sistema ?   004-2	-
501-0 - Problema com atualização de informações ?   501-0	SIM
501-1 - Led de conexão na aplicação está em vermelho ?   501-1	SIM
501-2 - Existe algum caracter inválido no nome do grupo pelo IGC ?   501-2	Indefinido
502-0 - Problema com Transbordo de chamadas ?   502-0	Indefinido
502-1 - Está setada a configuração de fora de horário no grupo pelo IGC ?   502-1	Indefinido
503-0 - Problema com Times ?   503-0	Indefinido
503-1 - Algum supervisor foi alterado para agente na configuração ?   503-1	Indefinido
504-0 - ReportWeb já foi instalado ?   504-0	Indefinido
504-1 - Todos os pacotes necessários para operação do ReportWeb foram instalados ?   504-1	Indefinido
504-2 - Problema para emitir Relatórios ?   504-2	Indefinido
504-3 - Biblioteca Xlib do Java foi instalada ?   504-3	-
601-0 - Consegue salvar o arquivo listas.txt ?   601-0	-
601-1 - "/home2" 100% ocupado ?   601-1	-
602-0 - Problema com reprodução de gravação ?   602-0	-
602-1 - Problema com reprodução de gravação pelo micro ?   602-1	-
602-2 - Existe o link /home/httpd/html/gravações ?   602-2	-
602-3 - "/tmp" ou "/" está 100% ocupado ?   602-3	-
602-4 - Problema com a applet JAVA na máquina Desktop do cliente ?	-

602-4	
602-5 - Comunicação entre o processo GerGravCC e UCG está normal ?   602-5	-
602-6 - IP do gravador configurado corretamente na interface da aplicação ?   602-6	-
602-7 - A gravação existe no sistema ?   602-7	-
603-0 - Problema com reprodução de gravação num ramal específico ?   603-0	-
603-1 - Alguma porta de reprodução de gravação presa no UCG ?   603-1	-
604-0 - Problema de gravação num ramal específico ?   604-0	-
604-1 - Existe programação de gravação para o ramal específico ?   604-1	-
604-2 - Existe alarme sem licença para gravação na interface da aplicação ?   604-2	-
604-3 - Ramal/Recurso configurado corretamente ?   604-3	-
604-4 - Existe algum erro na programação de gravação ?   604-4	-
605-0 - Problema de gravação em todos os ramais ?   605-0	-
605-1 - HD funcionando corretamente no sistema ?   605-1	-
605-2 - Já foi efetuado reset no sistema ?   605-2	-
605-3 - Processo GerGravCC está rodando ?   605-3	-
605-4 - Ocorreu algum reboot recente no sistema ?   605-4	-
606-0 - Problema com exclusão de ramal ?   606-0	-
606-1 - Já existe gravação do ramal ?   606-1	-
607-0 - Problema com exclusão de programação ?   607-0	-
607-1 - Existem gravações feitas pela programação ?   607-1	-
701-0 - Problema na execução do backup automático ?   701-0	-
701-1 - Criou a linha de backup na programação de backup específica ?   701-1	-
701-2 - Problema na comunicação do GerBack com o BD ?   701-2	-
701-3 - Problema com a mídia ?   701-3	-
701-4 - Existia mídia no Drive na hora do Backup ?   701-4	-
701-5 - Problema com drive DAT, DVD ou LTO ?   701-5	-
701-6 - Problema na comunicação do GerBack com TCF ?   701-6	-
701-7 - O dia a ser feito o backup existe no sistema ?   701-7	-

701-8 - Partição "/home2" 100% ocupada ?   701-8	-
701-9 - Gravação enchendo o HD ?   701-9	-
701-A - Traces enchendo o HD ?   701-A	-
701-B - Operação do expurgo do BD está normal ?   701-B	-
702-0 - Problema para refazer um backup ?   702-0	-
702-1 - Backup setado como concluído com sucesso pelo sistema ?   702-1	-
703-0 - Problema na restauração das mídias ?   703-0	-
703-1 - Tem espaço suficiente para restauração da mídia ?   703-1	-
704-0 - Problema para gerar a linha de backup de complemento ?   704-0	-
704-1 - Problema no complemento causado pelo processo GerBack ?   704-1	-
705-0 - Problema para ejetar o DVD pela interface da Aplicação ?   705-0	-
705-1 - Problema para ejetar o DVD direto no Drive ?   705-1	-
705-2 - A máquina do Drive DVD já foi rebootada ?   705-2	-
706-0 - Mostrando com mídia inválida na restauração do Backup ?   706-0	-
706-1 - Erro na configuração do tipo de mídia no grupo de backup ?   706-1	-
707-0 - Aparece normalmente o dia de backup restaurado ?   707-0	-
707-1 - Erro na configuração do diretório para reprodução ?   707-1	-
99 - Possível Problema:	Aplicação não atualiza informação nenhuma.
Diagnóstico:	Aplicação A perdeu a conexão com o TEVT.
Solução:	Salvar os logs da aplicação em questão e Tomcat (caso esteja ativo) para análise posterior e reset o servidor WEB através do comentário no processo dentro do /etc/inittab. Caso os logs não estejam ativos. Providenciar a ativação para futura análise se o problema voltar a ocorrer.

#### 5.4.2 Aquisição dos Casos no Sistema

A aquisição dos casos (conhecimento) num sistema RBC pode ser feita de três formas: automática com supervisão, automática sem supervisão e manual.

Usamos a aquisição de casos manual, pois como já comentamos no item 5.3 Dificuldades encontradas, o sistema de informação usado pela empresa em questão não possibilita o uso da aquisição automática com ou sem supervisão, devido sua estrutura atual.

Para fazermos a aquisição de casos manual usamos o mapeamento feito no item anterior, pois a fase de mapeamento já separou várias situações em possíveis casos ou necessitando apenas de alguns ajustes para virarem um caso.

### 5.4.3 Recuperação de Casos no Sistema

A recuperação de casos no sistema é feita pela interface de consulta a BC disponibilizada pela Shell CBR-Works, mas como o mais importante numa recuperação de caso são a similaridade, suas métricas e a indexação usada, iremos expor de que forma tais características foram empregadas na BC em questão.

#### 5.4.3.1 Similaridade no Sistema

Na determinação da similaridade Global usamos os pesos conforme a tabela 05, que mostra a importância dada aos atributos que estão ligados a todas as aplicações e um nivelamento maior entre os pesos dos atributos específicos de cada aplicação.

Tabela 05 - Atributos e os pesos determinados.

<b>ATRIBUTO</b>	<b>PESOS</b>
0000 - Informe a aplicação:	100
001-0 - Problema para abrir a aplicação ?   001-0	10
001-1 - Porta 8080 do Tomcat está operando corretamente ?   001-1	10
001-2 - Máquina do servidor Web pinga ?   001-2	10
001-3 - Partição /home2 100% ocupada ?   001-3	10
001-4 - Link para acesso a aplicação está correto ?   001-4	10
002-0 - Problema para efetuar o login na aplicação ?   002-0	10
002-1 - Porta 8101 do jDDBC está operando corretamente ?   002-1	10
002-2 - BD está operacional ?   002-2	10
002-3 - Partição /home2 100% ocupada ?   002-3	10
002-4 - Pacote da aplicação compatível com a release ?   002-4	10



002-5 - Login no BD via ah-hoc está funcionando ?   002-5	10
002-6 - Alguma mensagem de senha incorreta ?   002-6	10
003-0 - Problema com Licença ?   003-0	10
003-1 - Fecharam o browser no X da janela ?   003-1	10
003-2 - Máquina do servidor Web é dual processada ?   003-2	10
004-0 - Funcionamento aleatório da aplicação ?   004-0	10
004-1 - Servidor Web (Tomcat) está morrendo aleatoriamente ?   004-1	10
004-2 - Quantidade de memória no JAVA está de acordo com o sistema ?   004-2	10
501-0 - Problema com atualização de informações ?   501-0	20
501-1 - Led de conexão na aplicação está em vermelho ?   501-1	20
501-2 - Existe algum caracter inválido no nome do grupo pelo IGC ?   501-2	20
502-0 - Problema com Transbordo de chamadas ?   502-0	20
502-1 - Está setada a configuração de fora de horário no grupo pelo IGC ?   502-1	20
503-0 - Problema com Times ?   503-0	20
503-1 - Algum supervisor foi alterado para agente na configuração ?   503-1	20
504-0 - ReportWeb já foi instalado ?   504-0	20
504-1 - Todos os pacotes necessários para operação do ReportWeb foram instalados ?   504-1	20
504-2 - Problema para emitir Relatórios ?   504-2	20
504-3 - Biblioteca Xlib do Java foi instalada ?   504-3	20
601-0 - Conseguir salvar o arquivo listas.txt ?   601-0	30
601-1 - "/home2" 100% ocupado ?   601-1	30
602-0 - Problema com reprodução de gravação ?   602-0	30
602-1 - Problema com reprodução de gravação pelo micro ?   602-1	30
602-2 - Existe o link /home/httpd/html/gravações ?   602-2	30
602-3 - "/tmp" ou "/" está 100% ocupado ?   602-3	30
602-4 - Problema com a applet JAVA na máquina Desktop do cliente ?   602-4	30
602-5 - Comunicação entre o processo GerGravCC e UCG está normal ?   602-5	30
602-6 - IP do gravador configurado corretamente na interface da aplicação ?   602-6	30
602-7 - A gravação existe no sistema ?   602-7	30

603-0 - Problema com reprodução de gravação num ramal específico ?   603-0	30
603-1 - Alguma porta de reprodução de gravação presa no UCG ?   603-1	30
604-0 - Problema de gravação num ramal específico ?   604-0	30
604-1 - Existe programação de gravação para o ramal específico ?   604-1	30
604-2 - Existe alarme sem licença para gravação na interface da aplicação ?   604-2	30
604-3 - Ramal/Recurso configurado corretamente ?   604-3	30
604-4 - Existe algum erro na programação de gravação ?   604-4	30
605-0 - Problema de gravação em todos os ramais ?   605-0	30
605-1 - HD funcionando corretamente no sistema ?   605-1	30
605-2 - Já foi efetuado reset no sistema ?   605-2	30
605-3 - Processo GerGravCC está rodando ?   605-3	30
605-4 - Ocorreu algum reboot recente no sistema ?   605-4	30
606-0 - Problema com exclusão de ramal ?   606-0	30
606-1 - Já existe gravação do ramal ?   606-1	30
607-0 - Problema com exclusão de programação ?   607-0	30
607-1 - Existem gravações feitas pela programação ?   607-1	30
701-0 - Problema na execução do backup automático ?   701-0	40
701-1 - Criou a linha de backup na programação de backup específica ?   701-1	40
701-2 - Problema na comunicação do GerBack com o BD ?   701-2	40
701-3 - Problema com a mídia ?   701-3	40
701-4 - Existia mídia no Drive na hora do Backup ?   701-4	40
701-5 - Problema com drive DAT, DVD ou LTO ?   701-5	40
701-6 - Problema na comunicação do GerBack com TCF ?   701-6	40
701-7 - O dia a ser feito o backup existe no sistema ?   701-7	40
701-8 - Partição "/home2" 100% ocupada ?   701-8	40
701-9 - Gravação enchendo o HD ?   701-9	40
701-A - Traces enchendo o HD ?   701-A	40
701-B - Operação do expurgo do BD está normal ?   701-B	40
702-0 - Problema para refazer um backup ?   702-0	40
702-1 - Backup setado como concluído com sucesso pelo sistema ?   702-1	40
703-0 - Problema na restauração das mídias ?   703-0	40
703-1 - Tem espaço suficiente para restauração da mídia ?   703-1	40

704-0 - Problema para gerar a linha de backup de complemento ?   704-0	40
704-1 - Problema no complemento causado pelo processo GerBack ?   704-1	40
705-0 - Problema para ejetar o DVD pela interface da Aplicação ?   705-0	40
705-1 - Problema para ejetar o DVD direto no Drive ?   705-1	40
705-2 - A máquina do Drive DVD já foi rebootada ?   705-2	40
706-0 - Mostrando com mídia inválida na restauração do Backup ?   706-0	40
706-1 - Erro na configuração do tipo de mídia no grupo de backup ?   706-1	40
707-0 - Aparece normalmente o dia de backup restaurado ?   707-0	40
707-1 - Erro na configuração do diretório para reprodução ?   707-1	40
99 - Possível Problema:	0
Diagnóstico:	0
Solução:	0

Já a similaridade local não teve como ser muito explorada devido o modelo de atributos adotado, ou seja, em sua maioria são atributos com valores SIM, NÃO ou Indefinido, sendo a similaridade adotada exposta na tabela 06.

Tabela 06 - Similaridade usada nos valores do símbolo SimbSimNao.

	SIM	NÃO	Indefinido
SIM	1.0	0.0	0.9
NÃO	0.0	1.0	0.9
Indefinido	0.9	0.9	1.0

#### 5.4.3.2 Indexação

Devido às limitações da Shell para o domínio em questão e considerando o modelo de atributos adotado a indexação se dividiu apenas em atributos não indexados, que são “99 - Possível Problema:”, “Diagnóstico:” e “Solução:”, e atributos indexados que são todos os outros presentes na BC.

Diante disso, quando estamos buscando um caso sobre uma aplicação específica ou atributos de outra aplicação também fazem parte do índice.

Como já exposto anteriormente, foram criadas regras no ambiente da Shell para evitar que tais atributos, que não fazem parte da busca em questão não fossem considerados para fins de índice e de preenchimento dos atributos na interface, mas por motivos desconhecidos essa facilidade só está disponível no ambiente de testes da Shell, ou seja, na interface de consulta os atributos ficam todos disponíveis, sendo só validadas as regras após a busca.

A figura 5.1 mostra uma parte das regras existentes na BC, e a figura 5.2 mostra no ambiente de testes quando o atributo “0000 - Informe a aplicação:” é setado com o valor “Todas” e os atributos que não fazem parte de um caso dessa categoria sendo setados automaticamente para “<Not Applicable>”, conforme definido na Regra01-Todas.

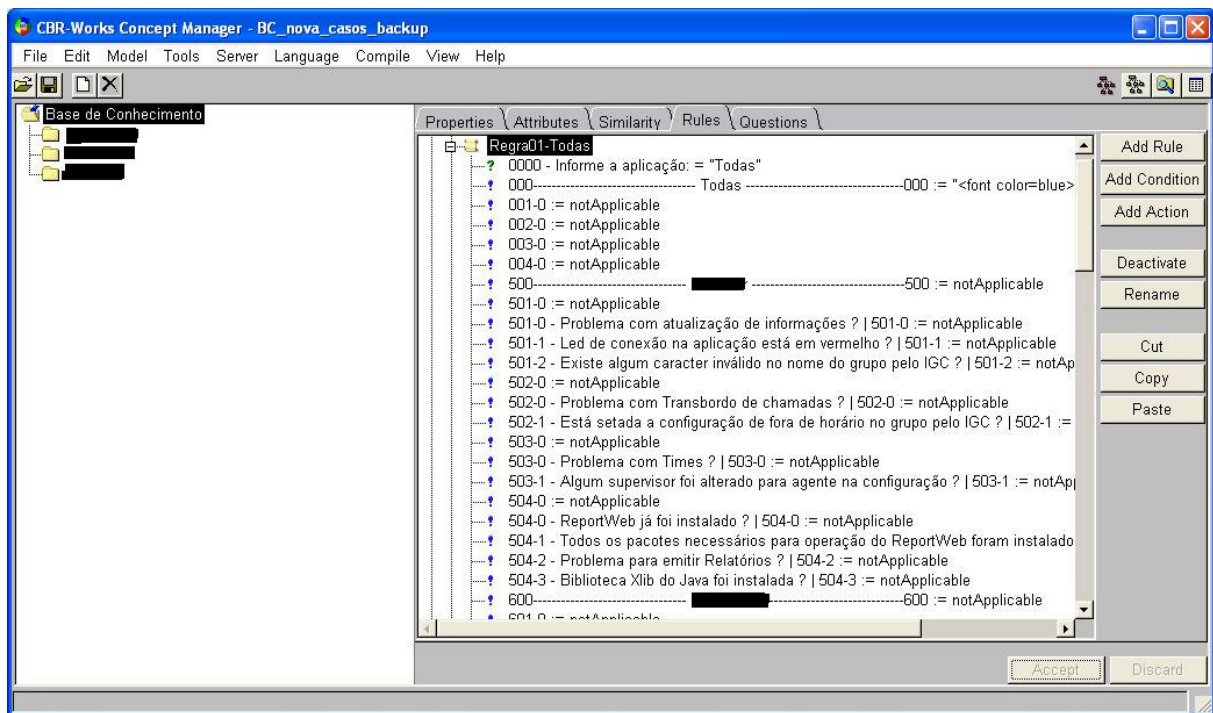


Figura 5.1 - Regras da BC.

Atributos	Todas01	CaseY
0000 - Informe a aplicação:	Todas	
000-----	Todas	
001-0	<Not Applicable>	
001.0 - Problema para abrir a aplicação	SIM	
001.1 - Porta 8080 do Tomcat está op	NAO	
001.2 - Máquina do servidor Web pin	Indefinido	
001.3 - Partição /home2 100% ocupad	Indefinido	
001.4 - Link para acesso a aplicação	Indefinido	
002-0	<Not Applicable>	
002.0 - Problema para efetuar o login	Indefinido	
002.1 - Porta 8101 do jDDBC está ope	Indefinido	
002.2 - BD está operacional ?   002.2	Indefinido	
002.3 - Partição /home2 100% ocupad	Indefinido	
002.4 - Pacote da aplicação compatí	Indefinido	
002.5 - Login no BD via ah-hoc está f	Indefinido	
002.6 - Alguma mensagem de senha	Indefinido	
003-0	<Not Applicable>	
003.0 - Problema com Licença ?   003	Indefinido	
003.1 - Fecharam o browser no X da	Indefinido	
003.2 - Máquina do servidor Web é d	Indefinido	
004-0	<Not Applicable>	
004.0 - Funcionamento aleatório da e	Indefinido	
004.1 - Servidor Web (Tomcat) está n	Indefinido	
004.2 - Quantidade de memória no J	Indefinido	
500-----	<Not Applicable>	
501-0	<Not Applicable>	
501.0 - Problema com atualização de	<Not Applicable>	

Figura 5.2 - Ambiente de testes da BC.

#### 5.4.4 Reutilização de Casos no Sistema

A reutilização de casos propriamente dita está intrínseca ao uso da BC.

O que chama mais a atenção neste passo da técnica RBC é a possibilidade de procedermos com a adaptação de casos, mas além de não ser considerada essencial ainda é uma tarefa complexa e dependendo do domínio nem pode ser empregada.

A Shell CBR-Works disponibilizada a adaptação através de Regras, onde podemos criar regras que façam essa adaptação automática, mas em nosso domínio não visualizamos nenhuma situação que viabilizasse a adaptação.

Sendo assim, nossa BC não implementa a adaptação de casos.

#### 5.4.5 Revisão de Casos no Sistema

A revisão de casos é uma etapa não obrigatória na técnica RBC e também não é implementada por muitos dos sistemas existentes.

Como não haverá a possibilidade do sistema avaliar se o caso sugerido na fase de reutilização resolveu o problema ou não, a implementação da revisão de casos fica inviável,

pois está focada no aprendizado com base em situações de falha, onde o sistema teoricamente ira aprender com essa falha.

#### **5.4.6 Retenção de Casos no Sistema (Aprendizagem)**

A retenção de casos pode variar entre “*Sem retenção de casos*”, “*Retenção de soluções de problemas*” e “*Retenção de documentos*”.

Sem dúvida a retenção de casos é uma etapa importante num sistema RBC, e faz da BC um sistema muito poderoso, pois está sempre aprendendo e agregando novos conhecimentos com as situações passadas.

Diante das dificuldades de se implementar a retenção de casos de forma automatizada, optamos em fazer a retenção de casos usando a variação “Retenção de documentos”, ou seja, como o sistema de informação da empresa em questão não disponibiliza os dados de forma ideal para retenção na BC, um processo de análise nos RACs e extração de possíveis casos será necessário para garantir a evolução e viabilidade da BC. Tendo em vista o dinamismo de muitos sistemas, uma BC que não sofra atualizações constantes tende a ficar obsoleta com o passar do tempo.

### **5.5 A interface para acesso a Base de Conhecimento**

Na figura 5.3 mostramos a interface de consulta a BC disponibilizada pela Shell CBR-Works.

Já na figura 5.4 mostramos o resultando de uma busca na BC.

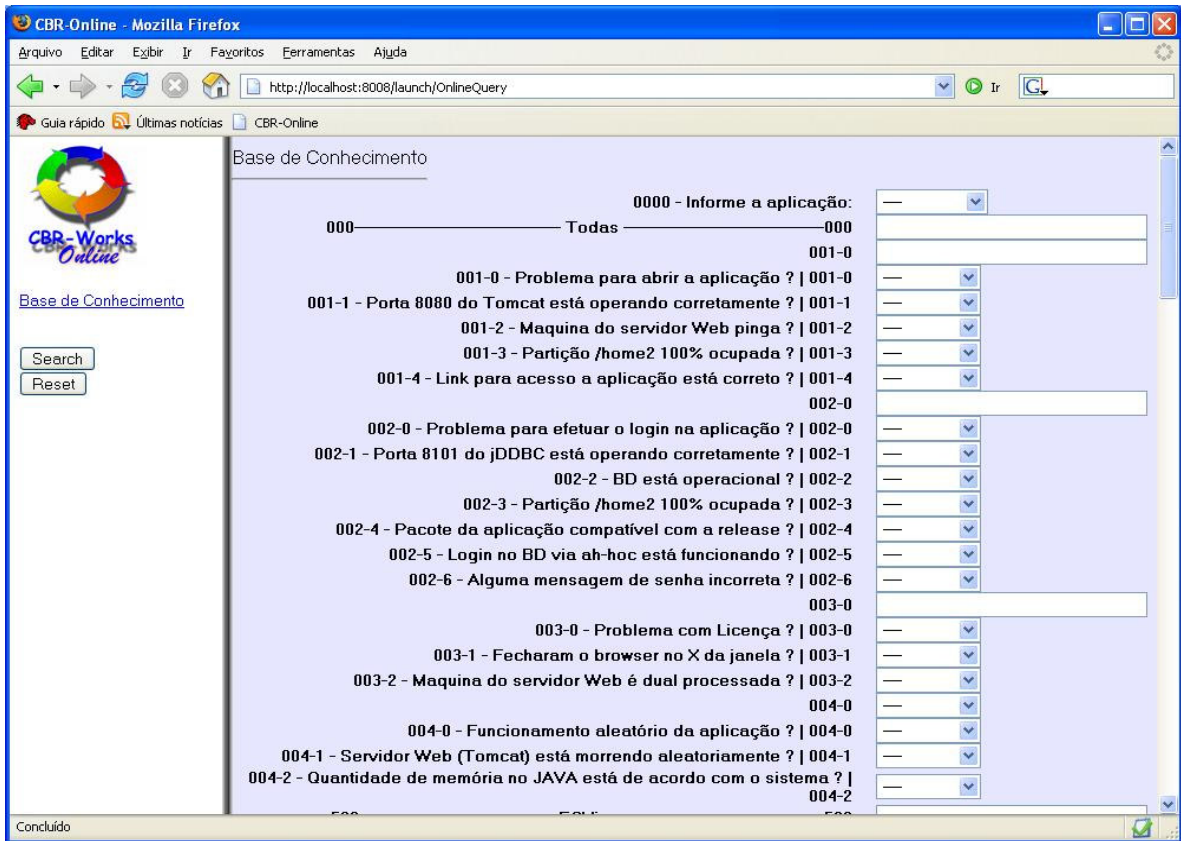


Figura 5.3 - Tela de consulta da BC via Web.

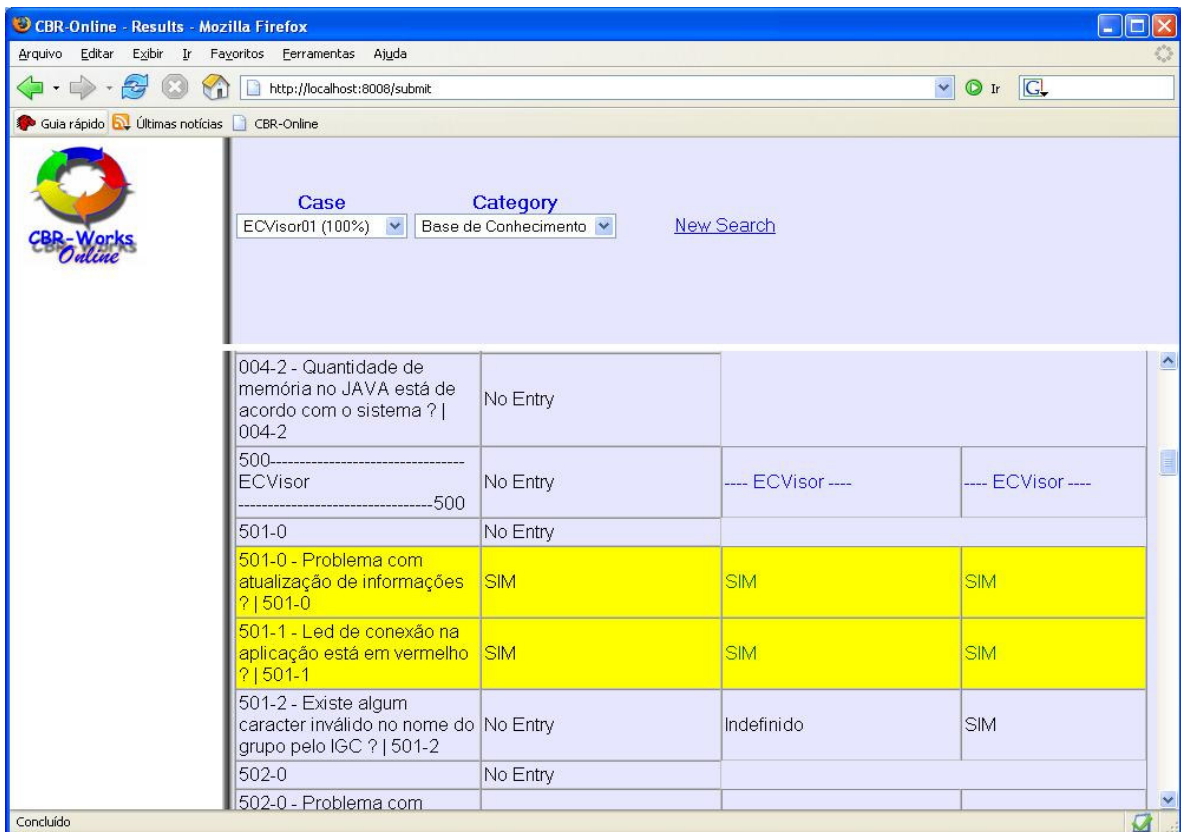


Figura 5.4 - Tela com o resultado de uma consulta a BC via Web.

## 6 VALIDAÇÃO E TESTES

Com o objetivo principal devidamente alcançado devemos avaliar agora a BC fruto deste projeto, e efetuar os testes necessários para verificar se ela realmente pode auxiliar no diagnóstico de falhas. A forma mais conhecida para se avaliar um SE é comparar suas respostas com as respostas dadas por um especialista no assunto. Com base nisso iremos validar e testar a BC.

Como já exposto no capítulo anterior, a BC foi inicialmente formada por mais 130 RACs das 3 aplicações analisadas, sendo que desse montante só foram consideradas as RACs de problemas, desconsiderando assim as RACs de consulta.

A validação e testes deverão ser direcionados, ou seja, considerando os 52 casos que iniciaram a BC, pois se pegarmos alguma situação não contemplada pelos 52 casos o resultado será negativo.

Para a validação e testes propriamente ditos, contamos com apoio de três colaboradores que entraram recentemente na empresa, um programador e dois estagiários de nível superior, e o acadêmico como especialista no assunto, considerando que este já trabalha nove anos na empresa e serve de apoio técnico a estes novos colaboradores. Como trata-se de uma validação direcionada, o especialista ficou responsável em repassar aos três colaboradores RACs que estejam contemplados na BC e acompanhar a solução desses problemas.

Ao expormos a interface e consulta aos colaboradores a usabilidade da mesma foi contestada. Sendo repassado a eles que a usabilidade da interface deveria ser desconsiderada, pois o objetivo principal desse projeto é a modelagem do problema e a implementação de um protótipo da BC. Modelagem essa que servirá de start-up para uma futura BC que será desenvolvida pela empresa em questão.

Vale relembrar que a shell CBR-Works, usada para implementação da BC, não se encaixa com o domínio em questão, pois trata-se de um domínio complexo e que necessitaria de uma interface de consulta que separasse a consulta por níveis, ou seja, com base em certas respostas tivéssemos uma nova tela de consulta com outras perguntas. Essa limitação fez com que todos os atributos ficassem dispostos numa mesma tela e deixou a usabilidade da BC totalmente prejudicada.



Com base nas reclamações e nas limitações expostas tivemos que mostrar para cada um dos três colaboradores como estava separada a tela de consulta e como deveriam proceder para efetuar as consultas, já que sem nenhuma instrução ficaria muito difícil o uso da BC.

Desconsiderando então a usabilidade da tela de consulta, vamos aos testes.

**Primeira situação:** Foi repassado a um dos colaboradores disponíveis para os testes o RAC com o problema reclamado abaixo, e conforme o texto extraído do RAC podemos comprovar o uso da BC e a solução dada pela mesma.

<b>Problema reclamado:</b>	- Informa que não estão conseguindo acessar a aplicação B. obs: Solicita que vá algum técnico no local hoje, ou mais tardar amanhã.
<b>Problema constatado:</b>	- Em contato com o cliente foi verificado que ele não estava conseguindo abrir nenhuma aplicação. Dá erro ao abrir a página.
<b>Solução:</b>	<p>- Foi consultada a Base de Conhecimento disponibilizada em caráter de teste e respondidas as questões conforme abaixo:</p> <p><b>001-0 - Problema para abrir a aplicação ?   001-0..... SIM</b>  <b>001-1 - Porta 8080 do Tomcat está operando corretamente ?   001-1..... NÃO</b>  <b>001-2 - Maquina do servidor Web pinga ?   001-2..... SIM</b>  <b>001-3 - Partição /home2 100% ocupada ?   001-3..... NÃO</b>  <b>001-4 - Link para acesso a aplicação está correto ?   001-4..... SIM</b></p> <p>Como resultado da consulta feita na Base de Conhecimento tivemos o que segue:  <b>99 - Possível Problema: Não abre aplicação.</b>  <b>Diagnóstico: Servidor Web (Tomcat) não está operando corretamente.</b>  <b>Solução: Resetar o servidor WEB (Tomcat) através do comentário do processo dentro do /etc/inittab. Caso os logs não estejam ativos. Providenciar a ativação para futura análise se o problema voltar a ocorrer.</b></p> <p>Diante do exposto pela Base de Conhecimento resetamos o Servidor Web e resolvemos o problema.  O cliente autorizou o encerramento do chamado.</p>

**Segunda situação:** Foi repassado o RAC com o problema reclamado abaixo, e conforme o texto extraído do RAC podemos comprovar o uso da BC e a solução dada pela mesma.

<b>Problema reclamado:</b>	Aplicação A está travada desde ontem. Não atualiza informação nenhuma.
<b>Problema constatado:</b>	A aplicação A não está atualizando as informações nem dos agentes nem dos dispositivos DAC.
<b>Solução:</b>	<p>Por solicitação do Valdinei usamos a Base de Conhecimento disponibilizada e conseguimos resolver o problema limpando o caracter inválido no nome do grupo.</p> <p>Foi aberto outro chamado para a equipe PBX atualizar o IGC do cliente para que esse problema não ocorra mais.</p> <p>Com permissão do cliente a RAC foi encerrada..</p>

**Terceira situação:** Foi repassado o RAC com o problema reclamado abaixo, e conforme o texto extraído do RAC podemos comprovar o uso da BC e a solução dada pela mesma.

<b>Problema reclamado:</b>	Aplicação A não está funcionando.
<b>Problema constatado:</b>	Constatamos que tanto a aplicação A e a B estão disponíveis para o funcionamento, mas na hora do login dá um erro e o processo Tomcat morre.
<b>Solução:</b>	<p>Fizemos uma consulta na Base de conhecimento disponibilizada para a equipe e achamos a solução para o problema conforme abaixo:</p> <p>Aumentar a quantidade de memória para o JAVA conforme configuração disponível na página oficial das aplicações JAVA, e o sistema em questão.</p> <p>Após esclarecimentos foi percebido que o sistema em questão significa a máquina onde está rodando o Java, pois se for uma dedicada podemos botar bastante memória, senão teremos que botar aproximadamente 128MB, e o que instala é sempre 32MB.</p> <p>Após mudar a memória para 128MB e resetar o Tomcat o sistema ficou funcionando ok.</p> <p>O senhor xxxxxxxx liberou o encerramento do chamado.</p>

Com base nas três situações analisadas e considerando que a BC deveria propor uma solução idêntica ou a mais parecida possível com a solução dada por um especialista, podemos perceber que os testes comprovaram a viabilidade da BC de conhecimento considerando o pequeno universo que ela contempla.

## 7 CONCLUSÃO

Este Trabalho de Conclusão de Curso foi proposto inicialmente com a intenção de criarmos uma BC para o setor de suporte ao cliente (Help Desk) da empresa em questão. Posteriormente, em contato com alguns professores da universidade com o conhecimento mais aprofundado nessa área específica, ficamos sabendo da existência da técnica de Raciocínio Baseado em Casos (RBC), e chegamos a conclusão que tal técnica se encaixaria perfeitamente ao domínio em questão. Mas em alguns pontos chegamos a pensar que o domínio era muito complexo e não conseguiríamos criar a BC conforme proposto. Com o passar do tempo e com os devidos estudos sobre o assunto, conseguimos compreender que o domínio em questão não poderia ser simplesmente transposto do mundo real para o formal, mas sim transformado ou adequado para o formalista exigido pela técnica RBC.

Após tudo isso, traçamos alguns objetivos para o desenvolvimento deste trabalho e podemos dizer que o *Estudo do cenário a ser modelado* foi concluído com sucesso, a *modelagem do problema* também foi concluída com sucesso, o *estudo da arquitetura RBC* e, o *estudo da Shell CBR-Works* estiveram intrínsecos ao desenvolvimento deste trabalho e finalizando a *implementação de um protótipo de uma BC* também foi concluído com sucesso.

A usabilidade da aplicação disponibilizada para acesso a interface da BC pela Shell CBR-Works para o domínio em questão, que nos fez repensar um pouco sobre a escolha feita para o uso dessa Shell, mas como os objetivos desse trabalho não contemplavam a disponibilidade de uma interface para o uso, mais sim para a validação e testes da modelagem do problema, pois a empresa em questão estará futuramente providenciando o desenvolvimento de uma BC agregada ao sistema de informação já existente na empresa, concluímos que tal Shell facilitou bastante o trabalho que teríamos se fosse necessário desenvolver uma aplicação para esse fim, sendo que futuramente a empresa fará sua própria BC. Já a modelagem feita servirá com certeza de start-up para essa BC que a empresa desenvolverá.

### 7.1 Trabalhos Futuros

Para trabalhos futuros vislumbramos algumas mudanças no sistema para melhorar a BC e a interface de uso da mesma.

São elas:

- A migração da BC fruto desse trabalho para um sistema totalmente desenvolvido sobre as necessidades explícitas do domínio em questão.
- Viabilização de uma interface dinâmica que desabilitasse certos atributos com a seleção de uma aplicação específica, e fosse dividida em fases, ou seja, com a escolha de certos atributos com certos valores o usuário fosse levado para uma segunda página (etapa) onde teria os atributos e valores disponíveis daquele grupo em questão.

## 8 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AAMODT, A.; PLAZA, E. **Case-Based Reasoning: Foundational Issues, Methodological Variations, and System Approaches**. Artificial Intelligence Communications, Vol. 7, 1994.

Disponível em: <<http://www.iiia.csic.es/People/enric/AICom.html>>. Acessado em 30 abr. 2007.

BENFER, Robert A. et. al. **Experts Systems**. Califórnia, USA: SAGE Publications, Inc., 1991.

COSTA, Gabriel Rossato. **Aplicação do Raciocínio Baseado em Casos em um Sistema Especialista para Auxílio ao Ensino de Radiologia e Cirurgia Veterinária**. 2005. 75 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação) - Curso de Ciência da Computação, UFP, Pelotas, 2005.

GIARRATANO, Joseph; RILEY, Gary. **Expert Systems: Principles and Programming**, 2nd ed. Boston, USA: PWS Publishing Company, 1994. 644 p.

GENARO, Sergio. **Sistemas Especialistas: O Conhecimento Artificial**. Rio de Janeiro; São Paulo: LTC – Livros Técnicos e Científicos Editora S.A., 1986. 192 p.

LEMOS, David. **A Utilização de Sistemas Especialistas para o Diagnóstico do Uso do Solo e seus Limites de Ocupação**. 1996. 130 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Engenharia de Produção, UFSC, Florianópolis, 1996. Cap. 2.

MASTELA, Laura Silveira. **Técnicas de Aquisição de Conhecimento para Sistemas Baseados em Conhecimento**. 2004. 39 f. - Curso de Bacharelado em Ciências da Computação, Departamento de Ppgc, UFRGS, Porto Alegre, 2004. Disponível em: <<http://www.inf.ufrgs.br/gpesquisa/bdi/publicacoes/files/TI1LSM.pdf>>. Acesso em: 17 abr. 2007.

MATOS, Fabio de; FERNANDES, Anita Maria da Rocha; MOREIRA, Benjamim Grando. **Sistema de Help Desk Utilizando RBC – Um estudo de caso Sobre o Software Legal**. 8 f. Curso de Ciências da Computação , UNIVALI, Itajaí.

MENEZES, José Vanderlei de; FERNANDES, Anita Maria da Rocha; MIRANDA, Maschio de; MOREIRA, Benjamim Grando. **Sistema de Help Desk Utilizando Raciocínio Baseado em Casos**. 8 f. Curso de Ciências da Computação , UNIVALI, Itajaí.

RABUSKE, Renato Antonio. **Inteligência Artificial**. Florianópolis: Ed. da UFSC, 1995. 240 p.

RIBEIRO, Horácio da Cunha e Souza. **Introdução aos Sistemas Especialistas**. Rio de Janeiro: Livros Técnicos e Científicos Editora S.A., 1987. 142 p.

SÁ, Fábio Pessoa de; NAKAMITI, Gilberto Shigueo. **Case-Based Reasoning - Uma Visão Sobre o Raciocínio Baseado em Casos**. Network Technologies, Nova Odessa, v. 1, n. 1, p.11-23, 01 dez. 2003. Anual. Disponível em: <<http://201.28.104.78:8080/ojsbsi/index.php>>. Acesso em: 06 fev. 2007.

SAVARIS, Silvana Valdemara Aparecida Michelotto. **Sistema Especialista para Primeiros Socorros para cães**. 2002. 142 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Ciência da Computação, Departamento de Pgcc, Ufsc, Florianópolis, 2002. Cap. 2.

SILVA, Jaine José da. **Help Desk com Sistema RBC para Gerência de Aplicativos do Banco do Brasil**. 2004. 45 f. Trabalho de Conclusão (especialização) – Curso de Especialização em Desenvolvimento, Segurança e Qualidade na Internet, UFRGS, Porto Alegre, 2004.

WANGENHEIM, Christiane Gresse Von; WANGENHEIM, Aldo Von. **Raciocínio Baseado em Casos**. Barueri, Sp: Manole, 2003. 293 p.

WATERMAN, Donald A. **A Guide to Expert System**, Addison – Wesley Publishing Company, 1986. 419 p.

WATSON, I. **Applying case-based reasoning: techniques for enterprise system**. San Francisco: Morgan Kaufmann, 1997

## **ANEXO 1 - RAC**