

UNIVERSIDADE REGIONAL DE BLUMENAU
CENTRO DE CIÊNCIAS EXATAS E NATURAIS
CURSO DE CIÊNCIAS DA COMPUTAÇÃO

(Bacharelado)

**SISTEMA DE APOIO PARA O DIAGNÓSTICO DE DEFEITOS
EM EQUIPAMENTOS ELETRÔNICOS APLICADO A
OFICINAS ELETRÔNICAS UTILIZANDO RACIOCÍNIO
BASEADO EM CASOS**

TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO SUBMETIDO À UNIVERSIDADE
REGIONAL DE BLUMENAU PARA A OBTENÇÃO DOS CRÉDITOS NA
DISCIPLINA COM NOME EQUIVALENTE NO CURSO DE CIÊNCIAS DA
COMPUTAÇÃO - BACHARELADO

DANIEL JONAS HEINRICH

BLUMENAU, JUNHO/2001

2001/1-18

SISTEMA DE APOIO PARA O DIAGNÓSTICO DE DEFEITOS EM EQUIPAMENTOS ELETRÔNICOS APLICADO A OFICINAS ELETRÔNICAS UTILIZANDO RACIOCÍNIO BASEADO EM CASOS

DANIEL JONAS HEINRICH

ESTE TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO, FOI JULGADO ADEQUADO
PARA OBTENÇÃO DOS CRÉDITOS NA DISCIPLINA DE TRABALHO DE
CONCLUSÃO DE CURSO OBRIGATÓRIA PARA OBTENÇÃO DO TÍTULO DE:

BACHAREL EM CÊNCIAS DA COMPUTAÇÃO

Prof. Dr. Oscar Dalfovo - Orientador na FURB

Prof. José Roque Voltolini da Silva - Coordenador do TCC

BANCA EXAMINADORA

Prof. Dr. Oscar Dalfovo

Prof. Roberto Heinzle

Prof. Ricardo Alencar Azambuja

DEDICATÓRIA

Dedico este trabalho à todas as pessoas que direta ou indiretamente ajudaram para que fosse possível a realização de mais este sonho em minha vida.

AGRADECIMENTOS

Primeiramente, agradeço a Deus que me abençoou e iluminou meu caminho para que chegasse até aqui.

Agradeço em especial a minha esposa Luciane, que sempre esteve a meu lado nas dificuldades encontradas.

Agradeço aos meus pais e a meus irmãos, pela força e incentivo que deram durante toda esta caminhada.

Agradeço ao professor e amigo Oscar Dalfovo, pela dedicação, orientação e apoio durante a elaboração desse trabalho.

Agradeço aos amigos, pela força e por entenderem a minha ausência quando tive que me dedicar a este trabalho.

SUMÁRIO

LISTA DE FIGURAS	VII
LISTA DE TABELAS	VIII
RESUMO	IX
ABSTRACT	X
1 INTRODUÇÃO	1
1.1 OBJETIVOS	2
1.2 ORGANIZAÇÃO.....	3
2 INTELIGÊNCIA ARTIFICIAL	4
2.1 CONCEITO	4
2.2 PRINCIPAIS APLICAÇÕES.....	5
2.2.1 PROCESSAMENTO DE LINGUAGEM NATURAL.....	5
2.2.2 RECONHECIMENTO DE PADRÕES.....	6
2.2.3 ROBÓTICA.....	6
2.2.4 SISTEMAS ESPECIALISTAS.....	6
2.2.5 RACIOCÍNIO BASEADO EM CASOS.....	7
3 RACIOCÍNIO BASEADO EM CASOS.....	8
3.1 CASOS.....	8
3.2 ESTRUTURA DE UM SISTEMA RBC.....	9
3.3 MEMÓRIA DE CASOS.....	9
3.4 REPRESENTAÇÃO DOS CASOS	10
3.5 INDEXAÇÃO DOS CASOS.....	10
3.6 RECUPERAÇÃO DOS CASOS	11
3.7 SIMILARIDADE	12
3.8 TÉCNICA DE RECUPERAÇÃO DE VIZINHO MAIS PRÓXIMO	13
3.9 TRABALHOS CORRELATOS.....	14
4 OFICINAS ELETRÔNICAS	16
4.1 DEFINIÇÃO.....	16
4.2 HISTÓRICO	16
4.3 ATUAL SEM O COMPUTADOR	18
4.4 ATUAL COM COMPUTADOR SEM RBC	18
4.5 ATUAL COM RBC E SUA APLICAÇÃO.....	19

5 TECNOLOGIAS E FERRAMENTAS UTILIZADAS	21
5.1 ANÁLISE ESSENCIAL	21
5.2 FERRAMENTA CASE	23
5.3 BANCO DE DADOS	25
5.4 AMBIENTE DE PROGRAMAÇÃO DELPHI.....	25
6 DESENVOLVIMENTO DO SISTEMA.....	28
6.1 ANÁLISE ESSENCIAL	28
6.1.1 DIAGRAMA DE CONTEXTO DO SISTEMA.....	28
6.1.2 LISTA DE EVENTOS DO SISTEMA	29
6.1.3 DIAGRAMA DE FLUXO DE DADOS DO SISTEMA	29
6.1.4 MODELO ENTIDADE-RELACIONAMENTO DO SISTEMA	31
6.1.5 DICIONÁRIO DE DADOS DO SISTEMA	32
6.2 APRESENTAÇÃO DAS TELAS.....	34
7 CONCLUSÃO	43
7.1 DIFICULDADES	43
7.2 SUGESTÕES PARA TRABALHOS FUTUROS.....	44
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	45

LISTA DE FIGURAS

1	EXEMPLO DE DIAGRAMA DE CONTEXTO	22
2	EXEMPLO DE DFD.....	23
3	EXEMPLO DE MER	23
4	DELPHI EXECUTADO SOBRE WINDOWS 95	27
5	DIAGRAMA DE CONTEXTO.....	28
6	DFD PARTE 1	30
7	DFD PARTE 2	31
8	MER LÓGICO	32
9	TELA DE APRESENTAÇÃO	34
10	TELA PRICIPAL DO SISTEMA	35
11	TELA DE CADASTRO DE MARCAS	35
12	TELA DE CADASTRO DE MODELOS	36
13	TELA DE CADASTRO DE CARACTERÍSTICAS.....	36
14	TELA DE CADASTRO DE NOVOS CASOS	37
15	TELA DE CONFIRMAÇÃO DE EXPORTAÇÃO DE CAOS.....	37
16	TELA DE IMPORTAÇÃO	39
17	CONFIRMA IMPORTAÇÃO	39
18	CONSULTA DE CASOS	40
19	GRÁFICO COMPARATIVO	41
20	LINHAS DE CÓDIGO REFERENTES À FÓRMULA DA SIMILARIDADE	42

LISTA DE TABELAS

1	BASE DE DADOS	20
2	MARCAS.....	32
3	MODELOS	32
4	CASOS	33
5	CARACTERÍSTICAS.....	33
6	TEMPO.....	33
7	CASOS.TXT	38

RESUMO

Este trabalho de conclusão de curso desenvolveu um sistema de apoio ao técnico de eletrônica com o intuito de facilitar e agilizar o serviço prestado pelo mesmo, oferecendo serviços com qualidades apreciadas pelo cliente. Este sistema permite que o técnico consiga solucionar os problemas dos aparelhos eletrônicos tomando como base as soluções fornecidas através do uso do Raciocínio Baseado em Casos, mais especificamente utilizando a técnica da similaridade.

ABSTRACT

This conclusive work developed a technical support system with the purpose to make the technical service easy and assuring the clients a good service appreciated by themselves. Through this system, the technician will solve the problems appeared in electronic equipments using the solutions offered by the Reasoning Based in Cases, to be more specific using the similarity technic.

1 INTRODUÇÃO

De acordo com Fayyad (1996), antigamente as empresas eram um tanto quanto desorganizadas, permitindo que informações valiosas fossem esquecidas sem se preocupar em armazená-las para o uso futuro. Mais recentemente surgiu a preocupação das empresas em armazenar as informações de alguma forma. Porém, essas informações eram armazenadas de forma manual, sem um critério de organização. Isto não resolvia completamente o problema, porquê a recuperação destas informações era demorada e difícil. De acordo com Dalfovo (2000), o uso eficaz da informação nas organizações passa a ser um patrimônio, que é considerado um fator chave para o sucesso das organizações. Entende-se por organizações instituições privadas, públicas, indústrias, universidades, lojas, oficinas eletrônicas e outros.

Conforme Ferreira (1989), oficina é um estabelecimento onde se consertam veículos automóveis, aparelhos ou objetos sem especificação. Pode-se concluir a partir desta definição que oficina eletrônica é um estabelecimento onde se consertam equipamentos eletrônicos, portanto é uma organização que necessita de informação. Todo este contexto também se aplica as oficinas eletrônicas que atualmente, em sua maioria, não possuem nenhum sistema informatizado para guardar informações relevantes para o bom funcionamento deste tipo de organização. As oficinas eletrônicas que possuem algum tipo de informatização, restringe-se apenas ao controle de entrada e saída de aparelhos, cadastro de clientes e fluxo de caixa, sendo que não possuem nenhum tipo de sistema informatizado para apoio ao diagnóstico de defeito nos aparelhos eletrônicos.

De acordo com Furlan (1994), a informatização nas organizações é o desenvolvimento de vários sistemas para atender às necessidades básicas do negócio da empresa. Considerando-se que o objetivo de uma oficina eletrônica é a prestação de serviços com rapidez e qualidade, é de valiosa importância um sistema de apoio para o técnico especializado afim de aumentar a sua produtividade, rapidez do conserto e conseqüentemente a qualidade do serviço prestado.

Observando-se que a informatização é baixa nas oficinas eletrônicas, sistemas de apoio ao técnico especializado são encontrados apenas em laboratórios de empresas de grande porte. Estes sistemas representariam um diferencial tanto para o técnico que teria uma ferramenta

para auxiliá-lo, podendo inclusive armazenar o conhecimento adquirido com a solução de novos problemas, como para a oficina eletrônica que aumentaria a rapidez e a qualidade de seus serviços.

Para auxiliar na resolução destes problemas propõe-se o desenvolvimento de um sistema de apoio ao diagnóstico de defeitos nos aparelhos eletrônicos, aplicado as oficinas eletrônicas. Para o desenvolvimento deste sistema se fará uso de uma das técnicas da Inteligência Artificial, a técnica de Raciocínio Baseado em Casos (RBC), mais especificamente a técnica de recuperação de vizinho mais próximo. Conforme Abel (1996), nesta técnica de recuperação utiliza-se uma soma ponderada das características entre um novo caso e um armazenado no banco de dados. O sistema será especificado utilizando-se a metodologia de desenvolvimento de sistemas Análise Essencial de Sistemas.

Conforme Varela (1998), RBC é uma técnica da Inteligência Artificial, cujo princípio básico é auxiliar na busca de uma solução para uma situação atual através da recuperação da solução de uma experiência passada semelhante. O RBC consiste em identificar a situação atual, buscar a experiência passada mais semelhante e aplicar o conhecimento desta experiência na situação atual.

Segundo Shiller (1992), a Análise Essencial de Sistemas relaciona-se com eventos que interagem diretamente com o sistema. O sistema, por sua vez, possui um conjunto de reações que responderão aos eventos. Conforme Pompilho (1994), o modelo essencial é composto por Diagrama de Contexto, Lista de Eventos, Diagrama de Fluxo de Dados (DFD), Modelo Entidade-Relacionamento (MER) e Dicionário de Dados.

1.1 OBJETIVOS

Desenvolver um sistema de apoio ao técnico de eletrônica visando facilitar e aumentar a rapidez do serviço prestado pelo mesmo, oferecendo com isso serviços com qualidades apreciadas pelo cliente.

O trabalho tem como objetivos específicos:

- a) facilitar os serviços do técnico de eletrônica;

- b) aumentar a rapidez no conserto de equipamentos eletrônicos;
- c) armazenar o conhecimento adquirido pelo técnico de eletrônica;
- d) utilizar o sistema para o treinamento de novos técnicos.

1.2 ORGANIZAÇÃO

A seguir é apresentada uma síntese dos capítulos constantes desse trabalho.

O capítulo de introdução apresenta uma visão geral do presente trabalho, o contexto em que está inserido, sua importância e objetivo.

O segundo capítulo apresenta uma fundamentação ao tema Inteligência Artificial demonstrando alguns conceitos básicos.

O terceiro capítulo apresenta uma fundamentação ao tema Raciocínio Baseado em Casos.

O quarto capítulo apresenta uma visão geral das oficinas eletrônicas, que é a área na qual será aplicado este trabalho.

O quinto capítulo apresenta as tecnologias e ferramentas utilizadas para o desenvolvimento do software deste trabalho.

O sexto capítulo apresenta o software desenvolvido para esse trabalho. Descreve o software, suas características, sua especificação, principais telas e relatórios.

O sétimo capítulo apresenta as conclusões desse trabalho e as sugestões para que o mesmo possa ter continuidade e seja melhorado.

2 INTELIGÊNCIA ARTIFICIAL

Conforme Rabuske (1995), Inteligência Artificial (IA) é um tema muito polêmico, portanto sua abordagem requer certos cuidados para não dar margem as distorções da ficção científica e gerar falsas expectativas em torno do assunto. A inteligência deve ser tratada como uma abstração feita com base em certos comportamentos. A partir do comportamento podemos deduzir inteligência. E é este aspecto que, particularmente importa para a computação, onde se observa o comportamento do sistema que resolve problemas e faz inferências. Este capítulo procura trazer uma visão do que é a IA, mostrar de onde ela surgiu e quais são sua principais áreas de aplicação.

2.1 CONCEITO

Primeiro é necessário definir o que é inteligência, para isso recorreremos ao dicionário da língua portuguesa, de acordo com Ferreira (1989), inteligência é a faculdade ou capacidade de aprender, apreender, compreender ou adaptar-se facilmente; intelecto, intelectualidade. Destreza mental; agudeza, perspicácia. Já para Arnold e Bowie *apud* Rabuske (1995), “Inteligência não é algo que pode ser perfeitamente capturado em uma frase cuidadosamente arrumada. Não é algo que pode ser dissecado em suas partes constituintes, mesmo que desmontemos o cérebro, neurônio por neurônio, e examinemos todas as conexões sinápticas...”.

Mesmo sendo difícil a definição de inteligência, por vezes, fora do alcance, é preciso defini-la. De acordo com Rabuske (1995), inteligência é o processo contínuo de aquisição, de triagem, de ordenação e de interpretação da informação. Com o avanço das pesquisas sobre inteligência, começam a surgir respostas satisfatórias a perguntas que ficaram obscurecidas por muito tempo.

Conforme Arnold e Bowie *apud* Rabuske (1995), inteligência é a capacidade de adquirir e aplicar conhecimentos, ou seja é a tarefa de acumular informação. Pode-se considerar como artificial aquilo que é feito pelo homem ao invés de acontecer na natureza. Associando esses dois conceitos chega-se à seguinte definição de IA: “Capacidade de adquirir

e aplicar conhecimentos implementada pelo humano”. Conforme Charniak e McDermott *apud* Bittencourt (1998), a IA pode ser definida de outro modo, “Inteligência artificial é o estudo das faculdades mentais através do uso de modelos computacionais”.

De acordo com Rabuske (1995), IA é o resultado da aplicação de técnicas e recursos, especialmente de natureza não numérica, viabilizando a solução de problemas que exigiriam do humano certo grau de raciocínio e de perícia. Por isso é que a IA caracteriza uma nova era da computação, a era do processamento não numérico.

2.2 PRINCIPAIS APLICAÇÕES

As aplicações da IA são as mais diversas, podendo ser encontradas da ciência ao lazer. Todas têm sua importância para a computação, sendo que algumas se destacam pelo esforço empregado no seu desenvolvimento. Dentre elas destacam-se: Processamento de Linguagem Natural, Reconhecimento de Padrões, Robótica, Sistemas Especialistas e Raciocínio Baseado em Casos.

2.2.1 PROCESSAMENTO DE LINGUAGEM NATURAL

Processamento de Linguagem Natural (PLN): conforme Barreto (1997), “processamento de linguagem compreende a compreensão de uma seqüência de símbolos e a geração de outra seqüência, não necessariamente no mesmo idioma, ou seja, não necessariamente usando os mesmos símbolos. Assim inclui a criação de uma estrutura mental conseqüência de uma seqüência de palavras, manipulação desta estrutura mental em função do estado emocional e mental, para provocar outra seqüência de palavras.”

De acordo com Rabuske (1995), a PLN é, sem dúvida, um dos grandes desafios da IA. A linguagem escrita está dominada em certos aspectos, persistindo, contudo, problemas sérios no tocante à linguagem figurada, dupla interpretação e outros. A linguagem falada já está sendo produzida de forma razoável, havendo, no entanto, um problema muito sério quanto à forma humana de falar, emendando as palavras umas as outras.

2.2.2 RECONHECIMENTO DE PADRÕES

Reconhecimento de padrões: de acordo com Rabuske (1995), reconhecer o dono de uma impressão digital, validar a assinatura num cheque bancário, ler e digitalizar um texto escrito são tarefas que envolvem reconhecimento de padrões.

2.2.3 ROBÓTICA

Robótica: conforme Galvão (1997), um robô é um dispositivo eletro-mecânico que pode ser programado para realizar tarefas manuais. A diferença entre máquinas automáticas e um robô inteligente é a percepção do robô em relação ao ambiente, e a maneira como modifica seu comportamento de acordo com a informação obtida. Para que uma máquina ser considerada um robô, ela deve responder e se adaptar a mudanças ocorridas no seu ambiente, e não somente responder a instruções cegamente.

Para Galvão (1997), alguns tipos de robôs complementam a parte mecânica com dispositivos eletrônicos de suporte, constituindo uma espécie de cérebro capaz de armazenar conhecimentos, o que dá uma certa autonomia a estas máquinas. Estes robôs podem ser utilizados em ambientes hostis ao ser humano, como viagens espaciais, atividades de prospecção de petróleo no fundo dos oceanos, entre outras.

2.2.4 SISTEMAS ESPECIALISTAS

Um sistema especialista é um sistema computacional com amplo conhecimento em uma área específica, podendo resolver qualquer problema dentro de sua área de conhecimento. Um sistema especialista se caracteriza pelo seu amplo conhecimento, daí a importância da necessidade de se armazenar as informações para aprender com a experiência.

Segundo Heinzle (1995), “os sistemas especialistas são sistemas computacionais projetados e desenvolvidos para solucionarem problemas que normalmente exigem especialistas humanos com conhecimento na área de domínio da aplicação. Tal como um especialista, o sistema deve ser capaz de emitir decisões justificadas acerca de um determinado assunto a partir de uma substancial base de conhecimentos. Para tomar uma decisão o especialista busca em sua memória conhecimentos prévios, formula hipóteses, verifica os fatos que encontra e compara-os com as informações já conhecidas e então emite a

decisão. Neste processo o especialista realimenta a sua ‘base de conhecimentos’ acerca do assunto.

Portanto, os sistemas especialistas são formados por um profundo conhecimento acerca de uma área específica e um mecanismo de raciocínio ou inferência que possibilite responder aos questionamentos, justificar suas conclusões e ainda ter capacidade para adquirir novos conhecimentos (Heinzle, 1995).

2.2.5 RACIOCÍNIO BASEADO EM CASOS

Conforme Dalfovo (2000), a inteligência artificial simula a inteligência humana, o Raciocínio Baseado em Casos não é diferente. Como o ser humano resolve seus problemas buscando soluções já resolvidas anteriormente por um problema parecido, o Raciocínio Baseado em Casos usa casos passados na busca da resolução do novo. A seguir será apresentado mais detalhadamente a aplicação do Raciocínio Baseado em Casos o qual será utilizado neste trabalho.

3 RACIOCÍNIO BASEADO EM CASOS

O Raciocínio Baseado em Casos (RBC) é uma técnica da IA, cuja filosofia básica é procurar se utilizar de experiências passadas para buscar uma solução para um problema atual. Conforme Carvalho (1996), RBC tem sua origem na Memória Dinâmica de Roger Schank (1982), um tipo de memória que permite recordar informações e aprender com novas informações. O modelo RBC pressupõe a existência de uma memória, como a memória dinâmica, onde problemas (casos) já resolvidos ficam armazenados, e são usados para ajudar na resolução ou interpretação de novos casos.

O processo de RBC visa usar os resultados dos casos passados para analisar ou resolver um novo caso. Os problemas a serem resolvidos tendem a ser recorrentes e repetir-se com pequenas alterações em relação a sua versão original. Desta forma, é possível reaplicar soluções anteriores com pequenas modificações (Varela, 1998).

De acordo com Abel (1996), “quanto maior o número de casos de sucesso armazenados e eficientemente indexados, maior será a chance de que um novo caso possa ser tratado com a mesma solução ou com uma pequena adaptação de uma solução já utilizada”. Sendo este o princípio básico no qual se fundamentam os sistemas de RBC: o armazenamento organizado de casos resolvidos, para solucionar novos casos similares a estes.

No decorrer dos últimos anos, o RBC passou a ser um campo de interesse bastante difundido. Isto pode ser percebido através do aumento do número de documentos nesta área, disponibilidade de produtos comerciais e relatórios de aplicações (Aamodt, 1994).

3.1 CASOS

Para Abel (1996), caso é o que representa o conhecimento associado a uma determinada situação. É tornado explícito como uma determinada tarefa foi executada e que estratégias foram utilizadas para atingir o objetivo. Levando em consideração um sistema de RBC desenvolvido para a área médica, um caso é a descrição de um paciente e seu diagnóstico. Essa descrição irá incluir as características e sintomas relacionados à doença, e irá omitir os sintomas que não o são. Se o diagnóstico do paciente for fratura do fêmur, o médico não incluirá o hábito de fumar como um aspecto relevante do caso. Já se o problema

for um infarto, este aspecto é importante. Somente são registrados pacientes com quadros clínicos diferentes de outros pacientes com o mesmo diagnóstico já armazenados na memória.

Conforme Weber (1996), caso é a abstração de uma experiência descrita através de atributos aos quais se referenciam valores. Esta experiência deve estar descrita em termos de conteúdo e contexto. O contexto corresponde aos índices que registram em que circunstâncias é apropriado recuperar um caso.

3.2 ESTRUTURA DE UM SISTEMA RBC

A estrutura de um sistema RBC é composta por três itens principais, citados a seguir:

- a) memória de casos de domínio;
- b) mecanismo de pesquisa;
- c) descrição dos casos com índices para diferenciar os casos.

Para construir um Sistema RBC, é necessário primeiramente identificar índices ou características que possam representar o problema. A próxima etapa é selecionar um caso parecido com este, e finalmente, este caso escolhido é adaptado para se adequar as necessidades do novo problema. Quando a solução encontrada não for perfeita, é possível haver um “reparo” da solução proposta.

3.3 MEMÓRIA DE CASOS

A memória de casos é a principal fonte de conhecimento do modelo RBC. Esta memória é formada pelas experiências na resolução de problemas resolvidos pelos especialistas. Cada experiência representa um caso. Os casos devem apresentar as experiências de uma forma que elas possam ser recuperadas quando forem úteis (Carvalho, 1996).

Para Abel (1996), existem dois modelos de organização de casos: memória dinâmica e categoria de exemplares. O modelo de memória dinâmica é composto de pacotes de organização de memória (MOPs), que são frames que compõem uma unidade básica de memória dinâmica. Este modelo é chamado de dinâmico porque novos pacotes de organização de memória são criados no momento da inserção de novos casos, para diferenciá-los dos anteriormente armazenados. O modelo de categoria de exemplares considera que os

casos do mundo real podem ser vistos como exemplares de acontecimento. Cada caso é associado a uma categoria e suas feições têm importância para enquadrá-lo ou não na categoria. Para armazenar um novo caso, é buscado um caso semelhante na memória de casos. Se houver pequenas diferenças entre os dois, apenas um é armazenado, ou é feita uma combinação dos dois.

3.4 REPRESENTAÇÃO DOS CASOS

Ao desenvolver um sistema utilizando RBC, é preciso estipular como a memória de casos será organizada e indexada para a recuperação de um novo caso de forma eficiente. É necessário, também, integrar a estrutura de memória de casos em um modelo de conhecimento de domínio geral (Aamodt, 1994).

Conforme Kolodner (1993), na aplicação de RBC os casos devem ser representados de uma forma útil para a memória de casos e para o usuário. De acordo com o propósito da aplicação, os casos podem ser representados de forma diferente como desenhos, fotografias, gráficos, entre outros.

A aquisição de casos pode ser uma tarefa quase tão complexa quanto a construção de modelos. Uma medida da disponibilidade dos casos pode indicar o grau de dificuldade na construção de um sistema que utiliza RBC (Carvalho, 1996).

3.5 INDEXAÇÃO DOS CASOS

A indexação dos casos é uma das tarefas mais importantes no RBC. Uma boa indexação permite que o caso seja recuperado da base de casos com mais eficiência e certeza. A recuperação certa para o caso certo é um fator chave para a credibilidade de uma aplicação em RBC.

Para Reis (1997), um índice é um registro de entrada de alguma coisa e serve como um guia para encontrar alguma referência. O índice deve permitir uma recuperação fácil, espontânea e instintiva do caso certo no momento certo. Os índices são utilizados para indicar os casos na memória que são mais similares a um novo caso. O conjunto correto de índices

depende do que é importante para o caso. É necessário que o sistema RBC esteja apto a encontrar um índice de entrada e aplicá-lo para alcançar o objetivo desejado.

As características que irão compor um índice precisam ser cuidadosamente escolhidas de forma que apenas os casos mais úteis para uma situação de entrada sejam recuperados. Para escolher estas características, pode-se fazer uma análise das tarefas e dos domínios considerados para descobrir os descritores relevantes que serão usados na descrição dos casos. Em seguida, seleciona-se entre estes descritores aqueles que serão atribuídos como índices. (Carvalho, 1996).

3.6 RECUPERAÇÃO DOS CASOS

Conforme Weber (1996), a etapa de recuperação consiste em fazer uma busca na memória de casos e selecionar quais podem ser aproveitados. Esta busca é feita por algoritmos que selecionam casos com determinada similaridade em relação ao caso de entrada.

De acordo com Aamodt (1994), o processo de recuperação consiste em recuperar os casos candidatos, e após isto, aplica-se um processo mais elaborado, aonde é feita a seleção do melhor caso entre os casos candidatos. Para Reis (1997), a tarefa de recuperação começa com uma descrição do problema e termina quando o melhor caso é encontrado. Esta tarefa pode ser dividida nas seguintes subtarefas:

- a) identificação das características: informa ao sistema as características do caso atual;
- b) casamento inicial: recupera um conjunto de possíveis candidatos;
- c) busca: é um processo mais elaborado, a fim de selecionar o melhor candidato entre os casos selecionados durante o casamento inicial;
- d) seleção: nesta etapa, os casos são eventualmente ordenados de acordo com a métrica ou algum critério de classificação. Desta forma, o caso que for mais similar ao novo problema será o escolhido.

Os casos podem ser recuperados somente por características de entrada ou a partir de características inferidas deles. Os casos que casam todas as características de entrada são com certeza os melhores candidatos ao casamento, mas dependendo da estratégia os casos que

casam uma determinada porção das características do problema podem também ser recuperados (Reis, 1997).

3.7 SIMILARIDADE

A similaridade é a essência do RBC. É em razão de haver uma experiência similar a atual na memória de casos que o sistema viabiliza-se, porque, o fundamento do paradigma de RBC é solucionar um problema atual reutilizando uma solução de uma experiência passada semelhante (Weber, 1996).

Duas características que se correspondem qualitativamente terão grau de similaridade maior se seus valores estão na mesma faixa numa escala qualitativa ou numérica. O grau de similaridade diminui a medida que a distância entre os dois valores aumenta nesta escala. Quando duas características tem valores diferentes que contribuem para o mesmo resultado não é possível apurar um grau de similaridade, diz-se apenas que elas não são similares (Kolodner, 1993).

Para Watson (1996), a base de casos deve estar organizada de tal forma que facilite a recuperação dos casos quando necessário. Os índices devem simplificar o acesso e a recuperação dos casos pertinentes. Geralmente, os casos são armazenados como dados de arquivos em uma estrutura simples, ou dentro de uma estrutura de banco de dados, utilizando-se índices para referenciar os casos. Existe várias técnicas de RBC, como vizinho mais próximo, método de recuperação indutiva, algoritmo de indução, indução guiada por conhecimento, recuperação de padrões, flat memory, entre outros. Em aplicações comerciais, atualmente têm-se utilizado a técnica do vizinho mais próximo e o método de recuperação indutiva.

De acordo com Abel (1996), a técnica do vizinho mais próximo baseia-se na comparação entre um novo caso e os casos armazenados no banco de dados utilizando uma soma ponderada de suas características. Esta técnica será utilizada no protótipo desenvolvido neste trabalho.

A técnica de recuperação indutiva determina que feições são mais eficazes em discriminar casos e utiliza estas feições para gerar uma árvore de decisões que organiza a

memória de casos. Esta técnica é eficiente quando os casos são comparados através de uma única feição que determina a solução (Abel ,1996).

3.8 TÉCNICA DE RECUPERAÇÃO DO VIZINHO MAIS PRÓXIMO

Conforme Abel (1996), nesta técnica de recuperação utiliza-se uma soma ponderada das características entre um novo caso e um armazenado no banco de dados, sendo que cada um dos atributos que compõem o caso possui um peso, de acordo com sua relevância.

Primeiramente, é necessário identificar que atributos são essenciais para a solução do problema. Estes atributos devem ser representados em um sistema de coordenadas de maneira que possibilitem medir a distância entre o novo caso e os casos já existentes na memória de casos (Reis ,1997).

Watson (1996), cita a seguinte fórmula de similaridade:

$$\text{Similaridade } (T, S) = \left\{ \sum_{i=1}^n f(T_i, S_i) * W_i \right\}$$

onde:

- a) T é o novo caso;
- b) S são os casos existentes na memória de casos;
- c) n é o número de atributos;
- d) i é um atributo individual;
- e) f é a função de similaridade para o atributo i os casos T e S ;
- f) w é o peso do atributo i .

A maioria das ferramentas RBC utiliza algoritmos como este. Normalmente o resultado deve ser entre zero (0) e um (1), onde zero não tem nenhuma similaridade e um é exatamente similar.

Exemplo de cálculo de similaridade para recuperação de casos, conforme (Varela ,1998):

Atributos \ Casos	A	B	C
X ₁	Raciocínio	Sistemas	Inteligente
X ₂	Inteligente	Inteligente	Métricas
X ₃	Análise	Robótica	Similaridade
X ₄	Casos	Computador	Análise
X ₅	Baseado	Análise	Prototipagem

Atributos \ Casos	X ₁	X ₂	X ₃	X ₄	X ₅
Caso Novo	Raciocínio	Inteligente	Análise	Casos	Sistemas

Atribuindo 1 para atributos coincidentes e 0 para não coincidentes:

Atributos \ Casos	X ₁	X ₂	X ₃	X ₄	X ₅
Caso Novo => A	1	1	1	1	0
Caso Novo => B	0	1	1	0	1
Caso Novo => C	0	1	0	1	0

Considerando todos os atributos com o mesmo peso, a comparação entre os casos será:

$$Sim(casonovo, A) = \frac{1+1+1+1}{5} = \frac{4}{5} = 0,8$$

$$Sim(casonovo, B) = \frac{1+1+1}{5} = \frac{3}{5} = 0,6$$

$$Sim(casonovo, C) = \frac{1+1}{5} = \frac{2}{5} = 0,4$$

O caso A é o mais semelhante, pois é o que mais se aproxima de 1.

3.9 TRABALHOS CORRELATOS

Vários trabalhos envolvendo o tema Raciocínio Baseado em Casos podem ser encontrados. Entre outros, pode-se citar os seguintes:

- a) Em Bugmann (1999), a tecnologia de RBC foi utilizada no desenvolvimento de um Sistema de Informação voltado para o plantio de árvores frutíferas. Segundo esta acadêmica, o RBC pode ser uma forma de guardar a experiência dos especialistas em plantio na forma de casos, e reutilizá-la adequadamente. Mesmo em aplicações menos complexas, adquirir conhecimento na forma de casos demonstrou ser uma técnica rápida, fácil e eficiente;
- b) Em Gaebler (1999), a tecnologia de RBC foi utilizada no desenvolvimento de um Sistema de Controle Estatístico de Processos. Segundo esta acadêmica, o sistema de CEP auxiliado pelo RBC pode ajudar as empresas em ganho de tempo e eficiência do controle da qualidade, ganhando com isso produtividade e argumentos de venda.
- c) Em Heinrich (2000), a tecnologia de RBC foi utilizada com a finalidade de auxiliar o atendimento personalizado ao cliente de lojas de confecções, mais especificamente na parte de direcionamento de promoções. Através da regra de similaridade, são pesquisadas as compras mais semelhantes ao produto que está sendo oferecido, mostrando os clientes mais propensos a consumir o produto posto em promoção.

4 OFICINAS ELETRÔNICAS

4.1 DEFINIÇÃO

Conforme Ferreira (1989), oficina é um estabelecimento onde se consertam veículos automóveis. Pode-se concluir a partir desta definição que oficina eletrônica é um estabelecimento onde se consertam equipamentos eletrônicos, dentre os quais destacam-se televisores, aparelhos de som, vídeo cassetes, DVD's, CD's, filmadoras, entre outros.

4.2 HISTÓRICO

As oficinas eletrônicas surgiram com a popularização do rádio e futuramente se expandiram com o aparecimento dos televisores, pois a necessidade de manutenção destes aparelhos era cada vez maior. A maior parte das oficinas surgiu do empreendedorismo de técnicos autônomos que aprenderam o ofício em cursos de eletrônica por correspondência (muitos desses cursos ainda são oferecidos até os dias de hoje por correspondência) e adquiriram experiência em oficinas das quais eram funcionários, ou iniciavam com pequenos consertos durante o aprendizado no curso e depois se estabeleciam em seu próprio negócio.

Neste primeiro estágio das oficinas eletrônicas, os técnicos não necessitavam de muita qualificação, sendo que um técnico com um à dois anos de experiência poderia efetuar os reparos necessários sem maiores dificuldades. Isto ocorreu por dois fatores, o primeiro : os equipamentos eram todos montados a base de válvulas e a variedade de componentes utilizados nos mesmos era pequena. Em segundo, as inovações tecnológicas não eram muitas e demoravam a ser implementadas nos aparelhos. Os aparelhos valvulados apresentavam grandes facilidades para um técnico identificar um defeito e conseqüentemente saná-lo, na maioria das vezes a identificação do defeito era visual, uma válvula apagada significava que estava com defeito. A substituição de uma válvula defeituosa também era fácil pois eram montadas sobre soquetes que facilitavam a sua remoção, a utilização de outras ferramentas somente era necessária quando a identificação do defeito não possível visualmente e envolvesse outros componentes além das válvulas.

Ainda neste estágio de aparelhos valvulados, grande parte dos consertos eram efetuados na residência do cliente onde o técnico se locomovia até a casa do cliente com um suprimento de aproximadamente 20 à 30 válvulas. Este suprimento garantia que o técnico conseguiria consertar o aparelho na residência do cliente independente da marca ou modelo do mesmo. A remoção do aparelho da residência para a oficina somente se fazia necessária quando o defeito não envolvia válvulas e era preciso a utilização de equipamentos de testes para diagnosticar o defeito.

Com o advento do transistor e conseqüentemente dos circuitos integrados houve um salto nas inovações tecnológicas, provocando grandes mudanças nas oficinas eletrônicas. Houve a necessidade de reciclar os técnicos para se adaptarem e conhecerem os componentes das novas tecnologias e assim poderem efetuar os consertos. As maiores mudanças ocorreram na hora de consertar os aparelhos, a identificação visual do defeito se tornou impraticável porque o transistor não acende como uma válvula, tornou-se então imprescindível a utilização de um multímetro para diagnosticar se o transistor está ou não com defeito. Houve também um aumento enorme na variedade de componentes, principalmente de transistores, este fator associado ao aumento da complexidade dos aparelhos transistorizados praticamente extinguiu os consertos efetuados na residência do cliente.

Os transistores e circuitos integrados serviram de base para uma tecnologia largamente empregada nos mais diversos tipos de equipamentos eletrônicos atualmente, os microprocessadores. Os microprocessadores possibilitaram o aperfeiçoamento dos televisores aparelhos de som e vídeo cassetes agregando a estes recursos antes impraticáveis com os transistores ou válvulas, também viabilizaram novidades com vídeo games, CD players e mais recentemente o DVD. Todas estas inovações tecnológicas também dificultaram o trabalho do técnico que atualmente necessita de um aprofundado conhecimento de eletrônica, precisa se atualizar constantemente e principalmente precisa ter acesso aos manuais dos fabricantes pois sem os mesmos muitos consertos se tornam praticamente impossíveis.

4.3 ATUAL SEM O COMPUTADOR

As oficinas eletrônicas sem computador estão defasadas tecnologicamente tanto para a parte administrativa do negócio como para os técnicos. Na área administrativa deixa-se de obter informações importantes sobre os aparelhos que dão entrada na oficina, dados sobre os clientes que futuramente podem servir para efetuar uma mala direta ou traçar um perfil do cliente das oficinas eletrônicas. A área técnica também fica prejudicada, pois algumas informações técnicas são divulgadas por CD-ROM o que impossibilita a sua utilização por técnicos que não têm acesso ao computador.

Portanto estas oficinas realizam todo o controle de entrada, conserto e entrega de aparelhos manualmente via papel. Este controle geralmente é realizado pela emissão de ordem de serviço no momento que o aparelho dá entrada na oficina, uma vez aberta a ordem de serviço o aparelho é encaminhado para o setor de conserto da oficina com a ordem de serviço anexa, onde cada técnico conserta os aparelhos pertinentes a sua função.

Este tipo de controle têm suas deficiências pois sempre que um cliente quiser obter informações sobre a situação de seu aparelho deve-se consultar o setor de conserto da oficina e isto torna muitas vezes o atendimento demorado causando frustração para o cliente.

4.4 ATUAL COM COMPUTADOR SEM RBC

A maior parte das oficinas eletrônicas de médio e grande porte já estão informatizadas atualmente. Esta informatização consiste basicamente em um sistema de controle de ordem de serviço (entrada, conserto e retirada de aparelhos) o qual emite a ordem de serviço no momento que o aparelho dá entrada na oficina, porém estes sistemas permitem um acompanhamento da situação do aparelho, se estão consertados, aguardando peças ou aguardando aprovação do orçamento pelo cliente. Este tipo de controle é mais eficiente pois as consultas são feitas no computador evitando-se assim a demora para localizar o aparelho no setor de conserto e aí verificar a sua situação, além de se manter armazenadas informações importantes sobre o cliente, como endereço, telefone e os dados sobre o aparelho.

Com este processo de informatização as oficinas passaram a ter também acesso a internet, isto permitiu aos técnicos acessarem informações sobre componentes eletrônicos nos sites de seus respectivos fabricantes, possibilitou também o acesso a informações divulgadas em CD- ROM.

4.5 ATUAL COM RBC E SUA APLICAÇÃO

Em uma oficina eletrônica a qualidade do serviço prestado, a rapidez para se efetuar o conserto depende exclusivamente da boa atuação do técnico. Portanto a aplicação do RBC se dará justamente no setor técnico da oficina onde são efetuados os consertos, afim de proporcionar melhorias nos serviços prestados e um aumento na produtividade dos técnicos.

As oficinas eletrônicas podem atuar em diversas áreas dependendo da qualificação dos seus técnicos. Normalmente as oficinas atuam em três principais áreas de prestação de serviço:

- a) Aparelhos de áudio de uso profissional e doméstico;
- b) Televisores;
- c) Vídeo que inclui vídeo cassetes, DVD's e filmadoras.

Algumas oficinas também atuam na área de hardware de microinformática, eletrônica industrial que consiste na manutenção de painéis industriais e estações repetidoras de tv.

O RBC será aplicado neste exemplo de um caso real no setor de TV da oficina, pois é neste setor que se concentra o maior movimento de aparelhos em uma oficina e conseqüentemente sua principal fonte de renda. No caso o técnico está com um aparelho de TV modelo 14PT110A da marca Philips que não funciona, as características do defeito são:

- não funciona;
- *led* fica acesso direto;
- ao acionar canal retorna para *stand-by*.

Na tabela 1 temos uma base de dados simplificada contendo casos que podem ajudar a solucionar o problema através do RBC.

TABELA 1 – Base de Dados

CARACTERÍSTICA1	CARACTERÍSTICA2	CARACTERÍSTICA3	SOLUÇÃO
não funciona	led fica acesso direto	ao acionar canal retorna para stand-by	TS7441, TS7445 ou Fly-Back.
não funciona	led fica acesso direto	(+10v e +5v) com tensões baixas	IC7600, pino 42 em curto com o terra.
não funciona	led apagado	sem VO	R3506, diodo 6502/6503, C2650. Trilha no pino 7 do trafo SOPS.

Atribuindo 1 para características coincidentes e 0 para não coincidentes:

Características	1	2	3
Casos			
Caso Novo => A	1	1	1
Caso Novo => B	1	1	0
Caso Novo => C	1	0	0

Considerando todas as características com o mesmo peso, a comparação entre os casos será:

$$Sim(casonovo, a) = \frac{1+1+1}{3} = \frac{3}{3} = 1$$

$$Sim(casonovo, b) = \frac{1+1}{3} = \frac{2}{3} = 0,6$$

$$Sim(casonovo, c) = \frac{1}{3} = 0,3$$

O caso A é o mais semelhante, pois é o que mais se aproxima de 1 no caso é igual a 1.

5 TECNOLOGIAS E FERRAMENTAS UTILIZADAS

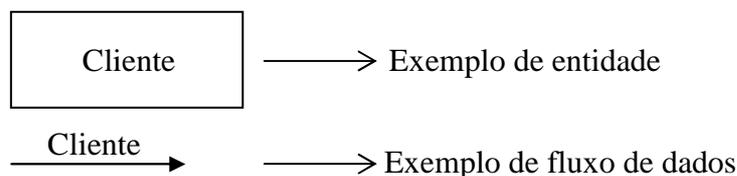
Para a realização deste trabalho foram utilizadas algumas ferramentas e tecnologias, a fim de especificar a análise e desenvolver o sistema. Neste capítulo serão abordadas a análise essencial, a ferramenta CASE Power Designer 6.1, banco de dados Paradox, ambiente de programação Delphi.

5.1 ANÁLISE ESSENCIAL

Segundo Shiller (1992), a Análise Essencial de Sistemas relaciona-se com eventos que interagem diretamente com o sistema. O sistema, por sua vez, possui um conjunto de reações que responderão aos eventos.

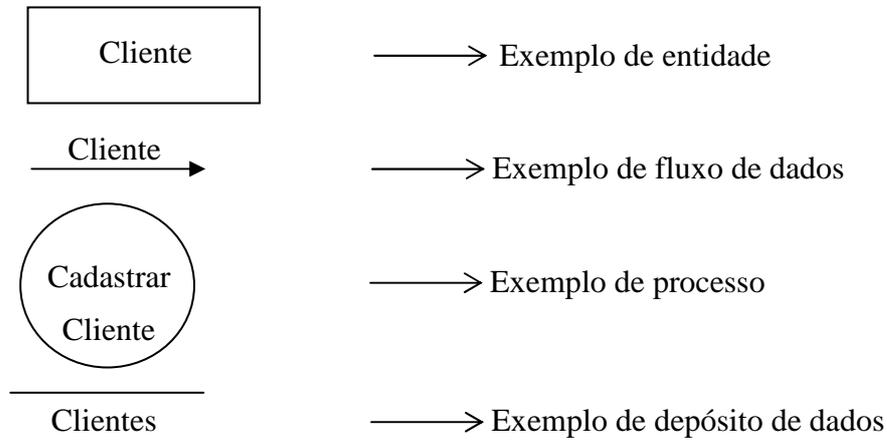
Conforme Pompilho (1994), o modelo essencial é composto por Diagrama de Contexto, Lista de Eventos, Diagrama de Fluxo de Dados (DFD), Modelo Entidade-Relacionamento (MER) e Dicionário de Dados. Nas figuras 1, 2 e 3 é possível visualizar alguns exemplos de Diagrama de Contexto, DFD e MER. Tais exemplos foram pesquisados no site do professor Everaldo Artur Grahl, M.Eng. (Grahl 2001), na disciplina de Engenharia de Software do curso de Ciências da Computação da Universidade Regional de Blumenau. Os componentes da Análise Essencial são descritos a seguir:

- a) diagrama de contexto, que tem a finalidade de situar o sistema dentro do negócio da empresa, aonde é demonstrada a finalidade principal do sistema, e as entidades que interagem com o sistema;

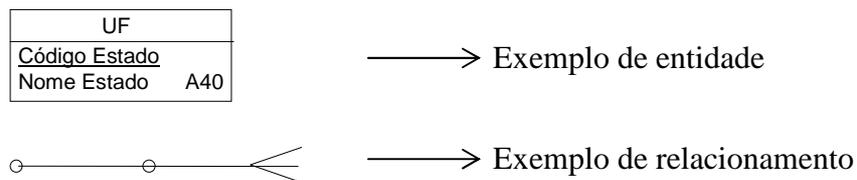


- b) lista de eventos, que é uma lista textual dos estímulos no ambiente externo aos quais o sistema deve responder;

- c) diagrama de fluxo de dados (DFD), que apresenta os processos e o fluxo de dados entre eles. Os dados fluem de um nódulo de processamento para outro, onde se modificam.



- d) modelo entidade-relacionamento, que fornece uma visão simples e gráfica do sistema para os usuários que não necessitam saber dos detalhes funcionais do sistema;



- e) dicionário de dados, que é um repositório de informações sobre os componentes dos sistemas. Os dicionários de dados fornecem a informação em forma de texto a fim de auxiliar a informação gráfica mostrada no DFD.

FIGURA 1 - Exemplo de Diagrama de Contexto

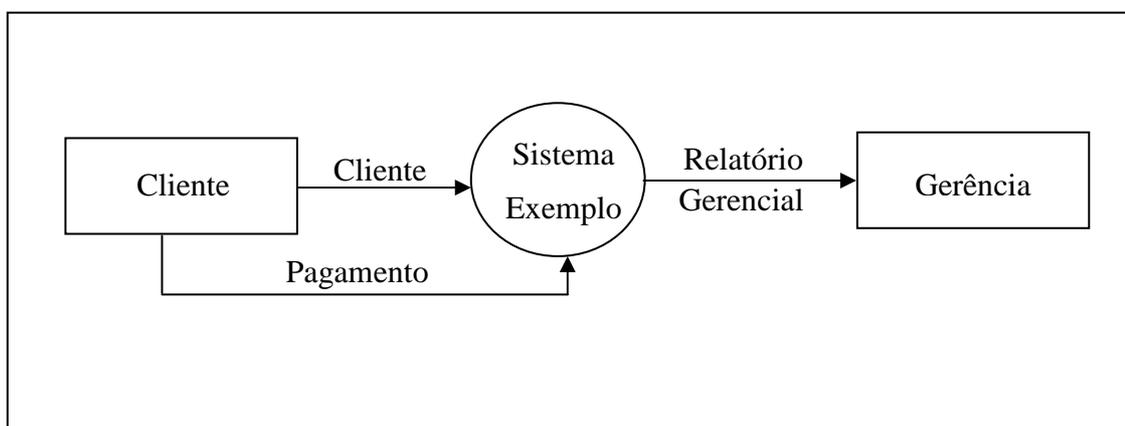


FIGURA 2 - Exemplo de DFD

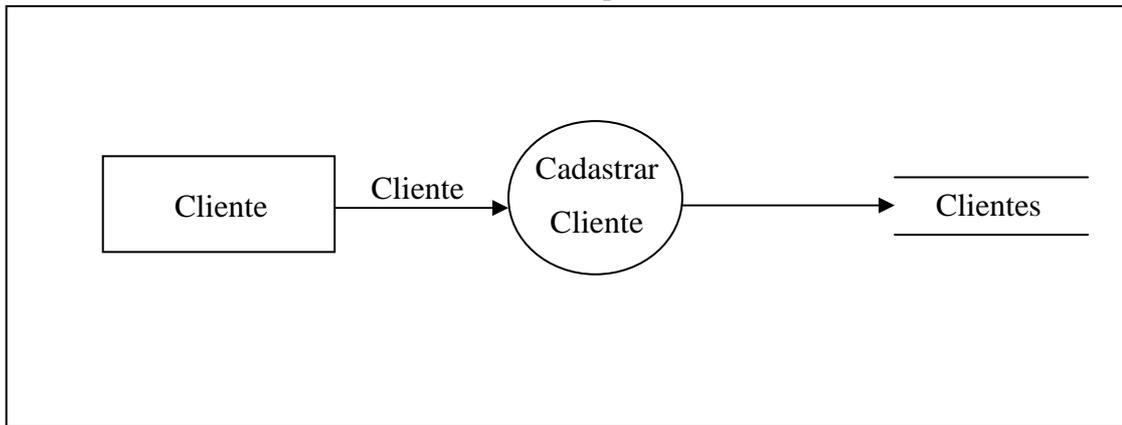
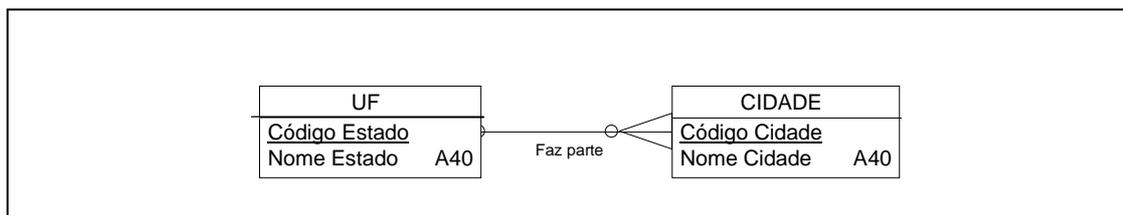


FIGURA 3 - Exemplo de MER



5.2 FERRAMENTA CASE

Ferramenta CASE que em inglês significa *Computer Aided Software Engineering*, ou seja, Engenharia de Software auxiliada por computador, oferece uma resposta prática aos problemas de produtividade do software. Sua origem é datada nos anos oitenta (1980), quando ficou evidente que ferramentas gráficas, tais como, Diagrama de Fluxo de Dados (DFD), Diagramas de Entidade-Relacionamento (DER) e gráficos de estruturas poderiam ser úteis em análise e projetos. Conforme Fisher (1990), estas metodologias oferecem uma estrutura de projeto e um conjunto de formalismos e normas que servem como base para conduzir o desenvolvimento de software.

As ferramentas CASE são feitas para fortalecerem as fases de análise dos requisitos e de especificações de projetos. Para muitas organizações de desenvolvimento de software, as vantagens qualitativas das ferramentas CASE têm peso maior que as quantitativas. O tempo gasto no desenvolvimento será quase sempre menor com o auxílio destas ferramentas, mas talvez seu maior benefício tenha a forma de garantia, de que a tarefa está sendo executada

devidamente, como foi programada e segundo as especificações do usuário. Conforme Fisher (1990), as ferramentas CASE são vantajosas porque revelam inúmeras exigências (e surpresas) antes que se iniciem a implementação.

As ferramentas para engenharia de software computadorizadas reduzem substancialmente, ou eliminam, inúmeros problemas de projeto e desenvolvimento inerentes aos projetos de médio e grande porte, por meio de geração automática de grande parte do software e com base nos projetos especificados pelo analista. Conforme João (1993), a automação permite obter maiores benefícios com o uso de ferramentas. O tempo necessário para concluir uma tarefa diminui, a intensidade de trabalho diminui, procedimentos são seguidos consistentemente e a descrição de dados do sistema são capturados para armazenamento em uma forma legível pelo computador.

Para Fisher (1990), o objetivo principal da tecnologia CASE é separar o projeto do programa aplicativo da implementação do código. Em geral, quanto mais afastado estiver o processo de projeto melhor. Várias organizações e programadores já reconheceram este planejamento básico de software e princípio de estruturação há muito tempo. Nos últimos quinze anos têm-se desenvolvido e apresentado diversas metodologias estruturadas a vários programadores. Estas metodologias, afirma Fisher (1990), oferecem uma estrutura de projeto e um conjunto de formalismos e normas em que se basear para a condução do trabalho de desenvolvimento de software, que embora imperfeitas e altamente dependentes da eficiência do profissional, estas metodologias têm permitido aos fomentadores de software a construção de sistemas mais complexos. Geralmente estas metodologias funcionam por meio da decomposição de grandes sistemas de software em conjuntos de módulos menores, mais fáceis de se lidar. A interface entre esses módulos costumam ser projetadas, permitindo aos programadores construir e testar independentemente os módulos que lhes são atribuídos. Assim durante os estágios finais do processo de desenvolvimento do software, todos os módulos são reunidos e integrados para formarem o programa final.

Neste trabalho a ferramenta CASE utilizada foi o *Power Designer* 6.1. A escolha desta ferramenta se deu por trazer facilidades na utilização da Análise Essencial.

5.3 BANCO DE DADOS

Conforme Mercado-Gardner (1995), o termo banco de dados é um jargão da computação que designa uma coleção de informações. É primordial que esta coleção seja organizada para servir a uma finalidade específica. Algumas características dos bancos de dados são:

- a) um banco de dados é uma coleção de registros;
- b) um banco de dados usa um padrão de organização consistente;
- c) um banco de dados fornece perguntas sobre as informações selecionadas.

Os bancos de dados possibilitam que os dados sejam ordenados da forma desejada; permitem a inclusão, edição e exclusão de dados com grande facilidade; permite a emissão de relatórios diversos; entre outras características (Alves, 1996).

Para Galante (1994), o termo “banco de dados”, largamente utilizado no mundo da informática, indica o armazenamento de uma série de informações relacionadas a um determinado assunto ou propósito específico. A idéia mais comum é que o sistema de banco de dados corresponde a uma reunião de arquivos em algum tipo de armazenamento magnético, sendo manipulado por um conjunto de programas que efetuam operações de inclusão, alteração, exclusão e consulta. A evolução de banco de dados como base de sistemas de informação tem feito notáveis progressos, a ponto de ser considerado como núcleo das atividades das aplicações em processamento de dados.

5.4 AMBIENTE DE PROGRAMAÇÃO DELPHI

Para a implementação deste trabalho foi utilizado o ambiente de programação Delphi. O Delphi se baseia em linguagens visuais de programação, originalmente projetadas para ensinar programação. O Delphi é um descendente do Pascal, mas possui uma interface visual que facilita o trabalho do programador. O Delphi é voltado para o trabalho com o conceito de projeto, que seria um conjunto de programas. O próprio Delphi escreve parte dos programas

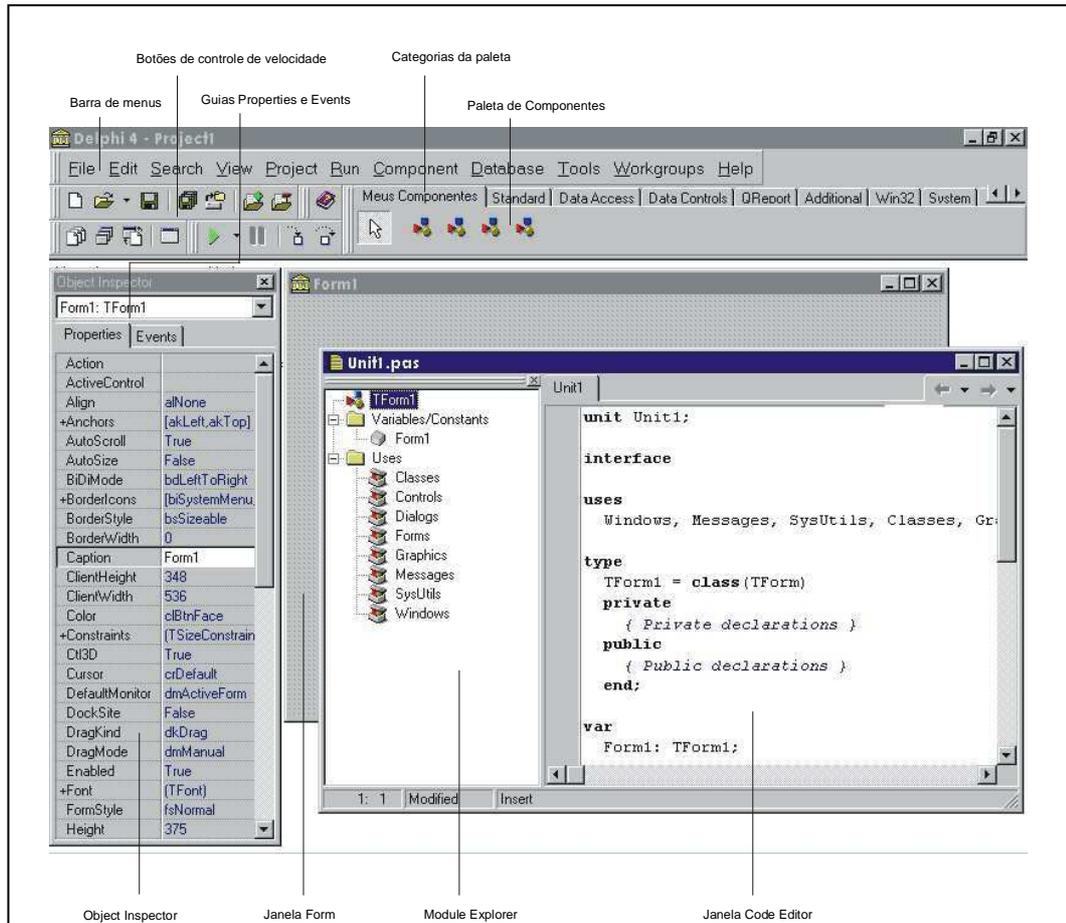
ou seja, as aplicações são desenvolvidas com o auxílio do ambiente de programação. (Damasceno, 1995).

De acordo com Swan (1999), o ambiente de desenvolvimento integrado do Delphi possui vários elementos principais. São eles:

- a) botões de controle de velocidade – botões do tipo apontar-e-clicar em comando de menu selecionados.
- b) barra de menus - menu padrão estilo Windows.
- c) paleta de componentes – contém ícones que representam os componentes VCL.
- d) categorias de paleta – páginas que contém categorias de componentes. Clica-se nas guias de cada categoria, mostradas acima da paleta VCL para visualizar os componentes dessa categoria.
- e) guias Properties e Events – no Object inspector há duas páginas. Uma com Properties, que apresenta as propriedades de um componente ou formulário. Outra com Events, que apresenta os eventos do componente ou formulário.
- f) object Inspector – exibe todas as propriedades e os eventos para um ou mais componentes selecionados ou formulários.
- g) janela Form – a representação gráfica de uma janela, o formulário.
- h) module Explorer – mostra as classes do módulo atual, uma lista de outras unidades utilizadas por esta, variáveis, objetos, métodos e outras informações.
- i) janela Code Editor – exibe o código-fonte do Pascal associado a cada formulário no aplicativo.

A figura 4 apresenta o Delphi sendo executado sob o Windows 95, apontando cada um dos elementos principais acima citados.

FIGURA 4 - Delphi executado sob Windows 95



Fonte: Adaptado de (Swan, 1999)

6 DESENVOLVIMENTO DO SISTEMA

Para o desenvolvimento do sistema utilizou-se o ambiente de programação integrado Delphi. Nesta fase são definidos atributos de tela, identificadas interfaces, definidos responsáveis e frequência para atualização da base de dados e realizada a modelagem de dados. Os três estágios podem ser agrupados utilizando para isto a Análise Essencial descrita no item 5.1, que compõe-se por uma Lista de Eventos, Diagrama de Contexto, Diagrama de Fluxo de Dados, Dicionário de Dados e Modelo Entidade-Relacionamento e o RBC.

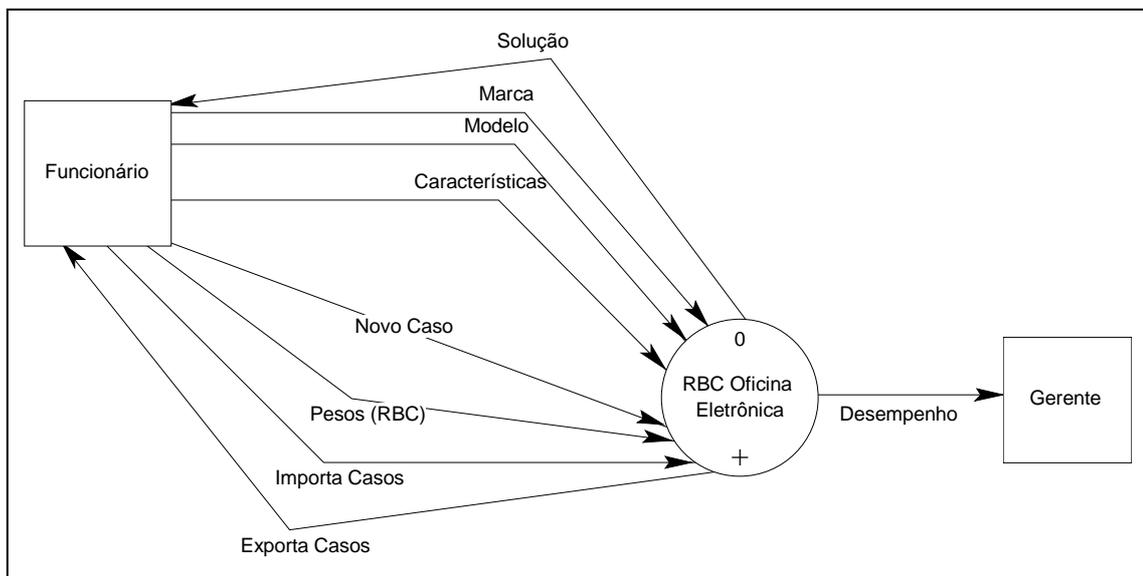
6.1 ANÁLISE ESSENCIAL

Após obter as informações necessárias para a construção do sistema, partiu-se para a modelagem do sistema criando o diagrama de contexto, a lista de eventos, o DFD, o modelo entidade-relacionamento e o dicionário de dados.

6.1.1 DIAGRAMA DE CONTEXTO DO SISTEMA

No diagrama de contexto demonstrado na figura 5 são apresentados os relacionamentos do RBC com as entidades externas.

FIGURA 5 – Diagrama de Contexto



6.1.2 LISTA DE EVENTOS DO SISTEMA

Nesta lista é possível encontrar os acontecimentos (eventos) que ocorrem para que o sistema possa ser criado a partir deles. Os eventos são enumerados a seguir:

1. Funcionário cadastra marca;
2. Funcionário cadastra modelo;
3. Funcionário cadastra características;
4. Funcionário cadastra novo caso;
5. Funcionário importa casos;
6. Funcionário exporta casos;
7. Funcionário consulta solução para um caso;
8. Gerente solicita informações sobre desempenho;

Para melhor entender o sistema é necessária uma breve explicação sobre a lista de eventos. Nos três primeiros eventos são efetuados cadastramentos que serão utilizados no quarto evento. No quarto evento ao cadastrar um novo caso são atribuídos os pesos do RBC e são utilizados os dados dos cadastramentos anteriores. No quinto evento a importação de casos vai ocorrer a partir de um arquivo texto cujo *layout* será demonstrado no capítulo 6.2 Apresentação das Telas na tabela 7. No sexto evento a exportação de casos será para um arquivo texto cujo *layout* é igual ao do arquivo texto do evento anterior.

No sétimo evento o funcionário consulta a solução para um caso informando as características do problema. No oitavo evento será apresentado um gráfico que demonstra o desempenho do sistema em relação aos casos resolvidos com ajuda do mesmo e sem ajuda do sistema.

6.1.3 DIAGRAMA DE FLUXO DE DADOS DO SISTEMA

O diagrama de fluxo de dados do sistema é apresentado nas figuras 6 e 7.

FIGURA 6 - DFD Parte 1

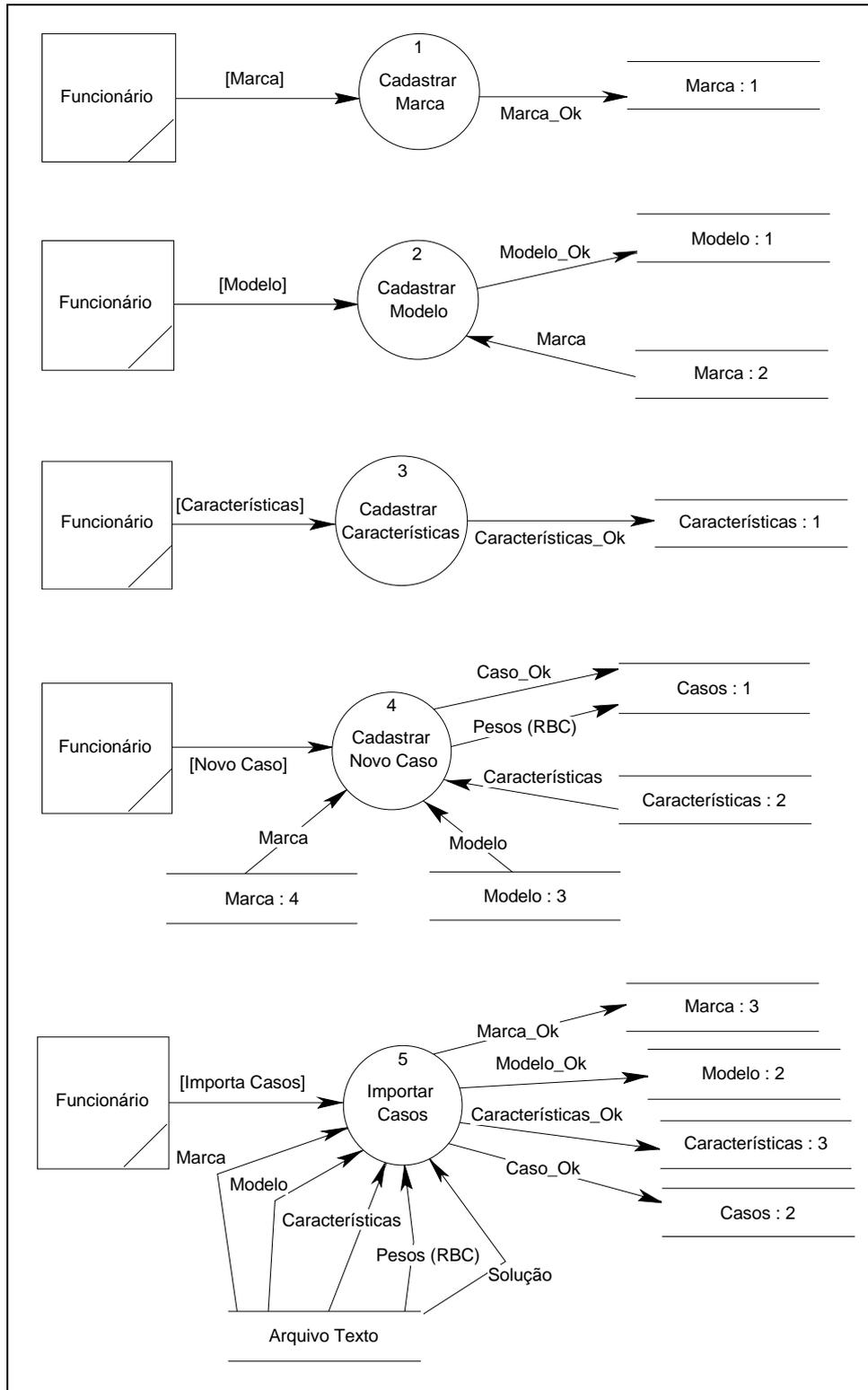
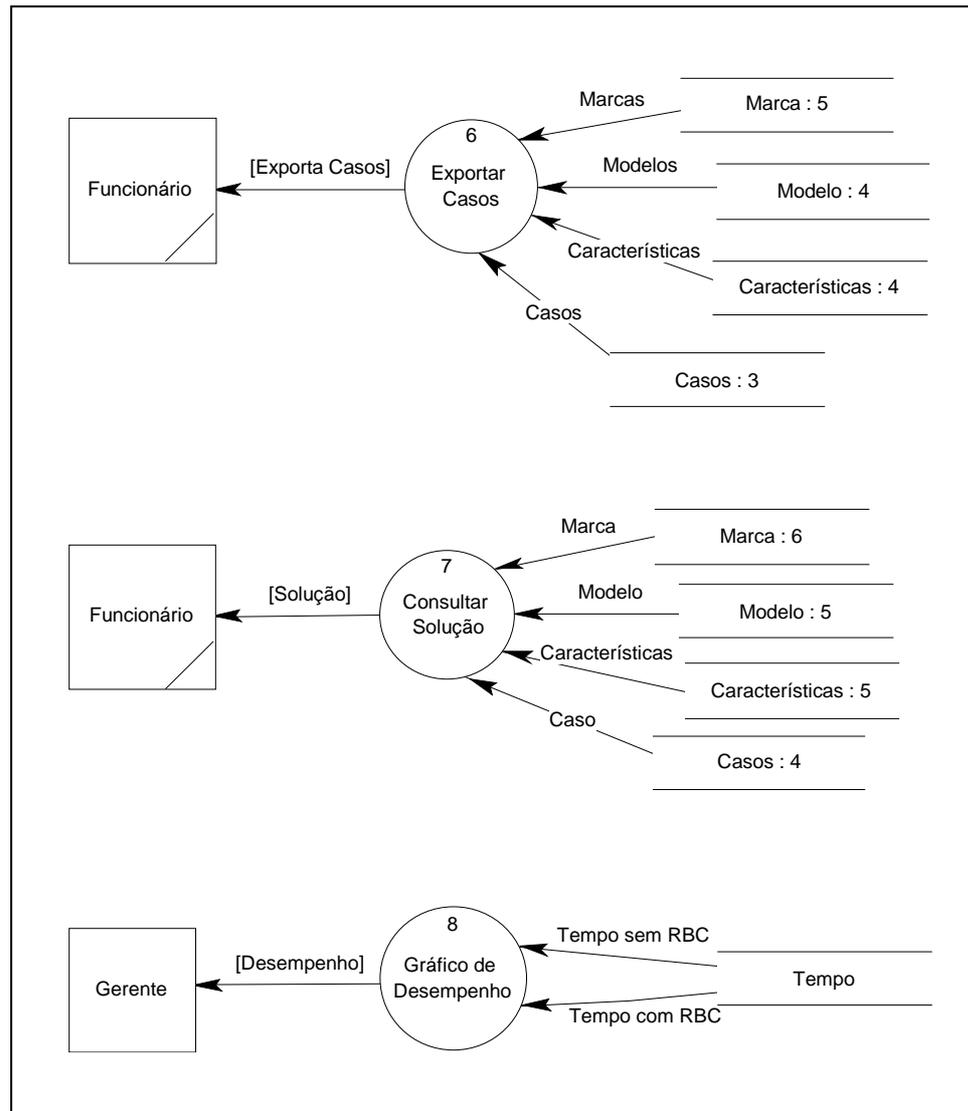


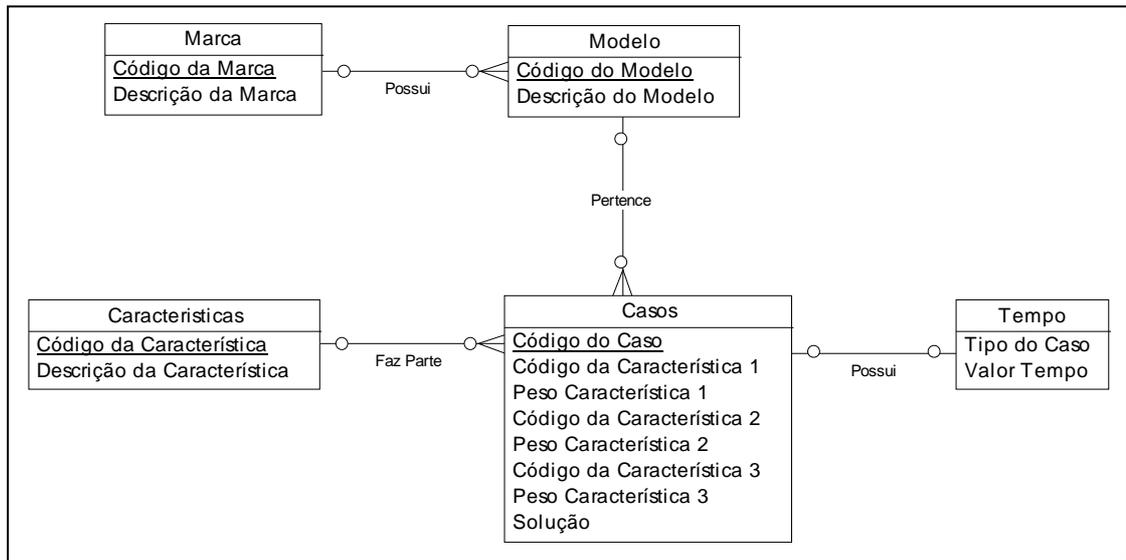
FIGURA 7 - DFD Parte 2



6.1.4 MODELO ENTIDADE-RELACIONAMENTO DO SISTEMA

O Modelo Entidade Relacionamento Lógico do sistema é apresentado na figura 8. No modelo lógico, são apresentados os nomes dos campos, ao contrário do modelo físico que apresenta os códigos dos campos.

FIGURA 8 - MER Lógico



6.1.5 DICIONÁRIO DE DADOS DO SISTEMA

O dicionário de Dados do Sistema demonstra o nome do campo (name), o código (code), o tipo (type), se ele é um campo chave (P) e se é um campo obrigatório (M).

Na tabela 2 é possível visualizar os campos pertencentes à tabela que armazena os dados referentes as marcas.

TABELA 2 - Marcas

Name	Code	Type	P	M
Código da Marca	COD_MARCA	I	Yes	Yes
Descrição da Marca	DES_MARCA	A15	No	No

Na tabela 3 é possível visualizar os campos pertencentes à tabela que armazena os dados referentes aos modelos.

TABELA 3 - Modelos

Name	Code	Type	P	M
Código do Modelo	COD_MODELO	A10	Yes	Yes
Código da Marca	COD_MARCA	I	No	No

Name	Code	Type	P	M
Descrição do Modelo	DES_MODELO	A15	No	No

Na tabela 4 é possível visualizar os campos pertencentes à tabela que armazena os dados referentes aos casos.

TABELA 4 - Casos

Name	Code	Type	P	M
Código do Caso	COD_CASO	I	Yes	Yes
Código do Modelo	COD_MODELO	A10	No	No
Código da Característica 1	COD_CARACTERISTICA_1	I	No	No
Peso Característica 1	PESO_CARAC_1	I	No	No
Código da Característica 2	COD_CARACTERISTICA_2	I	No	No
Peso Característica 2	PESO_CARAC_2	I	No	No
Código da Característica 3	COD_CARACTERISTICA_3	I	No	No
Peso Característica 3	PESO_CARAC_3	I	No	No
Solução	SOLUCAO	A255	No	No

Na tabela 5 é possível visualizar os campos pertencentes à tabela que armazena os dados referentes as características.

TABELA 5 - Características

Name	Code	Type	P	M
Código da Característica	COD_CARACTERISTICA	I	Yes	Yes
Descrição da Característica	DES_CARACTERISTICA	A25	No	No

Na tabela 6 é possível visualizar os campos pertencentes à tabela que armazena os dados referentes ao tempo gasto para solucionar um caso.

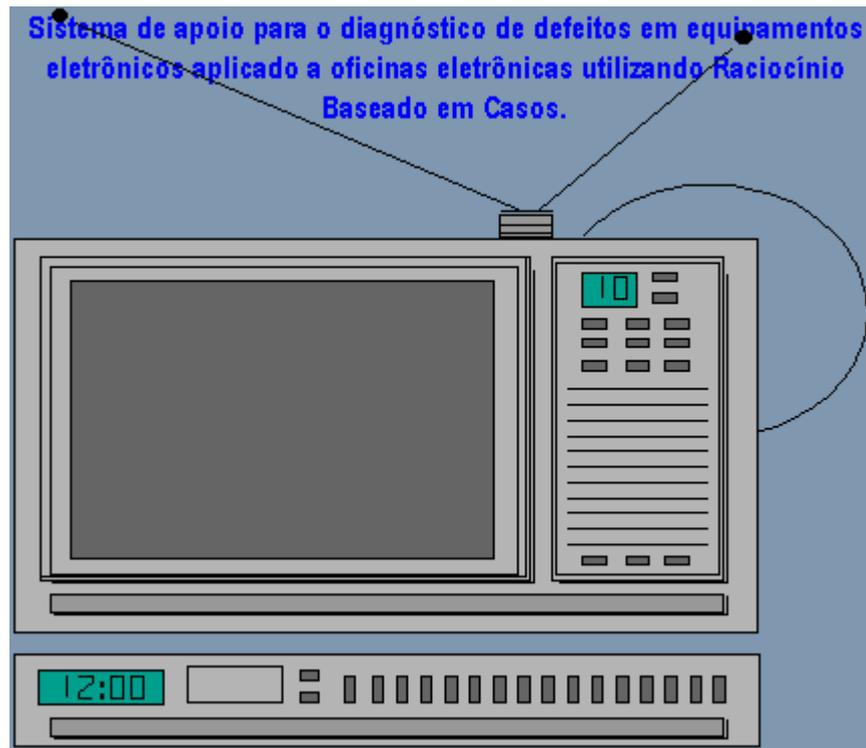
TABELA 6 - Tempo

Name	Code	Type	P	M
Código do Caso	COD_CASO	I	Yes	Yes
Tipo do Caso	TIPO_DO_CASO	A10	No	No
Valor Tempo	VLR_TEMPO	N	No	No

6.2 APRESENTAÇÃO DAS TELAS

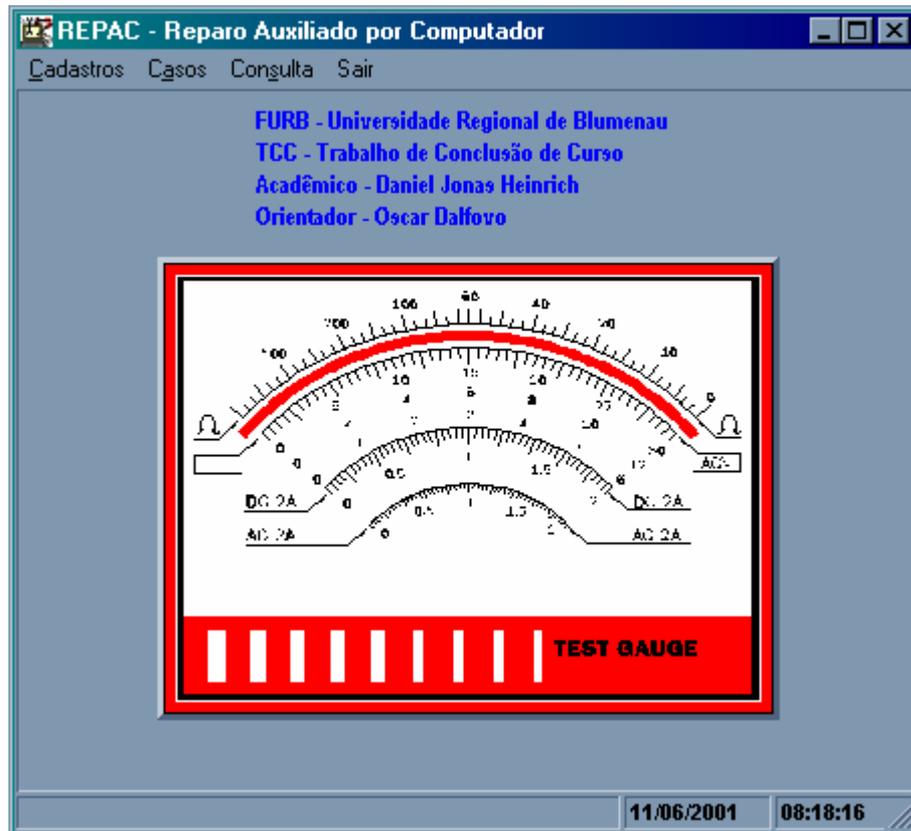
Algumas telas do sistema serão demonstradas neste tópico. Na figura 9 pode ser visualizada a tela de apresentação do sistema, a qual aparece por alguns segundos assim que o sistema é acessado.

FIGURA 9 - Tela de Apresentação



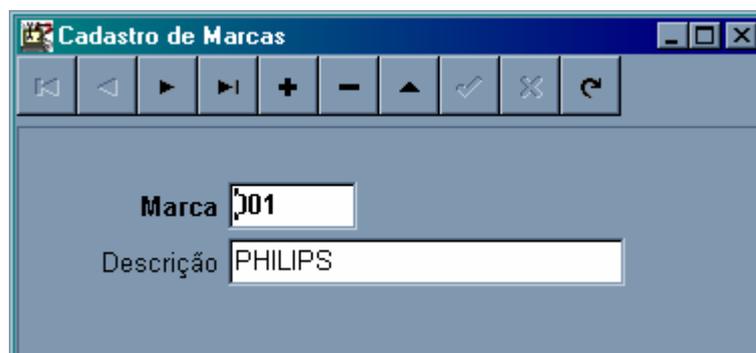
Na figura 10 é possível visualizar a tela principal do sistema, aonde o técnico pode escolher a opção desejada. Clicando em Cadastros o técnico terá acesso aos cadastros do sistema, entre eles Cadastro de Marcas, Cadastro de Modelos, Cadastro de Características e Cadastro de Novos Casos. Clicando em Casos se terá acesso as telas de importação e exportação de casos e clicando em Consulta se poderá ter acesso a consulta de casos cadastrados e ao gráfico de desempenho do sistema.

FIGURA 10 - Tela Principal do Sistema



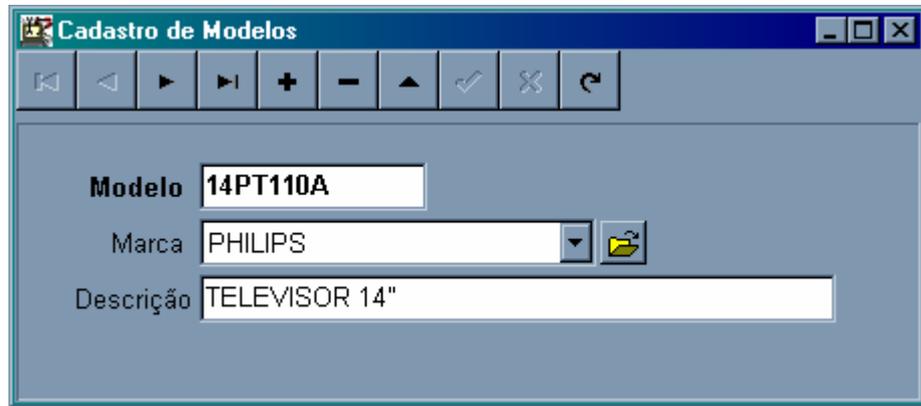
Na figura 11 é possível visualizar a tela do cadastro de marcas onde o técnico efetua o cadastro das marcas que futuramente serão utilizadas no cadastro de modelos e de casos.

FIGURA 11 - Tela de Cadastro de Marcas



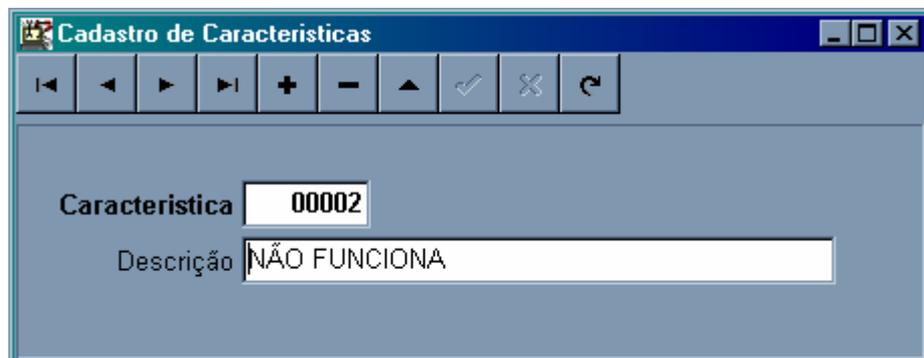
Na figura 12 é possível visualizar a tela do cadastro de modelos onde o técnico efetua o cadastro dos mesmos que futuramente serão utilizadas no cadastro de casos.

FIGURA 12 - Tela do Cadastro de Modelos



Na figura 13 é possível visualizar a tela de cadastro de características onde o técnico efetua o cadastro de características que futuramente irão compor um caso.

FIGURA 13 - Tela de Cadastro de Características



Na figura 14 é possível visualizar a tela de cadastro de novos casos onde o técnico efetua o cadastro dos mesmos utilizando-se dos dados cadastrados anteriormente. Nesta mesma tela também são atribuídos os pesos das características que compõem este caso, o valor dos pesos é definido pelo técnico conforme o grau de importância de cada característica.

FIGURA 14 – Tela de Cadastro de Novos Casos

Cadastro de Casos

Caso: 000001

Marca: PHILIPS

Modelo: 14PT110A

1ª Característica: NÃO FUNCIONA (Peso: 04)

2ª Característica: LED FICA ACESO DIRETO (Peso: 03)

3ª Característica: (+10V, +5V)TENSÕES BAIXAS (Peso: 03)

Solução: Verificar IC7600 (Micro) pino 42 em curto com o terra.

Na figura 15 é possível visualizar a tela de confirmação para a exportação de casos.

FIGURA 15 – Tela de Confirmação de Exportação de Casos

Confirm

Confirma a exportação dos casos para o arquivo Casos.txt ?

Yes No

A partir do momento em que se confirma a exportação de casos todos os casos cadastrados no sistema são copiados para o arquivo Casos.txt, cujo *layout* é demonstrado na tabela 7.

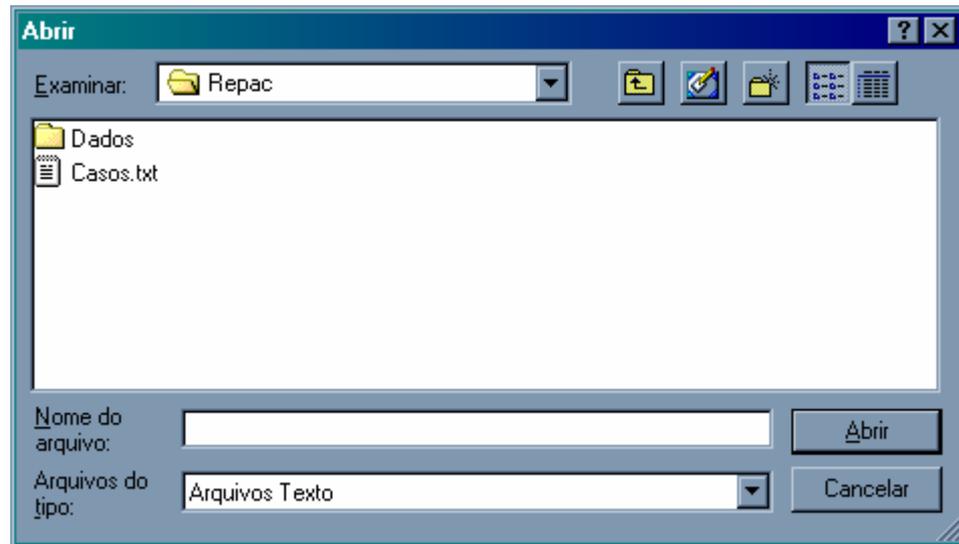
TABELA 7 – Casos.txt

Código do Caso	Inteiro(6)
Código da Marca	Inteiro(3)
Descrição da Marca	Caracter(15)
Código do Modelo	Alfanumérico(10)
Descrição do Modelo	Alfanumérico(15)
Código da Característica 1	Inteiro(5)
Descrição da Característica 1	Alfanumérico(25)
Peso da Característica 1	Inteiro(2)
Código da Característica 2	Inteiro(5)
Descrição da Característica 2	Alfanumérico(25)
Peso da Característica 2	Inteiro(2)
Código da Característica 3	Inteiro(5)
Descrição da Característica 3	Alfanumérico(25)
Peso da Característica 3	Inteiro(2)
Solução	Alfanumérico(255)

O uso de arquivos texto para a importação/exportação de casos neste sistema propicia algumas facilidades, tais como a troca de informações entre oficinas eletrônicas proporcionando o enriquecimento da base de conhecimento do RBC. Da mesma forma, facilitaria a troca de informações com os fabricantes de produtos eletrônicos e oficinas pois os fabricantes poderiam oferecer atualizações periódicas para a base de conhecimento do RBC, proporcionando desta maneira um melhor suporte técnico para as oficinas.

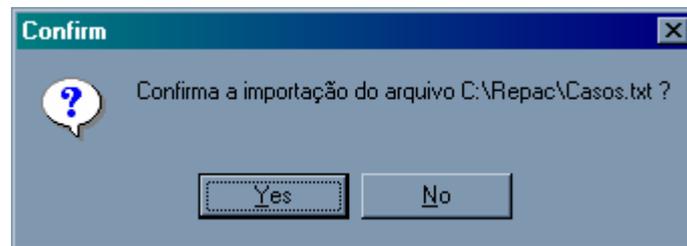
Na figura 16 pode-se visualizar a tela onde será aberto o arquivo para a importação de casos. O arquivo para a importação segue o mesmo *layout* da exportação que foi descrito anteriormente na tabela 7.

FIGURA 16 – Tela de Importação



Na figura 17 é mostrada uma tela de confirmação para a importação de casos.

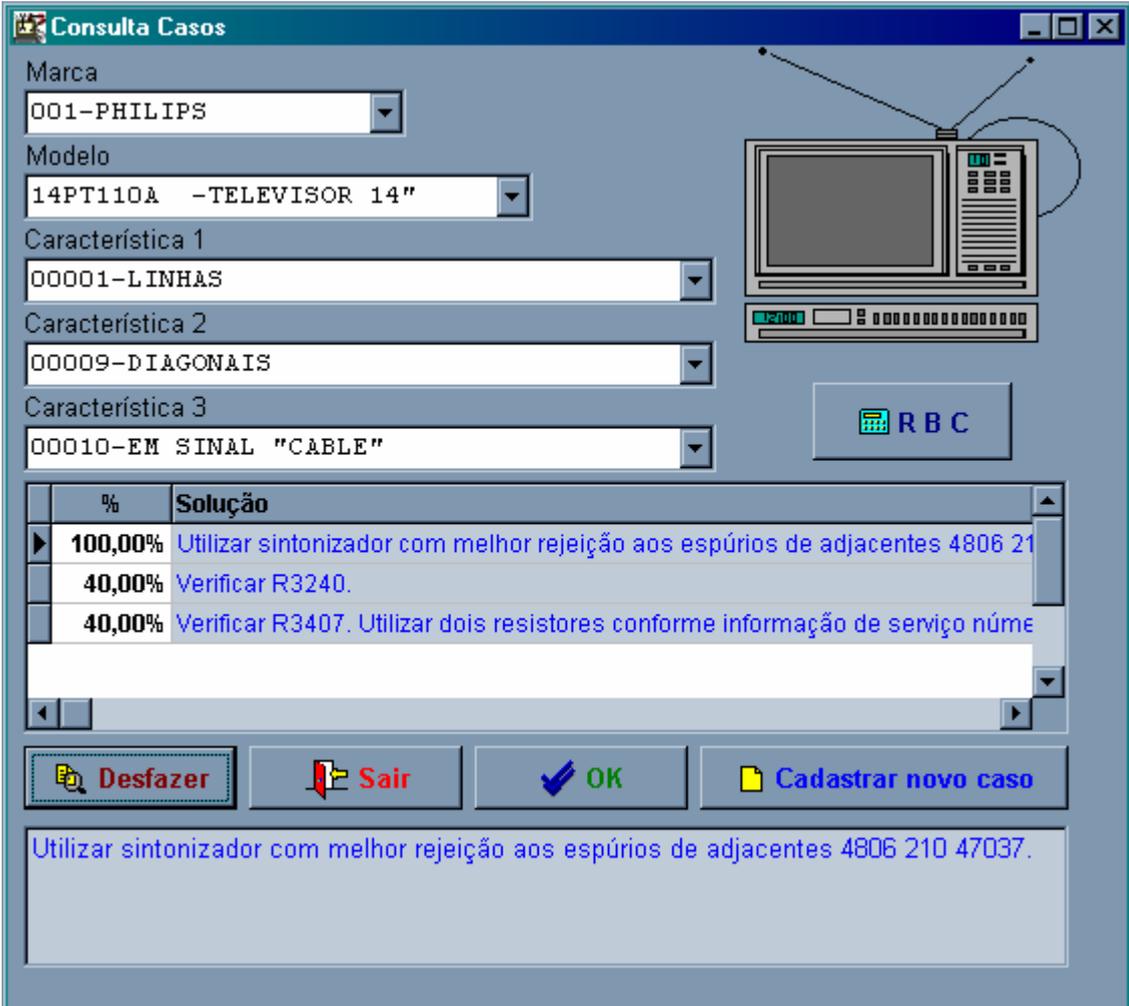
FIGURA 17 – Confirma Importação



Após a confirmação da importação os dados dos novos casos são inseridos em suas respectivas tabelas, tomando o cuidado de manter os casos existentes na base de dados.

Na figura 18 pode-se visualizar a tela de consulta de casos. Nesta tela o técnico seleciona a marca e o modelo do aparelho e informa as características do defeito, ao clicar no botão RBC o sistema fará uma busca na base de casos procurando os casos mais similares. Ao encontrar casos com características similares estes terão sua solução demonstrada na tela com seu respectivo percentual de similaridade.

FIGURA 18 – Consulta de Casos



Consulta Casos

Marca
001-PHILIPS

Modelo
14PT110A -TELEVISOR 14"

Característica 1
00001-LINHAS

Característica 2
00009-DIAGONAIS

Característica 3
00010-EM SINAL "CABLE"

RBC

%	Solução
100,00%	Utilizar sintonizador com melhor rejeição aos espúrios de adjacentes 4806 21
40,00%	Verificar R3240.
40,00%	Verificar R3407. Utilizar dois resistores conforme informação de serviço núme

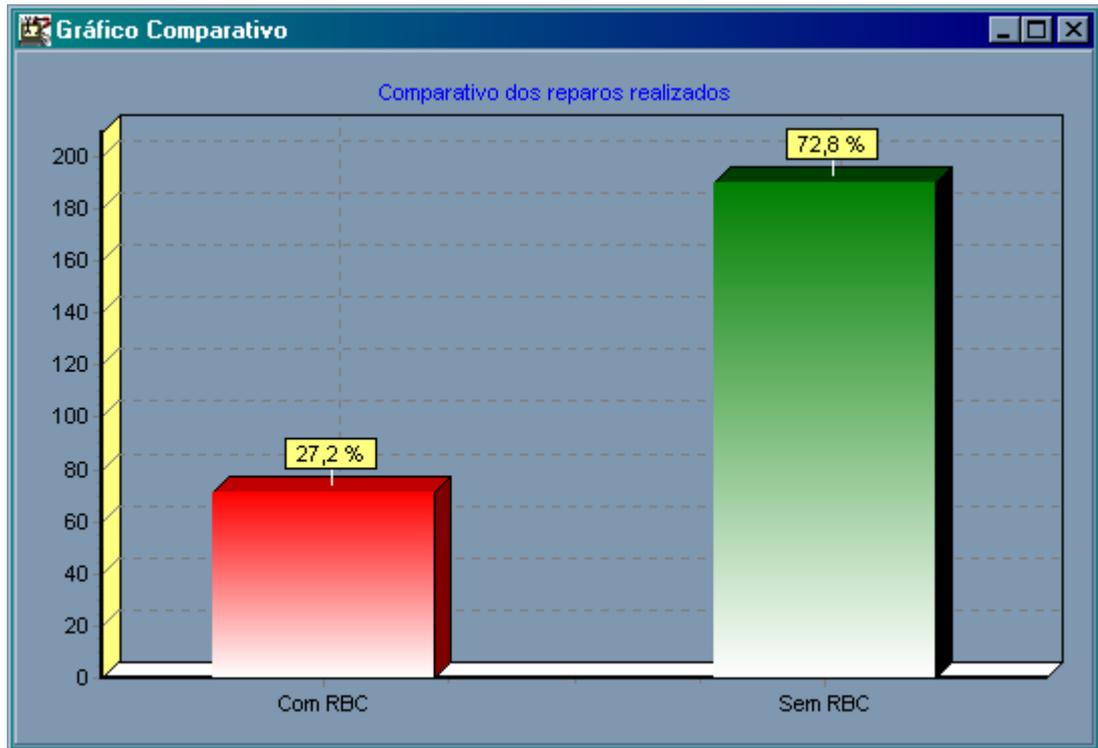
Desfazer Sair OK Cadastrar novo caso

Utilizar sintonizador com melhor rejeição aos espúrios de adjacentes 4806 210 47037.

Se porventura nenhuma das soluções encontradas pelo RBC solucionar o problema em questão o técnico deverá recorrer a outros meios para solucioná-lo. Entre eles recorrer ao suporte técnico do fabricante ou manual de serviço do aparelho. Após resolver o problema o técnico têm a opção de cadastrar o novo caso na mesma tela de consulta.

Na figura 19 pode-se visualizar um gráfico comparativo gerado pelo próprio sistema que demonstra o tempo médio para o conserto de um aparelho com ajuda do RBC e sem a ajuda do RBC,

FIGURA 19 – Gráfico Comparativo



Os dados para a elaboração deste gráfico são obtidos na tela de Consulta de Casos demonstrada anteriormente. Após clicar no botão RBC na Tela de Consulta além de demonstrar as soluções encontradas é guardada em uma variável a hora do sistema naquele momento. Caso uma das possíveis soluções resolva o problema o técnico irá clicar no botão OK, neste momento é calculado o tempo gasto para resolver o problema com ajuda do RBC. Caso nenhuma das soluções demonstradas resolva o problema o técnico irá resolve-lo por outros métodos, isto significa que terá que cadastrar um novo caso. Ao clicar no botão Cadastrar novo caso na tela de consulta além de abrir a tela de cadastro de novos casos, será calculado o tempo que foi gasto para resolver o problema sem a ajuda do RBC.

Estes tempos após serem calculados serão gravados na tabela tempo, afim de serem recuperados posteriormente para a elaboração do gráfico.

FIGURA 20 – Linhas de código referentes à fórmula da similaridade

```
peso := 0;
qrCasTOTAL_PESO.Value := qrCasPESO_CARACT1.Value +
qrCasPESO_CARACT2.Value + qrCasPESO_CARACT3.Value;
if qrCasCOD_CARACT1.Value = strtoint(copy(Caract1.Text,1,5)) then
  peso := peso + qrCasPESO_CARACT1.Value;
if qrCasCOD_CARACT2.Value = strtoint(copy(Caract2.Text,1,5)) then
  peso := peso + qrCasPESO_CARACT2.Value;
if qrCasCOD_CARACT3.Value = strtoint(copy(Caract3.Text,1,5)) then
  peso := peso + qrCasPESO_CARACT3.Value;
qrCasPERC_PESO.Value := (peso / qrCasTOTAL_PESO.Value) * 100;
```

7 CONCLUSÃO

O sistema desenvolvido nesse trabalho mostrou-se útil para as oficinas eletrônicas, pois fornece subsídios para que os problemas encontrados nos aparelhos sejam resolvidos mais rapidamente. Isto pode ser comprovado após o sistema ser instalado e utilizado em uma oficina eletrônica.

Este sistema mostrou-se eficiente na troca de informações entre oficinas eletrônicas, possibilitando o aumento do conhecimento armazenado na base de dados de cada uma das oficinas. Outra característica que se destacou foi a possibilidade de treinar novos técnicos utilizando como referência os casos armazenados pelo sistema.

É possível afirmar que o uso do RBC na resolução de problemas em aparelhos eletrônicos trouxe resultados expressivos. Através da regra da similaridade, foi possível demonstrar o grau de probabilidade de os casos encontrados serem a solução para o problema em questão.

A Análise Essencial mostrou-se eficaz em sua aplicação nesse sistema. Através dela, foi possível especificar o sistema, sem enfrentar maiores dificuldades. A ferramenta *CASE Power Designer* foi adequada no decorrer da análise essencial.

No decorrer de todo esse trabalho, que me permitiu pesquisar técnicas e conhecer mais a fundo a realidade das oficinas eletrônicas, tendo a oportunidade de aplicar na prática o que aprendi na teoria.

7.1 DIFICULDADES

Uma das dificuldades encontradas na realização desse trabalho foi a falta de material didático em relação as oficinas eletrônicas.

Outro problema foi o levantamento das informações sobre os casos com os técnicos. Os mesmos têm medo de perder o emprego, e por essa razão oferecem resistência para transmitir informações.

7.2 SUGESTÕES PARA TRABALHOS FUTUROS

Como sugestão para trabalhos futuros pode-se citar o desenvolvimento de sistemas similares a este, porém aplicados a outras áreas, como por exemplo oficinas mecânicas. Podem ser aplicadas técnicas diferentes do RBC, tais como Sistemas Especialistas.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AAMODT, Agnar. **Foundational issues, methodological variations, and system approaches**. Agnar Aamodt, Enric Plaza. Artificial Intelligence Communications, IOS Press, v. 7:1, p. 39-59. 1994.

ABEL, Mara. **Um estudo sobre raciocínio baseado em casos**. Porto Alegre: UFRGS, 1996.

ALVES, William Pereira. **MS-ACCESS 7.0 para Windows 95**. São Paulo: Érica, 1996.

BARRETO, Jorge Muniz. **Inteligência artificial no limiar do século XXI**. Florianópolis: PPP, 1997.

BITTENCOURT, Guilherme. **Inteligência Artificial: ferramentas e teorias**. Florianópolis: UFSC, 1998.

BUGMANN, Regiane. **Protótipo de sistema de informação para o plantio de árvores frutíferas usando Raciocínio Baseado em Casos**. 1999. 73f. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Ciências da Computação) - Centro de Ciências Exatas e Naturais, Universidade Regional de Blumenau.

CARVALHO, Raquel Regis Azevedo de. **Função de Crença como ferramenta para solucionar diagnóstico em Raciocínio Baseado em Casos**. Brasília: UNB, 1996.

DALFOVO, Oscar; AMORIM, Sammy Newton. **Quem tem informação é mais competitivo**. Blumenau: Acadêmica, 2000.

DAMASCENO, Américo Jr. **Aprendendo Delphi em Windows 95**. São Paulo: Érica, 1995.

FAYYAD, U.M.; SHAPIRO, G.P.; UTHURUSAMY, R. **Advances in knowledge discovery and data mining**. Massachusetts: The MIT Press, 1996.

FERREIRA, Aurélio Buarque de Holanda. **Minidicionário da língua portuguesa**. 2. ed. Rio de Janeiro: Nova Fronteira, 1989.

FISHER, Alan S. **CASE: Utilização de ferramentas para desenvolvimento de software.** Tradução Info-Rio. Rio de Janeiro: Campus, 1990.

FURLAN, José Davi. **Sistemas de informação executiva: como integrar os executivos ao sistema informacional das empresas, fornecendo informações úteis e objetivas para suas necessidades estratégicas e operacionais.** São Paulo: Makron Books, 1994.

GAEBLER, Ana Cristina. **Sistema de controle da qualidade para produção de manufatura utilizando Raciocínio Baseado em Casos.** 1999. 61f. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Ciências da Computação) - Centro de Ciências Exatas e Naturais, Universidade Regional de Blumenau.

GALANTE, Luis Claudio. **Construindo aplicações com Access 2.0 para Windows.** São Paulo: Érica, 1994.

GALVÃO, Carlos; XAVIER, Mariana; CABRAL, Matheus. **Inteligência artificial: introdução, problemas e paradigmas,** 1997. Disponível em: <<http://www.di.ufpe.br/~mcag/icc/index.html>>. Acesso em: 10 abr. 2001.

GRAHL, Everaldo Artur. **Engenharia de software.** Disponível em: <<http://www.furb.rct-sc.br/~egrahl/>>. Acesso em: 16 jul. 2001.

HEINRICH, Luciane Tondorf. **Sistemas de informação aplicados a lojas de confecções do Alto Vale do Itajaí-SC utilizando Raciocínio Baseado em Casos.** 2000. 72f. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Ciências da Computação) - Centro de Ciências Exatas e Naturais, Universidade Regional de Blumenau.

HEINZLE, Roberto. **Protótipo de uma ferramenta para criação de sistemas especialistas baseados em regras de produção.** 1995. 145f. Tese (Mestrado) – Universidade Federal de Santa Catarina.

JOÃO, Belmiro do Nascimento. **Metodologia de desenvolvimento de sistemas.** São Paulo: Érica, 1993.

KOLODNER, Janet L. **Case-based learning**. Boston: Kluwer Academic Publishers, 1993.

MERCADO-GARDNER, Juanita. **Projetando Banco de Dados com Access 2**. São Paulo: Berkeley, 1995.

POMPILHO, S. **Análise essencial**. Rio de Janeiro: Infobook, 1994.

RABUSKE, Renato Antônio. **Inteligência Artificial**. Florianópolis: UFSC, 1995.

REIS, Lisiane Albuquerque; Moema Luz Cargnin. **SDDEP. Uma aplicação na área médica utilizando raciocínio baseado em casos**. Florianópolis: UFSC, 1997.

SHILLER, Larry. **Excelência em software**. São Paulo: Makron Books, 1992.

SWAN, Tom. **Delphi 4: bíblia do programador**. Tradução de Adriana Kramer. São Paulo: Berkeley Brasil, 1999.

VARELA, Geraldo Menegazzo. **Utilização de raciocínio baseado em casos no sistema para controle e gerenciamento de projetos do Instituto de Pesquisa Ambiental**. 1998. 110f. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Ciências da Computação) - Centro de Ciências Exatas e Naturais, Universidade Regional de Blumenau.

WATSON, Ian. **Understanding case-based reasoning**, 1996. Disponível em: <<http://www.salford.ac.uk/survey/igds/mod7/chp07.html>>. Acesso em: 15 Abr. 2001.

WEBER-LEE, Rosina. **Raciocínio Baseado em Casos**, 1996. Disponível em: <<http://www.eps.ufsc.br:80/~martins/fuzzy/RBC/intro.html>>. Acesso em: 25 Abr. 2001.