

**UNIVERSIDADE REGIONAL DE BLUMENAU
CENTRO DE CIÊNCIAS EXATAS E NATURAIS
CURSO DE CIÊNCIAS DA COMPUTAÇÃO
(Bacharelado)**

**PROTÓTIPO DE SISTEMA DE INFORMAÇÃO PARA O
PLANTIO DE ÁRVORES FRUTÍFERAS USANDO
RACIOCÍNIO BASEADO EM CASOS**

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

REGIANE BUGMANN

BLUMENAU, JUNHO/1999

1999/01-49

**PROTÓTIPO DE SISTEMA DE INFORMAÇÃO PARA O
PLANTIO DE ÁRVORES FRUTÍFERAS USANDO
RACIOCÍNIO BASEADO EM CASOS**

REGIANE BUGMANN

ESTE RELATÓRIO, DO 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 CIÊNCIAS DA COMPUTAÇÃO

OSCAR DALFOVO
ORIENTADOR DA FURB

JOSÉ ROQUE VOLTOLINI DA SILVA
COORDENADOR DO TCC

BANCA EXAMINADORA

Prof. Oscar Dalfovo

Prof. Roberto Heinzle

Prof. Maurício Capobianco Lopes

DEDICATÓRIA

A Deus pelo dom da vida...

A meus pais
pelo amor, carinho
e por todo o apoio, dedicação
e lição de vida que me
concedem em todos os dias
de minha vida.

Ao meu filho
que teve que me
dividir com os estudos.

Aos meus professores
que sempre me ajudaram
com a palavra esclarecedora.

SUMÁRIO

SUMÁRIO	IV
LISTA DE FIGURAS	VI
LISTA DE TABELAS	VII
TABELA DE SIGLAS	VIII
RESUMO	IX
ABSTRACT	X
1 INTRODUÇÃO	1
1.1 OBJETIVOS	2
1.2 ESTRUTURA DO TRABALHO	2
2 SISTEMA DE INFORMAÇÕES	4
2.1 SISTEMA DE INFORMAÇÕES GERENCIAIS	4
2.1.1 DEFINIÇÃO DE SISTEMA DE INFORMAÇÕES GERENCIAIS	5
2.1.2 FUNÇÕES DO SISTEMA DE INFORMAÇÕES GERENCIAIS	5
2.1.3 BENEFÍCIOS DO SISTEMA DE INFORMAÇÕES GERENCIAIS AS EMPRESAS	7
3 POMAR DE ÁRVORES FRUTÍFERAS	9
3.1 CLIMA	9
3.1.1 CLASSIFICAÇÃO CLIMÁTICA DAS PLANTAS FRUTÍFERAS	10
3.2 SOLO	12
3.2.1 PROPRIEDADES DOS SOLO	13
3.3 PLANEJAMENTO DO POMAR	13
3.4 IMPLANTAÇÃO DO POMAR	14
3.4.1 PREPARO DO SOLO	15
3.4.2 PREPARO DE COVAS	15
3.4.3 PLANTIO DAS MUDAS	15
3.4.4 ADUBAÇÃO DO POMAR	16
3.5 TRATOS CULTURAIS	17
3.6 PRAGAS E MOLÉSTIAS DO POMAR	18
3.7 COLHEITA DAS FRUTAS	19
4 RACIOCÍNIO BASEADO EM CASOS	20
4.1 HISTÓRICO	20
4.2 O QUE É RACIOCÍNIO BASEADO EM CASOS	22
4.3 ETAPAS DE DESENVOLVIMENTO DE UM SISTEMA RBC	23
4.4 MEMÓRIA DE CASOS	23
4.4.1 REPRESENTAÇÃO DE CASOS	24
4.4.2 INDEXAÇÃO DE CASOS	24
4.5 SIMILARIDADE EM RBC	25
4.6 CICLO RBC	26
4.6.1 RECUPERAÇÃO DE CASOS	27
4.6.2 REUTILIZAÇÃO DO CASO	28
4.6.3 REVISÃO DO CASO	29
4.6.4 RETENÇÃO DO CASO	29
5 TECNOLOGIAS UTILIZADAS	31
5.1 ANÁLISE ESTRUTURADA	31
5.1.1 DIAGRAMA DE FLUXO DE DADOS	31
5.1.2 COMPONENTES DO DFD	32
5.1.3 NÍVELAMENTO DE UM DFD	34
5.1.4 DIAGRAMA DE CONTEXTO	35
5.1.5 DICIONÁRIO DE DADOS	35
5.1.6 DIAGRAMA DE ENTIDADES	35

5.2 FERRAMENTA CASE	36
5.2.1 DESIGNER / 2000.....	38
5.3 BANCO DE DADOS.....	40
5.3.1 BANCO DE DADOS RELACIONAL	41
5.3.2 BANCO DE DADOS ACCESS.....	41
5.4 AMBIENTE DE PROGRAMAÇÃO VISUAL – DELPHI.....	43
6 DESENVOLVIMENTO DO PROTÓTIPO	44
6.1 ESPECIFICAÇÃO DO PROTÓTIPO	44
6.1.1 DIAGRAMA DE CONTEXTO	44
6.1.2 DIAGRAMA DE FLUXO DE DADOS	45
6.1.3 MER.....	46
6.1.4 DICIONÁRIO DE DADOS	47
6.2 IMPLEMENTAÇÃO DO PROTÓTIPO	49
6.2.1 REPRESENTAÇÃO DO CONHECIMENTO	49
6.2.2 AQUISIÇÃO DO CONHECIMENTO	50
6.2.3 INTERFACE COM O USUÁRIO	50
6.2.4 GERENCIAMENTO DA MEMÓRIA DE CASOS	50
6.2.5 MÓDULO DE INFERÊNCIA – RBC	52
6.2.6 APRESENTAÇÃO DO SISTEMA	56
7 CONCLUSÃO	65
7.1 SUGESTÃO PARA TRABALHOS FUTUROS	66
7.2 DIFICULDADES ENCONTRADAS	67
ANEXO I	68
GRUPOS DE PRAGAS.....	68
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	71

LISTA DE FIGURAS

FIGURA 1: O CICLO DO RBC	26
FIGURA 2: DFD.....	34
FIGURA 3: DIAGRAMA DE ENTIDADE-RELACIONAMENTO.....	36
FIGURA 4: HIERARQUIA DIAGRAMÁTICA DE FERRAMENTAS CASE	38
FIGURA 7: DIAGRAMA ENTIDADE RELACIONAMENTO	46
FIGURA 9: TELA PRINCIPAL – POMAR DE ÁRVORES FRUTÍFERAS	56
FIGURA 10: TELA DE CADASTRO DE CLIMAS	57
FIGURA 11: TELA DE CADASTRO DE SOLOS.....	57
FIGURA 14: TELA DE CADASTRO DE PLANTAS.....	59
FIGURA 15: TELA DE PLANTA – OPÇÃO ‘DESCRIÇÃO DOS TRATOS CULTURAIS’	60
FIGURA 16: TELA DE PESQUISA RBC	61
FIGURA 17: TELA DE RESULTADOS – CASOS SELECIONADOS	61
FIGURA 18: TELA DE CASO SELECIONADO NA PESQUISA.....	62
FIGURA 19: TELA DE ENTRADA DO NOVO CASO.	63
FIGURA 20: TELA DE CASOS SELECIONADOS ATRAVÉS DO RBC.	64

LISTA DE TABELAS

TABELA 1: MEMÓRIA DE CASOS	53
TABELA 2: NOVO CASO.....	53
TABELA 3: TABELA DE ATRIBUTOS.....	53
TABELA 4: TABELA DE PESOS.....	54

TABELA DE SIGLAS

CASE – Computer Aided Software Engineering.
DC – Diagrama de Contexto
DER – Diagrama Entidade-Relacionamento.
DLL – Bibliotecas de Funções do DELPHI.
DFD – Diagrama de Fluxo de Dados.
EG – Episódio Generalizado.
E-MOPs – Episodic memory organization packets.
FURB - Universidade Regional de Blumenau.
IA – Inteligência Artificial.
IES – Sistemas de Informações Executiva.
ISO - Organização Internacional para a Normalização.
MER – Modelo Entidade Relacionamento.
MOPs - Memory organization packets.
RBC – Raciocínio Baseado em Casos.
SGA – Sistema de Gestão Ambiental.
SGBD – Sistema de Gerenciamento de Banco de Dados.
SIG – Sistema de Informações Gerenciais.
SSTD – Sistema de Suporte à Tomada de Decisões.
SSTG – Sistema de Suporte à Tomada de Decisão por Grupos.
SSTO – Sistema de Suporte às Transações Operacionais.
TCC – Trabalho de Conclusão de Curso.

RESUMO

O presente trabalho consiste no desenvolvimento de um Sistema de Informação aplicado na implementação de um protótipo de técnicas para o plantio de árvores frutíferas. O protótipo foi desenvolvido com base na tecnologia Raciocínio Baseado em Casos, que tem como fundamento usar o conhecimento e experiências anteriores para ajudar a resolver novos problemas.

ABSTRACT

The current work consist on the development of a Information System applied to the implementation of a prototype of tecniques for the planting of fruity trees. This prototype was developed based on Case Reasoning tecnology, which one has it basic on how to use the preview experiences to help to solve new problems.

1 INTRODUÇÃO

Os Sistemas de Informações surgiram a partir de 1985, com a finalidade de gerar informações oportunas e relevantes para determinada finalidade. Um Sistema de Informações faz com que uma organização se sincronize, obtendo através do sistema todas as informações necessárias à tomada de decisões.

O Brasil, graças a sua situação geográfica, topografia e extensão, tem muitos climas. Em consequência, podem ser cultivadas todas as fruteiras de climas: quente, úmido, semi-árido, temperado e ainda temperado-frio. São cultivadas no Brasil todas as fruteiras de grande valor econômico: a bananeira, o coqueiro-da-baía, cajueiro, goiabeira, macieira, morangueiro, caquizeiro, abacaxieiro e muitas outras frutas, muitas destas existentes somente no Brasil. É fácil cultivar árvores frutíferas, principalmente as mais rústicas e tropicais. Num pomar doméstico, são poucos os tratos culturais. Nos industriais, exigem-se maiores cuidados, mesmo assim inferiores aos exigidos por um trigo, um milho, um algodão, ou um arrozal. As frutas são riquíssimas em vitaminas, possuem espécies variadas que se adaptam em todos os climas brasileiros e ainda de fácil cultivo, e no entanto possuem preços altos [GOM73].

Surgiu a idéia de se empregar neste protótipo a tecnologia de Inteligência Artificial (IA) conhecida como Raciocínio Baseado em Casos (RBC). O RBC tem como propósito a busca de casos resolvidos e armazenados em uma memória de casos, para ajudar na resolução ou interpretação de novos problemas. Em geral RBC trata com problemas como: organização da memória de casos, método para escolher o caso mais semelhante na memória, e métodos para a adequação do caso armazenado com o novo caso.

Sistemas baseados em casos revolucionaram a engenharia de sistemas especialistas por tornarem mais fácil a tarefa de aquisição de conhecimento, considerada o gargalo da construção desses sistemas [ABE96]. O ser humano sempre busca em sua memória, mesmo que inconscientemente, algo que possa comparar com o que está vendo ou ouvindo, e acaba assimilando mais facilmente o seu contexto diário. Por exemplo, o matemático ao tentar resolver um cálculo, é levado a lembranças de problemas anteriores, sendo assim ele segue o raciocínio já utilizado, para resolver este novo cálculo, que pode ser

relembrado no futuro para ajudar na solução de outros cálculos semelhantes, indicando que o matemático aprendeu, com o que foi recordado.

Abordagem em RBC é útil quando o conhecimento é incompleto ou as evidências são confusas, pois o sistema pode fazer hipóteses para preencher o conhecimento incompleto ou errado, baseando-se na experiência que possui. Com isto pode-se obter ótimas ou justas soluções.

Sendo assim, propõe-se neste trabalho, ilustrar a viabilidade de utilização desta técnica no auxílio à recuperação de projetos ambientais, que sejam úteis aos engenheiros florestais à formularem seus novos projetos.

Por ser um ambiente gráfico que utiliza uma interface visual amigável e de fácil utilização o DELPHI é um ambiente de programação muito utilizado no momento para desenvolvimento de aplicações, e será utilizado neste protótipo. O ambiente DELPHI é baseado na linguagem objeto Pascal, e permite acesso a banco de dados relacionais, como o ACCESS. Como metodologia de especificação utilizar-se-á a Análise Estruturada.

1.1 OBJETIVOS

Este trabalho visa apresentar um estudo sobre Sistema de Informações e ainda sobre a tecnologia de Inteligência Artificial conhecida como Raciocínio Baseado em Casos, objetivando a implementação de um protótipo de plantio de árvores frutíferas.

1.2 ESTRUTURA DO TRABALHO

Este trabalho está organizado em sete capítulos assim dispostos.

O primeiro capítulo apresenta como está disposto o texto em relação a sua organização, seus objetivos e introduz o assunto correspondente ao trabalho.

O segundo capítulo apresenta uma abordagem superficial sobre sistemas de informação, apresentando seus conceitos, funções e benefícios.

O terceiro capítulo é um estudo da área de aplicação que servirá de base para implementação do sistema baseado em casos.

No quarto capítulo é descrita a técnica de Raciocínio Baseado em Casos, contendo toda a fundamentação teórica necessária para o desenvolvimento do projeto.

O quinto capítulo contextualiza alguns conceitos das tecnologia usadas para a implementação do protótipo.

No sexto capítulo é apresentado o desenvolvimento do protótipo utilizando RBC, colocando em prática os conhecimentos adquiridos durante a fase de pesquisa discutida nos capítulos anteriores.

Finalmente, no sétimo capítulo são apresentadas as principais conclusões obtidas com o desenvolvimento deste trabalho, sugestões para trabalhos futuros e possíveis dificuldades encontradas.

2 SISTEMA DE INFORMAÇÕES

De acordo com [DAL98], pode-se dizer que, a partir de 1985, a informação passou a ser utilizada, mais orientadamente, como recurso estratégico. A partir desta época, as funções administrativas, foram sendo tratadas de forma individualizada, resultando na criação de vários sistemas para ajudarem os executivos, nos vários níveis hierárquicos, a tomarem decisões. Esses sistemas podem ser classificados como:

- SIE – Sistema de Informações Executivas;
- SSTD – Sistema de Suporte à Tomada de Decisões;
- SSTO – Sistema de Suporte às Transações Operacionais;
- SSTG – Sistema de Suporte à Tomada de Decisão por Grupos.
- SG – Sistema de Gestão Ambiental;
- SIG – Sistema de Informações Gerenciais;

Mais especificamente neste trabalho será abordado o SIG.

2.1 SISTEMA DE INFORMAÇÕES GERENCIAIS

Os sistema de informações gerenciais resolvem uma deficiência crônica nos processos decisórios da maioria das empresas, isto é, a falta de integração das informações. Se o seu desenvolvimento não for adequadamente orientado, estes sistemas tornam-se caros e difíceis de serem implementados nas empresas. Sendo assim, nem todas as organizações usufruirão adequadamente de seu potencial. Se bem gerenciados e executados, os projetos terão sucesso, com resultados bastante positivos para a dinâmica e capacidade competitiva das organizações. Eles podem ser realmente a solução para muitas empresas, mas outras investirão muito dinheiro para pouco retorno. Investir em sistema de informações gerenciais significa, antes de mais nada, saber exatamente do que se necessita e onde se quer chegar com essa solução [DAL98].

2.1.1 DEFINIÇÃO DE SISTEMA DE INFORMAÇÕES GERENCIAIS

A informação permite que decisões sejam tomadas. A decisão é uma ação tomada com base na análise de informações. A informação como um todo, é um recurso vital da empresa e integra, quando devidamente estruturada, os diversos subsistemas e, portanto, as funções das várias unidades organizacionais da empresa. Sistema de Informações Gerenciais são métodos organizados de gerenciar informações passadas, presentes e futuras, relacionadas com as operações internas e o serviço de inteligência externa, servindo de suporte para as funções de planejamento, controle e operação de uma empresa através do fornecimento de informações no padrão de tempo apropriado para assessorar na tomada de decisão [OLI92].

Com o aumento da complexidade interna na empresa e no ambiente de atuação do executivo, o processo de tomada de decisão torna-se mais complexo, fazendo com que o executivo necessite de um sistema de informações eficiente e eficaz, que processem o grande volume de dados gerados e produzam informações válidas, as quais devem ajudar na identificação e solução dos problemas nos vários níveis da empresa (estratégico, tático e operacional). [KOE94], caracteriza os Sistema de Informações Gerenciais como “uma especialidade dos sistemas, preocupados em gerar informações oportunas e relevantes para determinada finalidade”. O melhor sistema de informações gerenciais é aquele que permite ao usuário obter as informações necessárias em tempo hábil e com o menor custo.

2.1.2 FUNÇÕES DO SISTEMA DE INFORMAÇÕES GERENCIAIS

De acordo com [EME80], um conjunto comum de funções básicas pode ser encontrado em todos os sistemas. Conforme abaixo:

- a) ***coleta de dados***: permite o levantamento de dados sobre os acontecimentos que afetam a organização e seu ambiente.

- b) ***método de coleta de dados***: a coleta de dados consiste em dois passos: percepção e registro. O grau de automação com que estes dois passos são dados pode variar desde os métodos completamente manuais até os completamente

automáticos. A percepção pode ser feita através da visão – leitura – audição – escrita de informações feitas oralmente por outra pessoa – ou através de máquinas. Todas as informações devem ser registradas antes de usadas. O instrumento pode ser, papel ou algum material magnético ou fotográfico.

c) ***classificação e indexação de dados:*** quando um evento é registrado, sua descrição deve ser clara para facilitar sua recuperação. Com a classificação de dados é possível associar eventos semelhantes identificando-se os atributos relevantes para fins de decisão. Estes atributos constituem dimensões de um esquema de classificação.

d) ***armazenamento de dados:*** o armazenamento de dados desempenha a função de memória, permitindo que a organização atue com base em informações no passado. Sendo que todo comportamento atual tem suas raízes no passado, a falta de memória paralisaria a organização.

e) ***organização da base de dados:*** a base de dados consiste em todas as informações armazenadas, existentes na organização. Para facilitar a recuperação das informações, a base de dados tem que ser estruturada de modo a revelar relações importantes entre os elementos dos dados. Cada elemento precisa ter uma forma específica e estar associado a um dispositivo de armazenamento físico especificado.

f) ***administração dos dados:*** o objetivo da administração de dados é permitir o acesso às informações contidas na base dos dados. Esta função define como e o que será informado. A administração de dados toma conta da integridade de todas as bases de dados.

g) ***transmissão de dados:*** a transmissão de dados envolve comunicação entre pontos geograficamente separados. A comunicação de informações podem ser feita através do movimento físico do meio em que os dados estão registrados.

h) ***apresentação dos dados:*** esta função diz respeito ao preparo de informações de saída de forma acessível à percepção humana. Permite, assim, a comunicação entre o sistema de informações e os membros da organização.

2.1.3 BENEFÍCIOS DO SISTEMA DE INFORMAÇÕES GERENCIAIS PARA AS EMPRESAS

A utilização adequada de informações extraídas de um Sistema de Informações Gerenciais bem estruturado facilita ao executivo, a tomada de decisão e o posicionamento estratégico da empresa. Segundo [OLI92], o Sistema de Informações Gerenciais pode trazer os seguintes benefícios para as empresas:

- a) redução dos custos das operações;
- b) melhoria no acesso às informações, propiciando relatórios mais precisos e rápidos, com menor esforço;
- c) melhoria na produtividade, tanto setorial quanto global;
- d) melhoria nos serviços realizados e oferecidos;
- e) melhoria na tomada de decisões, através do fornecimento de informações mais rápidas e precisas;
- f) estímulo de maior interação entre os tomadores de decisão;
- g) fornecimento de melhores projeções dos efeitos das decisões;
- h) melhoria na estrutura organizacional, por facilitar o fluxo de informações;
- i) melhoria na estrutura de poder, propiciando maior poder para aqueles que entendem e controlam o sistema;
- j) redução do grau de centralização de decisões na empresa;
- k) melhoria na adaptação da empresa para enfrentar os acontecimentos não previstos, a partir das constantes mutações nos fatores ambientais;
- l) otimização na prestação dos seus serviços aos clientes;
- m) melhor interação com os seus fornecedores;

- n) melhoria nas atitudes e atividades dos funcionários da empresa;
- o) aumento do nível de motivação das pessoas envolvidas;
- p) redução dos custos operacionais;
- q) redução da mão-de-obra burocrática; e
- r) redução dos níveis hierárquicos.

3 POMAR DE ÁRVORES FRUTÍFERAS

Em cada quintal urbano (nas pequenas e médias cidades) ou suburbano (nas metrópoles), deve haver um pomar. Há pomares domésticos, semi-industriais e industriais. Os primeiros e os últimos são bastante diversos em suas finalidades, instalações, dimensões, etc. Os segundos são intermediários. Num pomar doméstico, naturalmente não se pode escolher terra nem localização. Aproveita-se o que existe. Os compassos são pequenos, pois se trata de aproveitar a terra ao máximo. Os pomares semi-industriais são formados para a venda dos produtos, que são entregues para as cooperativas e grandes centros consumidores, onde a aparência e a qualidade são os fatores mais importantes. Os pomares industriais tem como finalidade principal fornecer matéria prima para as indústrias alimentícias, que as transformam em conservas, marmeladas, frutas secas, etc... A aparência da fruta não é tão importante, mas sim sua qualidade.

3.1 CLIMA

Os fatores climáticos são de suma importância no momento da decisão sobre que espécie frutífera deverá ser plantada e em que época do ano isso deverá ocorrer. Cada fruteira tem suas próprias exigências climáticas. Muitas espécies se adaptam melhor em clima quente, não suportando geadas frequentes, principalmente na fase de floração e frutificação. Outras se adaptam melhor em clima frio, necessitando de determinadas horas de frio para um bom desenvolvimento. Não havendo frio suficiente não ocorre florescimento e, conseqüentemente frutificação, ou há polinização deficiente provocando baixa frutificação e produção de frutos deformados ou em maturação desuniforme. Nestes casos, a produção será afetada e os frutos com qualidade prejudicada.

Segundo [CAR98], os fatores climáticos abaixo, são os principais fatores que influem diretamente em uma boa ou má colheita:

- a) a geada é um fator de dano para algumas culturas de clima temperado e tropical. Ocorrendo no momento do florescimento até a frutificação, causa

queda de flores, queimada das folhas ou então prejudica a qualidade dos frutos;

- b) a luminosidade é um fator importante, pois a luz solar tem influência direta no crescimento e desenvolvimento das plantas. As plantas fabricam seu próprio alimento, mas para isso necessitam do fornecimento diário da luz. Sendo assim, conforme a época ou estação do ano tem se dias mais curtos (outono e inverno) ou mais longos (primavera e verão). Pode-se observar que é nos dias mais longos (que também coincidem com temperaturas mais altas) que a maioria das plantas desenvolvem seus frutos, sendo estes de muito melhor qualidade quando expostos diretamente a luz do sol;
- c) outro fator importante é a quantidade de chuvas e umidade relativa do ar. Uma quantidade de chuva muito intensa, poderá propiciar o aparecimento de diversas pragas e doenças, que são beneficiadas pela alta umidade relativa e pelo maior período de molhamento das folhas ou mesmo das raízes. A umidade excessiva torna algumas frutas menos coloridas, saborosas e perfumadas;
- d) ventos ardentes mais ou menos constantes diminuem a fecundação das flores e, em consequência, a frutificação.

As perdas causadas por fatores climáticos poderiam ser evitadas se o fruticultor fosse mais informado, e este, conseqüentemente, conseguiria solucionar grande parte dos problemas, aumentando sua produção, seja esta para consumo caseiro ou mesmo para finalidades comerciais.

3.1.1 CLASSIFICAÇÃO CLIMÁTICA DAS PLANTAS FRUTÍFERAS

Para [CAR98], são três as categorias das plantas frutíferas, de acordo com as condições climáticas:

- a) ***Frutíferas de clima temperado:*** algumas frutas preferem um clima temperado, com inverno sensível mas suave e úmido e um verão seco e ardente. São espécies que apresentam seu melhor desenvolvimento em temperaturas baixas e amenas, pois entram em seu estado de dormência no final do outono e início do inverno. Neste período, estas plantas se encontram num repouso vegetativo, perdendo todas as folhas. Nesta fase, a planta reserva a maior quantidade possível de nutrientes, para que, na primavera quando a umidade se alia a um calor suficiente, as suas brotações venham com toda força. As principais plantas caracterizadas como de clima temperado são: macieira, pessegueiro, ameixeira, pereira, videira, cerejeira e noqueira pecã entre outras.
- b) ***Frutíferas de clima subtropical:*** as plantas de clima subtropical apresentam uma menor resistência a baixas temperaturas, pois necessitam de pouco frio. Quanto mais baixa for a temperatura no inverno, mais tardio será o florescimento. Assim uma fruta plantada em uma região mais fria, pode ter um atraso na época de maturação dos frutos de até 45 dias em relação às regiões mais quentes de plantio. Para estas plantas, existe uma temperatura-base inferior e outra tida como superior. Abaixo e acima destas, respectivamente, as plantas não se desenvolvem ou então tem uma redução muito intensa no crescimento. As plantas subtropicais necessitam armazenar uma quantidade de energia, para que possam completar determinadas fases do ciclo da cultura. As principais frutas de clima subtropicais são: citros (laranjas, limões, limas, tangerinas, pomelos e cidras), abacate, caqui, jabuticaba, goiaba, nêspera e outras.
- c) ***Frutíferas de clima tropical:*** estas plantas não perdem folhas durante o outono/inverno, pois nesse período as plantas de clima tropical se desenvolvem em locais de temperaturas mais altas. Nos locais mais frios, estas plantas tem seu crescimento e desenvolvimento comprometidos, pois não toleram temperaturas baixas. Existem algumas variedades melhoradas geneticamente para se adaptarem melhor em regiões de temperaturas um pouco mais amenas, ampliando um pouco mais as regiões tidas como próprias para o cultivo. São plantas de clima tropical: bananeira, cajueiro, abacaxizeiro, mamoeiro, mangueira, maracujazeiro e coqueiro da Bahia, entre outras.

3.2 SOLO

O solo é um elemento natural de extrema importância para o sucesso do cultivo de frutíferas, principalmente porque se caracterizam como plantas perenes, variando muito sua produtividade em função da qualidade do solo. As plantas perenes, como é o caso das frutíferas, possuem características diferentes de plantas de ciclo anual (milho, soja ou feijão) quanto às suas exigências em fertilidade do solo, disponibilidade de nutrientes e tipo de solo. Como o sistema radicular é mais profundo que o dos anuais, exploram um volume maior de solo, buscando nutrientes também em camadas mais profundas, resistindo assim à estiadas porque as raízes profundas sempre encontrarão a água necessária [GOM73].

Se o solo for raso e o subsolo pedregoso ou excessivamente argiloso, o sistema radicular não se expandirá suficientemente. A frutificação será pequena e irregular, esta será uma árvore fraca e anêmica. Os melhores solos serão profundos, com boa fertilidade, permeável e bem drenado [CAR98].

A topografia do terreno deverá ser relativamente plana, ou será preciso tomar alguns cuidados referente a erosão, e ao empobrecimento do mesmo. Solos de meia-encosta com elevações não muito acentuadas podem ser usados para o cultivo de plantas de climas mais frios [GOM73].

A umidade do solo também deve ser levada em consideração, deve-se optar por solos com características físicas intermediárias. Deve-se evitar solos muito argilosos para não haver problemas como a falta de aeração das raízes, compactação e encharcamento, facilitando-se assim a erosão. Os solos arenosos, também facilitam o processo da erosão, pois não retêm água para manter a umidade que as raízes necessitam e ocasionam problemas relacionados à fertilidade [GOM73].

Solos muito ácidos limitam o sistema radicular das plantas, tanto por dificultarem a absorção de muitos nutrientes pelas raízes da planta, como por aumentarem a influência do Alumínio, elemento tóxico para as plantas em condições de muita acidez do solo.

3.2.1 PROPRIEDADES DOS SOLO

Para [CAR98], o solo possui duas propriedades: a física e a química, conforme abaixo:

- a) **propriedades físicas:** são as características que se referem à quantidade de areia e argila existentes no solo, às condições de drenagem e de aeração, à profundidade possível de exploração do sistema radicular, à presença de pedras e à permeabilidade. Estas características interferem diretamente na capacidade do solo em armazenar e reter água e nutrientes. São caracterizadas pela distribuição em tamanho das partículas (argila, silte e areia) que estão arranjadas ou distribuídas no solo. Estas propriedades do solo influenciam principalmente a aeração, infiltração e armazenamento de água, bem como a disponibilidade de nutrientes para as plantas.

- b) **propriedades químicas:** se referem à presença dos nutrientes considerados indispensáveis ao crescimento e desenvolvimento radicular da planta. Estão relacionados a quantidade de matéria orgânica existente, os teores de nutrientes encontrados no solo, o grau de acidez, a presença do Alumínio, considerado tóxico às raízes, e ainda a capacidade que o solo tem de reservar seus nutrientes e liberá-los à medida em que haja necessidade da planta em absorvê-los.

3.3 PLANEJAMENTO DO POMAR

As fruteiras levam de 2 a 3 anos para iniciar sua produção, por isso o pomar deve ser planejado corretamente antes de sua implantação para se evitar que se perca tempo e dinheiro plantando uma espécie erroneamente. Antes de plantar deve-se levar principalmente em conta:

- a) a adaptação da espécie escolhida no solo e clima do lugar;

- b) tamanho da área disponível e produção desejada.

O solo pode ser arenoso, argiloso ou misto. O importante é que tenha uma boa profundidade efetiva (mais de 1,0m) e boa drenagem. Quanto a fertilidade, se for baixa, basta adubar mais [CAR98].

O clima já é mais importante pois espécies que não suportam, de modo algum, geadas e ou o frio, como é o caso da banana, do abacaxi, da manga e do maracujá, não podem ser plantadas em regiões de clima frio ou temperado. Dentro das espécies de clima temperado existem, no entanto, variedades (mais precoces) que podem se adaptar a climas subtropicais como é o caso de frutíferas de caroço, como videira, caquizeiro, figueira e macieira [CAR98].

Se a área disponível para o pomar é limitada (terreno urbano, por exemplo) então o planejamento das espécies e o número de mudas a plantar (de preferência, de pequeno porte) vai limitar-se a esse espaço. Quando o espaço disponível é de médio a grande, então é possível definir a produção desejada por espécies baseado na necessidade de consumo. Com as frutas selecionadas (conforme o clima e solo), estima-se o número necessário de mudas, baseado na produtividade de cada espécie. Conhecendo a época de produção de cada variedade define-se a combinação de espécies e variedades visando escalonar a colheita de modo que se tenha produção o ano todo [CAR98].

3.4 IMPLANTAÇÃO DO POMAR

Pomares bem instalados e conduzidos podem ser explorados por mais de 20 anos, passando de uma geração para outra como uma herança de dedicação à natureza. Um dos aspectos mais importante na implantação de um pomar é a qualidade da muda adquirida. O plantio de mudas de baixa qualidade compromete a produtividade e a vida útil do pomar, sendo o resultado muitas vezes tão desastroso e sem solução, que a única saída é a erradicação das plantas e nova implantação do pomar. Segundo [GOM73], para considerar uma muda de boa qualidade é necessário observar três aspectos básicos: qualidades físicas (refere-se à estrutura dos ramos e raízes da muda), sanitárias (diz respeito à ausência de pragas e doenças) e genéticas (a qualidade genética da muda não pode ser observada antes de o pomar entrar em produção).

Segundo [NAG86], para a implantação do pomar é necessário:

3.4.1 PREPARO DO SOLO

O terreno deve ficar completamente limpo de tocos, ramos e raízes. A implantação do pomar não pode ser feita logo após o desmatamento. Deva-se esperar no mínimo dois anos para que o resíduo vegetal se decomponha. O preparo do solo é realizado com aração e gradagens, que servem para desterroar o solo e incorporar os fertilizantes corretivos. Conforme [GOM73] a aração pode ser realizada em número de uma ou duas, dependendo da condição do solo. É melhor que se faça duas, uma num sentido e a outra perpendicular a primeira. A aração deve ser feita após a aplicação dos fertilizantes e corretivos, permitindo uma incorporação mais profunda

3.4.2 PREPARO DE COVAS

A cova cria um ambiente quase perfeito para o crescimento inicial das raízes, que encontram um solo com boa aeração, equilibrado nutricionalmente e com bom teor de matéria orgânica. Uma cova bem preparada não deve ter menos do que 50x50x50cm. O tamanho limite vai depender da mão-de-obra disponível para o preparo, já que é uma operação trabalhosa, mas em geral não são utilizadas covas maiores do que 80x80x60cm [NAG86].

As covas devem ser preparadas com no mínimo 90 dias de antecedência do plantio se o adubo orgânico não for bem curtido, ou 30 dias se for bem curtido. A adubação variará com a fertilidade do solo, a planta e até com as possibilidades do fruticultor. Infelizmente no Brasil os fertilizantes são muito caros. Usam-se então o estrume de curral, na falta deste pode-se usar o composto [GOM73]. Misturam-se com o estrume ou o composto, alguns fertilizantes concentrados, nitrocálcio, farinha de ossos, superfosfatos, cloreto ou sulfato de potássio. Em alguns casos, como corretivo que também aduba, um pouco de calcário dolomítico no fundo da cova, de mistura com terra da superfície, é aconselhável [NAG86].

3.4.3 PLANTIO DAS MUDAS

O plantio das mudas de plantas tropicais e subtropicais se faz geralmente na primavera ou no início da estação chuvosa, sendo esta a melhor época no entanto podem ser

plantadas durante todo o ano. As plantas de clima temperado são plantadas no inverno, quando estão em estado de repouso. Sempre que possível, se faz o plantio num dia chuvoso ou pelo menos nublado e fresco.

No plantio, distribuem-se bem as raízes, procurando estender o sistema radicular em todos os sentidos. Não se planta muda com o vasilhame. Se estiver em uma lata, numa caixa ou plástico, primeiro deve-se libertá-la, tomando o cuidado de não estragar o torrão [GOM73].

Coloca-se a muda cuidadosamente na cova. A muda deve ficar com a parte superior do torrão uns 10cm acima do nível do terreno. Comprime-se a terra da superfície, aprofunda-se um pouco o solo em torno da planta, formando uma bacia onde se acumulará a água da rega. Após a rega, põe-se uma camada espessa de capim seco ou palha na bacia, ao redor da planta, para manter o solo úmido [GOM73]. A última operação do plantio é a irrigação, que deve ser feita independentemente da ocorrência da chuvas.

3.4.4 ADUBAÇÃO DO POMAR

Os nutrientes de plantas são indispensáveis para o crescimento e desenvolvimento e portanto, o fruticultor deve estar atento a capacidade do solo em suprir estas necessidades. A adubação nada mais é do que adicionar nutrientes ao solo, para que este possa suprir as exigências das plantas.

Os fertilizantes são produtos que contêm um ou mais nutrientes disponíveis as plantas. Para [MAN88], os fertilizantes podem ser divididos em minerais, orgânicos e verdes.

- a) **fertilizantes minerais, ou químicos:** são produtos sólidos, líquidos ou gasosos, constituídos por composto químicos inorgânicos, tanto de origem natural como industrial. Sua adubação deve ser equilibrada, pois o excesso ou falta causam sérios problemas as plantas.
- b) **fertilizantes orgânicos:** são constituídos de compostos de natureza orgânica, representados em resíduos de origem vegetal, animal, agro-industrial e urbana. Estes produtos contêm diferentes concentrações de vários nutrientes de

plantas, os quais são na maioria disponibilizados lentamente. A utilização deste fertilizantes deve ser intensificada, pois representa melhoria nas características físicas, químicas e biológicas do solo. Precisam passar por um processo de curtição antes de serem incorporados ao solo.

- c) *fertilizantes verdes*: são constituídos de plantas cultivadas especialmente para esta finalidade. As plantas são cortadas verdes e enterradas, aumentando o teor de matéria orgânica e nitrogênio do solo, as plantas mais indicadas são as leguminosas, como o feijão.

Na fase de crescimento, os fertilizantes devem ser distribuídos ao redor das plantas, sob a proteção da copa, formando uma coroa distanciada de 30 a 50cm do tronco. O fertilizante quando em contato direto com a planta pode prejudicá-la, ou até mesmo provocar a morte da planta. Com relação à época de adubação, o ideal é parcelar em três aplicações, sendo 1/3 do adubo aplicado no período de pleno crescimento (brotação), 1/3 no florescimento e o restante na frutificação [GOM73].

3.5 TRATOS CULTURAIS

Os tratos culturais consistem em regas, capinas, podas, controle a erosão. Deve-se regar, caso não esteja chovendo ou vá chover, logo após o transplântio das mudas. As plantas jovens necessitam de muita água, nos períodos de frutificação, a irrigação aumentará a produção da fruta. Irriga-se o pomar adulto onde as chuvas são insuficientes.

Trazer o pomar livre de ervas daninhas, sem que estas disputem com as frutíferas na absorção de água e de elementos nutritivos e sem que lhes tirem a ação direta do Sol. Sempre que possível, usam-se grades de discos ou cultivadores, nas capinas. A enxada fará apenas trabalho complementar, em torno das plantas, aonde não chegar a atuação das máquinas agrícolas. Se o terreno for sensivelmente inclinado e sujeito a erosão, convém capinar mecanicamente o solo em faixas alternas. A área localizada fora da projeção da sombra, também deve ser mantida livre de ervas daninhas. Nestas área, apenas uma roçada deve ser feita cortando-se o mato. Assim que novas ervas comecem a crescer faz-se uma nova roçada, e assim o pomar é mantido limpo e longe das ervas daninhas. Deixando a camada de

matéria seca, sobre o solo ao mesmo tempo ele permanece protegido da insolação direta ou de chuvas que poderiam causar erosão, também permanece úmido por mais tempo, amenizando os efeitos de uma seca prolongada [GOM73].

Segundo [MAN88], há podas de formação, frutificação, regeneração e limpeza. Algumas frutíferas são muito exigentes em podas de formação e frutificação. A poda de formação tem a finalidade de dar a forma que a árvore deverá ter ao longo de sua existência, é de grande importância nos primeiros meses a anos de cultivo. A poda de limpeza é realizada periodicamente e tem como finalidade a eliminação de ramos doentes, quebrados, deformados, lascados, com excesso de pragas ou com muitos frutos mumificados, ou seja, frutos que permanecem na planta após a colheita e apodrecem sobre o ramo. A poda de frutificação tem como objetivo aumentar a quantidade de ramos frutíferos de qualidade e eliminar o excesso de ramos improdutivos, e manter a forma da copa, impedindo seu crescimento demasiado. A poda de regeneração pode ser feita em árvores muito velhas e improdutivas e consiste na eliminação de todos os ramos da planta, mantendo-se apenas os troncos principais. Esta poda deve ser realizada no período de repouso da planta.

3.6 PRAGAS E MOLÉSTIAS DO POMAR

Infelizmente o pomar é sujeito a pragas e moléstias. A intensidade do ataque varia com a espécie, com a planta individualmente, com a ecologia até com as circunstâncias. Há espécies muito cultivadas e em parte por isto mesmo muito sujeitas a pragas e moléstias. As pragas do pomar atacam as mais diversas partes das plantas frutíferas. Segundo [MAN88] os maiores inimigos dos pomares são os insetos, pelos prejuízos que causam e pela variedade de espécies que existem. Para o seu controle é necessário conhecer seus respectivos hábitos

O controle destas pragas e moléstias baseia-se geralmente na prevenção. Esta prevenção é feita com uma boa condução do pomar. Outro tipo de controle seria a utilização de produtos químicos, usados na forma de pulverização. Estes produtos normalmente são tóxicos para o homem, animais domésticos e insetos úteis como as abelhas; portanto na sua utilização deve-se ter o maior cuidado [CAR98].

3.7 COLHEITA DAS FRUTAS

Todo o esforço de cultivo pode ser perdido se a colheita não for bem realizada, na época certa e de forma correta. Deve-se conhecer o comportamento de cada fruta para a realização da colheita ocorrer em época adequada, já que existem frutas que continuam a amadurecer após serem colhidas (climatéricas) e outras que não amadurecem após a colheita (não climatéricas) [CAR98]. Depois de realizada a classificação deve-se determinar qual o destino, se forem para consumo imediato devem ser colhidas com ponto de maturação ótimo, se não for para consumo imediato devem ser colhidas um pouco menos maduras.

A colheita das frutas é manual, podendo ser utilizados alguns instrumentos para facilitar a operação. Quando as plantas são muito altas, utiliza-se escada para auxiliar na colheita, usam-se varas de colheita, constituídas de um cabo longo com aro na ponta, no qual fica preso um cesto de pano. Este aro possui em um dos lados uma região afiada que funciona como lâmina para cortar o pedúnculo do fruto que, em seguida cai no cesto de pano e é recolhido manualmente. A colheita pode ser realizada ainda com uma tesoura de poda, com canivete ou um facão, todos bem afiados. As frutas como o mamão, utilizam ferramentas especiais como uma faca com lâmina curva que penetre entre os frutos e corte o pedúnculo sem machucar os frutos vizinhos. Cada fruta possui uma forma de colheita própria, assim o fruticultor deve estar atento para que não haja perdas na colheita [GOM73].

4 RACIOCÍNIO BASEADO EM CASOS

Conforme [CAR96], Raciocínio Baseado em Casos (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.

De acordo com [ABE96], “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.

Segundo [REI97], “aprender de experiências é uma forma de assimilar conceitos (inteligência). Muitas pessoas que tomam decisões, frente a novos problemas, se beneficiam da experiência ao resolver um problema com soluções adequadas de casos ou de problemas passados. Abordagem em RBC é útil quando o conhecimento é incompleto ou as evidências são confusas, pois o sistema pode fazer hipóteses para preencher o conhecimento incompleto ou errado, baseando-se na experiência que possui. Com isto pode-se obter ótimas ou justas soluções”.

4.1 HISTÓRICO

Conforme [ABE96], o estudo de RBC tem seu início no trabalho de Schank e Abelson, na Universidade de Yale, no início dos anos 80. Schank propôs que o conhecimento fosse registrado na forma de scripts, que descrevem seqüências de passos que antecipam como os acontecimentos devem se suceder, e realiza inferências a partir dessa expectativa. Os scripts são propostos como uma estrutura, para a memória conceitual descrever informação sobre eventos estereotipados, como por exemplo ir a um restaurante. Os experimentos mostraram que scripts não podiam ser considerados um modelo completo de representação da memória.

Schank (1982), descobriu que compreensão de linguagem está diretamente relacionada com a informação em memória. Ao reler uma história, o ser humano reconhece-a mesmo tendo-a lido uma vez [CAR96]. A teoria da Memória Dinâmica baseou-se na idéia de que não é possível separar experiência, compreensão, memória e aprendizado e propôs o conceito de pacotes de organização de memória ou MOPs (*memory organization packets*), que utilizam a lembrança de experiências passadas para a solução de novos problemas.

Segundo [ABE96], foram os trabalhos do grupo de Schank, que produziram o modelo cognitivo de RBC e as primeiras aplicações baseadas neste modelo. Pesquisadora deste grupo Janet Kolodner, desenvolveu o primeiro sistema utilizando RBC, o **CYRUS** (Kolodner, 1983). Este sistema foi baseado no modelo de memória dinâmica de Schank e na teoria dos MOPs para aprendizagem e solução de problemas. Ele é basicamente um sistema de perguntas e respostas com conhecimento de várias viagens e reuniões de Cyrus Vance, Secretário de Estado dos Estados Unidos da América, em 1983.

O sistema **CYRUS** serviu de base para sistemas como:

- a) **MEDIATOR** (Simpson, 1985) que se utilizam de casos para resolver disputas;
- b) **CHEF** (Hammond, 1986) que é um planejador baseado em casos;
- c) **PERSUADER** (Sycara, 1987) propõem soluções de conflitos entre patrões e empregados;
- d) **CASEY** (Kotom, 1989) para diagnosticar problemas do coração, através de adaptações de diagnósticos conhecidos de pacientes anteriores;
- e) **JULIA** (Hinrichs, 1992) que planeja refeições.

O crescente interesse pela área e o potencial de uso dos sistemas baseados em casos levou ao desenvolvimento de algumas ferramentas comerciais. A de maior sucesso é o sistema CBR express, produzido pela empresa Inference Corporation.

4.2 O QUE É RACIOCÍNIO BASEADO EM CASOS

Segundo [WEB96], “RBC é uma ferramenta de raciocínio da Inteligência Artificial (IA). A filosofia básica desta técnica é a de buscar a solução para uma situação atual através da comparação com uma experiência passada semelhante. O processo característico de RBC consiste em: identificar a situação atual, buscar a experiência mais semelhante na memória e aplicar o conhecimento desta experiência passada na situação atual”.

RBC é um paradigma da IA capaz de modular o raciocínio do especialista, e evita a perda de informações. Os casos podem representar exceções às regras e através de índices pode haver regras de validação ou contradição, fornecendo assim, informações para tomar decisões. O processo de um sistema RBC consiste em usar os resultados de casos passados para analisar ou resolver um novo caso. O sistema pode adaptar soluções passadas a novas necessidades, usando as experiências que possui para aplicar nas novas situações [REI97].

Basicamente em um sistema de RBC, os problemas a serem resolvidos tendem a ser recorrentes e repetir-se com pequenas alterações em relação a sua versão original. O primeiro passo para utilizar uma solução já aplicada com sucesso anteriormente é determinar qual das experiências passadas mais se assemelham ao problema atual. Para ser possível realizar essa comparação, é necessário que as experiências sejam analisadas e armazenadas de forma organizada. Os pontos mais importantes dos problemas devem ser isolados, rotulados e ordenados em memória para que possa ser realizada a comparação. Essa semelhança deve ser considerada tanto pelas suas características e seus valores, como pelo relacionamento entre elas ou importância relativa de cada uma [ABE96].

Um caso é um pedaço de conhecimento representando uma experiência. Casos são de diferentes formas e tamanhos, porém todos têm em comum o fato de representarem uma experiência real. Este caso quando lembrado traz junto todo o conhecimento a ele atrelado. Os casos que incluem um problema e solução, por exemplo, podem ser utilizados para novos problemas. Estes com uma descrição da situação e resultado podem ser usados na avaliação de novos problemas. Se o caso tem uma solução específica, ele pode ser usado na avaliação das soluções propostas e antecipar problemas antes que eles ocorram. Em RBC, um caso representa uma situação experimentada anteriormente, que foi capturada e aprendida de

maneira que possa ser reutilizada na solução de problemas futuros, é classificada como um caso passado, caso anterior ou caso armazenado. Assim, um novo caso ou caso não resolvido é a descrição de um novo problema a ser resolvido. Pode-se dizer que, os casos solucionados, podem ser usados para encontrar novas soluções [LOR98].

4.3 ETAPAS DE DESENVOLVIMENTO DE UM SISTEMA RBC

A utilização de raciocínio baseado em casos envolve três etapas que devem ser observadas:

- a) construir modelos que satisfaçam a abstração dos problemas ou objetos envolvidos;
- b) selecionar um problema ou objeto conhecido para ser comparado a um desconhecido;
- c) comparar os atributos do problema ou objeto conhecido com o desconhecido;

Assim, quando existir um problema (novo caso), é necessário descrevê-lo como uma coleção de atributos e indexá-los em uma estrutura apropriada da memória, por suas características que os diferenciam de outros casos da memória. Segundo [REI97], os casos já existentes estão avaliados e indexados na memória. Através da análise das similaridades dos casos existirá uma colisão de episódios ou uma lembrança de casos passados. Quando alguns casos resolvem o problema, depois de uma série de falhas, uma solução é encontrada. Esta solução também poderá ser aplicada para a resolução de um novo caso similar e, seu registro na memória poderá ajudar a evitar falhas posteriores. A aquisição deste novo caso resulta numa aprendizagem.

4.4 MEMÓRIA DE CASOS

A forma como os casos estão organizados na memória tem a ver com o processo de recuperação. Uma organização linear pode representar uma recuperação mais demorada

mas com maiores chances de recuperar a melhor experiência para ajudar na solução do novo problema ou situação. Já uma organização hierárquica permitirá uma recuperação mais rápida mas sem a garantia de que a experiência recuperada é a melhor para a situação apresentada [CAR96]. Um conjunto de casos compreende uma memória de casos.

4.4.1 REPRESENTAÇÃO DE CASOS

De acordo com [REI97], o RBC é altamente dependente da estrutura e conteúdo de seus casos colecionados - freqüentemente referenciado como memória de casos. Desde que um problema é resolvido recordando experiências, a procura de um caso e o processo de casamento precisam ser ambos efetivos e razoavelmente rápidos. Estes requerimentos devem ser observados também no caso do método de integração de um novo caso à memória. O problema de representação em RBC refere-se fundamentalmente em o que guardar de um caso, encontrando uma estrutura apropriada para descrever o conteúdo do caso e decidindo como a memória de casos deve ser organizada e indexada para uma efetiva recuperação e reutilização. Um problema adicional é como integrar a estrutura da memória de casos dentro de um modelo geral do domínio do conhecimento. A recuperação de um caso na memória é essencialmente um caso de pesquisa, o que obriga que os casos sejam indexados.

4.4.1 INDEXAÇÃO DE CASOS

A indexação envolve atribuir índices aos casos para facilitar sua recuperação na memória de casos. Os índices são usados para indicar os casos na memória que são mais similares a um novo caso. O conjunto correto de índices depende do que é considerado importante para o caso. Isso inclui colocar rótulos, no momento de sua inclusão na memória de casos, para facilitar a busca e sua posterior recuperação. Segundo [REI97], é necessário que o sistema RBC esteja apto a encontrar um índice de entrada e aplicá-lo para alcançar o objetivo desejado. Usualmente, o índice de entrada aponta para um caso passado. Uma indexação adequada permite observar situações passadas relevantes que levem a um resultado do problema.

4.5 SIMILARIDADE EM RBC

Para [KOL93], o caso mais relevante (mais útil) para um caso de entrada não é necessariamente o caso mais similar. Ela considera que casos mais úteis são aqueles que podem abordar as metas correntes do raciocinador. Ou seja, aqueles que são similares ao caso de entrada em características que ajudam o raciocinador a realizar as tarefas que lhe são dadas ou alcançar as suas metas. Estas características mudam quando as metas mudam. Conforme [CAR96], o quanto duas características são similares depende de como elas se correspondem e de como é a estrutura da memória de caso. Se os casos estão organizados em uma hierarquia de abstração então as características com valores iguais terão um grau de similaridade maior se a igualdade se dá em um nível mais baixo da hierarquia, ou seja, se elas são mais específicas. E terão um grau de similaridade menor se elas são mais genéricas.

Conforme [REI97], existem quatro níveis possíveis de similaridade relacionados com RBC:

- a) **similaridade semântica:** também conhecida como similaridade superficial, geralmente não leva em conta fatores contextuais. Este tipo de similaridade é mais simples e se refere aos atributos que são sintaticamente idênticos em duas situações;
- b) **similaridade estrutural:** é mais complexa do que a anterior. A principal exigência da consistência estrutural é que os casos tenham uma ligação de um a um dos nós conceitos. Posteriormente os casos devem ser ligados por meio de estruturas isomórficas. O isomorfismo depende da consistência da ligação de proposições, predicados ou argumentos. Isto é, dois casos são analogicamente similares se as suas estruturas de relações e argumentos forem semelhantes. A consistência estruturada pode ser igualada ao critério de unir dois casos:

SE duas proposições são comparadas.

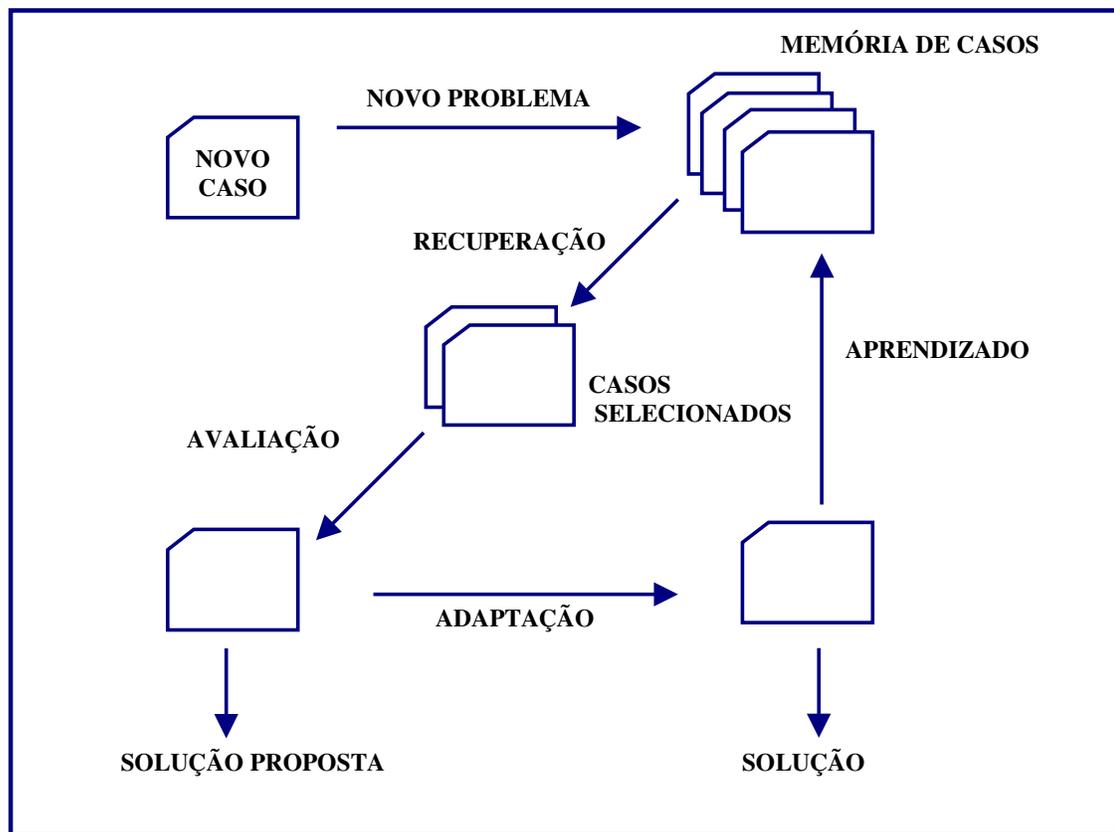
ENTÃO seus predicados e argumentos também devem ser comparados;

- c) **similaridade organizacional:** está relacionada como similaridade imposta a casos armazenados em localizações próximas na memória de casos;
- d) **similaridade pragmática:** duas partes são pragmaticamente similares se elas ocupam papéis (funções) similares em suas respectivas situações;

4.6 CICLO RBC

Conforme [REI97], o ciclo comum de RBC pode ser descrito pelos quatro processos seguintes:

- recuperação do caso mais similar;
- reutilização da informação e do conhecimento do caso selecionado para resolução do caso atual;
- revisão da solução proposta;
- retenção da parte da experiência que pode ser útil para solução de sistemas futuros.



Fonte: adaptado de [REI97]

Figura 1: O Ciclo do RBC

Uma descrição inicial do problema define um novo caso. Este novo caso é usado para recuperar casos da memória. Os casos recuperados são combinados com o novo caso através da reutilização (avaliação), propondo uma solução ao problema inicial. Através do processo de revisão (adaptação) é decidido se é ou não apropriado, comparando com o mundo real e com a avaliação de um especialista, reparando seus erros. Na retenção (aprendizado), as experiências úteis são retidas para seu futuro uso. Deste modo a memória de caso é atualizada com um novo conhecimento, ou por modificação de algum caso existente.

4.6.1 RECUPERAÇÃO DE CASOS

A partir de uma descrição de um problema, um algoritmo de recuperação deveria encontrar os casos mais similares à situação atual, utilizando-se dos índices da memória de casos. Os algoritmos baseiam-se nos índices e na organização da memória para dirigir a busca dos casos que seriam úteis a este problema.

De acordo com [REI97], a tarefa de recuperação começa com uma descrição do problema e termina quando o melhor caso é encontrado. As subtarefas são:

- a) **identificação das características:** informa ao sistema as características do caso atual;
- b) **casamento inicial:** recupera um conjunto de candidatos plausíveis;
- c) **busca:** é um processo mais elaborado de selecionar o melhor candidato entre os casos recuperados durante o casamento inicial;
- d) **seleção:** o processo de seleção gera conseqüências e expectativas de cada caso recuperado e tenta avaliar as conseqüências e justifica as expectativas. Os casos são eventualmente ordenados de acordo com a métrica ou algum critério de classificação. Desta forma o caso que possui a mais forte sustentação de similaridade ao novo problema é escolhido.

Ao contrário dos bancos de dados que recuperam registros com campos idênticos, recuperar casos de um banco de casos é uma tarefa bem mais complexa. A seleção envolve

juízo, heurísticas e avaliações sobre feições que não casam completamente, sendo que este processamento se torna inaplicável para um volume muito grande de casos. Uma das limitações no desenvolvimento de sistemas comerciais em RBC está exatamente na necessidade de serem desenvolvidos algoritmos de recuperação eficientes quando aplicados a centenas ou milhares de casos [ABE96].

Os casos podem ser recuperados somente por características de entrada ou a partir de característica inferidas deles. Os casos que casam todas as características de entrada são com certeza os melhores candidatos para casamento, mas dependendo da estratégia os casos que casam uma determinada porção das características do problema podem ser também recuperados [REI97].

4.6.2 REUTILIZAÇÃO DO CASO

A reutilização se caracteriza por adaptar a solução armazenada de um caso recuperado de acordo com as exigências de um novo caso. Em tarefas de classificação simples a solução do caso recuperado é transferida para o caso atual. Em outros sistemas devem ser consideradas as diferenças, pois a ligação entre os dois casos nem sempre é perfeita. A reutilização da solução de casos recuperados, em novos casos se concentra em dois aspectos:

- a) a diferença entre o caso passado e o atual;
- b) que parte do caso recuperado pode ser transferida para o novo caso.

Quanto maior e mais representativa for a memória de casos, menores serão as necessidades de adaptação e, portanto mais simples poderão ser as regras usadas para esta finalidade [CAR96].

4.6.3 REVISÃO DO CASO

Conforme [REI97], a solução de um caso gerada na fase de reutilização não está correta, precisa haver uma fase para aprender a partir desta falha. Esta fase é chamada como revisão do caso e consiste de 2 tarefas:

- a) avaliar a solução do caso gerada pela reutilização, se esta obteve sucesso, aprender (retenção do caso);
- b) reparar a solução do caso usando reconhecimento específico do domínio.

É importante armazenar uma ligação entre a solução que falhou e a que está correta, pois se ocorrer o mesmo caso com falhas para ser aplicado novamente em outra solução, o sistema pode observar uma outra falha associada com o caso e generalizar coisas em comum simultaneamente. Desta forma o sistema se torna hábil a fixar e examinar classes de falhas no futuro e poderá reconhecer situações onde existiram falhas. Reparar a solução do caso envolve o descobrimento dos erros da solução atual recordando erros de casos passados que foram armazenados em uma base.

4.6.4 RETENÇÃO DO CASO

É o processo de incorporar aquilo que é útil de reter do problema resolvido. É realizada a seleção da informação, a forma de retê-las e como indexar o caso para possível recuperação de problemas similares e a integração do novo caso na memória de casos. De acordo com [REI97], os casos passados conduzem um sistema RBC a tomar decisões e apreender de experiências de 3 maneiras:

- a) generalização e especialização;
- b) pesquisa restringida;
- c) avaliação comparativa.

A generalização é uma regra aplicada dedutivamente para resolver ou classificar novos problemas e identificar as partes importantes de um problema. Desta maneira, um caso

passado é um elemento que serve para inferir ou derivar uma generalização. As decisões são o resultado de processar e pesquisar em uma estrutura de conhecimento, sendo o raciocínio realizado através de algoritmos que fazem com que o sistema encontre soluções ao novo caso e que as estruturas de conhecimento existentes sejam modificadas. Os casos passados podem servir como meio de avaliação. Um problema comum pode ser avaliado por comparação e contrastando suas características com os casos passados avaliados.

A retenção na memória de casos acontece quando um caso traz uma nova solução a qual a memória de casos ainda não contém. Esta retenção pode ser de um caso novo, ou então, de adaptações aos velhos casos já contidos na memória. Com este processo, a atualização da memória de casos é constante e evolutiva, possibilitando assim, cada vez mais que casos sejam solucionados por experiências passadas semelhantes [VAR98].

Mais informações sobre RBC são encontradas em [REI97], [CAR96], [ABE96].

5 TECNOLOGIAS UTILIZADAS

Neste capítulo serão abordadas as tecnologias utilizadas no desenvolvimento do protótipo.

5.1 ANÁLISE ESTRUTURADA

Segundo [FIS90], o objetivo da Análise Estruturada é produzir uma especificação estruturada, que é um tipo de documento dos requisitos funcionais. As especificações estruturadas diferem dos documentos tradicionais de requisitos funcionais porque estes se baseiam em texto, ao passo que as especificações estruturadas baseiam-se em gráficos. A Análise Estruturada não impede que os requisitos mudem, mas pode acomodar essas mudanças e minimizar seu impacto, ajudando a organizar os módulos do software de maneira funcionalmente destacada e sustentável.

A Análise Estruturada fornece uma abordagem sistemática, etapa por etapa, para desenvolver a análise e produzir uma especificação de sistema nova e melhorada. Para alcançar este objetivo a análise estruturada centraliza-se em uma comunicação clara e concisa. A análise estruturada usa o método de decomposição funcional, top-down, para definir os requisitos do sistema. A especificação do sistema produzida pelo processo de análise estruturada é um modelo decomposto e top-down do sistema a ser construído. Devido à especificação ser um modelo gráfico conciso e de fácil compreensão, o usuário pode familiarizar-se bem com o sistema antes de sua implementação. Isso possibilita a identificação de erros e interpretações falsas, durante o processo de desenvolvimento. Como a especificação é dividida em partes menores, as mudanças nos requisitos que ocorrem durante o ciclo de vida são mais facilmente alternadas [MAR91].

5.1.1 DIAGRAMA DE FLUXO DE DADOS

Segundo [PAG88], O Diagrama de Fluxo de Dados (DFD) é utilizado para particionar um sistema, e (juntamente com o dicionário de dados) é a principal ferramenta da análise estruturada. É devido a essa ferramenta que a especificação estruturada tem as

qualidades desejadas: gráfica, concisa, particionada e não redundante. Um DFD é uma representação em rede (NETWORK) de um sistema, e mostra componentes ativos do sistema e as interfaces de dados entre eles. Ele também é informalmente conhecido como Gráfico de Bolha (Bubble Chart), já que é constituído por pequenos círculos que lembram bolhas.

Um DFD apresenta os processos e o fluxo de dados entre eles. Em alto nível é usado para mostrar eventos de negócios e as transações resultantes desses eventos. Em nível mais baixo, é usado para mostrar programas ou módulos de programas e o fluxo de dados entre estas rotinas. Um DFD é usado como primeiro passo em um projeto estruturado. É principalmente uma ferramenta de análise de sistemas, para desenhar os componentes procedurais básicos e os dados que passam entre eles [MAR91].

Para [FIS90], os diagramas de fluxo de dados retratam a operação do software aplicativo sob o ponto de vista dos dados. Os dados fluem de um nó de processamento para outro, onde se modificam. Não existe uma noção de fluxo de controle no DFD, e por isso ele retrata o sistema como o usuário final o vê.

5.1.2 COMPONENTES DO DFD

Um DFD é uma representação em rede de um sistema que mostra os processos e as interfaces de dados entre eles. O DFD consiste em apenas quatro componentes gráficos: fluxo de dados, processo, depósito de dados e os pontos terminais.

- a) **fluxo de dados:** o fluxo de dados conduz o fluxo de informações através dos processos de um sistema. O sentido do fluxo de dados é indicado por uma seta. Os dados são identificados por nomes escritos ao lado de sua flecha correspondente [MAR91]. O fluxo de dados mostra como os processos são interligados. Os fluxos de dados são itens dos dados isolados (estruturas de dados) transmitidos e recebidos pelos processamentos.
- b) **Processo:** o processo é um componente procedural do sistema. Opera sobre (ou transforma) os dados. Cada processo é representado no DFD por um

círculo ou um retângulo com os vértices arredondados. O nome do processo é escrito dentro do círculo. Deve ser usado um nome significativo, para definir a operação executada pelo processo [MAR91]. Nenhuma outra informação sobre o que faz o processo é mostrada no DFD.

Normalmente, os dados entram e saem de cada processo. Geralmente, existem múltiplos fluxos de dados entrando e saindo de um processo. Para [PAG88], um processo pode transformar dados de duas maneiras:

- a) pode transformar a estrutura dos dados, por exemplo, alterando-a;
- b) pode transformar a informação contida nos dados (ou gerar novas informações).

A indicação de que houve transformação de dados é obtida se o nome do dado saindo do processo é diferente do nome do dado que entrou.

- c) **depósito de dados:** segundo [PAG88], um depósito de dados é um repositório de dados atemporal. Um depósito de dados representa um arquivo lógico. É desenhado no DFD como um par de linhas paralelas (às vezes, fechadas em um dos lados). O nome do depósito de dados é escrito entre as linhas. Para [MAR91], cada depósito de dados é ligado a um “retângulo” de processo por meio de um fluxo de dados. O sentido da seta do fluxo de dados mostra se os dados estão sendo lidos do depósito de dados para o processo ou produzidos pelo processo e então enviados para o depósito de dados.
- d) **ponto terminal ou entidades:** um ponto terminal mostra a origem dos dados usados pelo sistema e o último receptor de dados produzidos pelo sistema. A origem dos dados é chamada de fonte e o receptor dos dados é chamado de destino. Para representar um ponto terminal em um DFD, é usado um retângulo ou quadrado duplo [MAR91]. Uma entidade é algo, real ou abstrato, onde são armazenados os dados. O nome de cada entidade deve ser um substantivo.

5.1.3 NÍVELAMENTO DE UM DFD

Para [FIS90], o processo de subdivisão dos processamentos em diagramas de fluxo de dados de níveis inferiores chama-se nivelamento. O diagrama gerado pela exibição de todos os nódulos de processamento do nível mais baixo, ou rudimentos, chama-se conjunto nivelado. O conjunto nivelado é importante, pois tem que haver uma especificação de processamento, ou descrição algorítmica, para cada nódulo do seu processamento.

Um DFD é uma ferramenta para análise top-down. Pode-se usar DFDs para fornecer tanto uma visão em alto nível como também visões detalhadas de um sistema ou programa. O que acontece dentro de um dos retângulos do DFD pode ser mostrado em detalhes em um outro DFD. A cada nível, o DFD deve conter menos que 12 retângulos de processos, preferivelmente apenas seis ou sete. DFDs maiores são um sinal de tentativa de mostrar muitos detalhes, e são difíceis de serem lidos [MAR91].

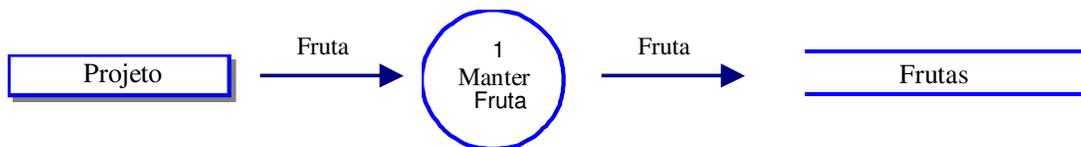


Figura 2: DFD

5.1.4 DIAGRAMA DE CONTEXTO

O diagrama de contexto (DC), tem a finalidade de situar o sistema dentro do ambiente de negócio da empresa. É uma ferramenta que auxilia o desenvolvimento. Todos os departamentos com interesse no sistema proposto devem, examinando esse diagrama, ter uma melhor idéia de quais podem ou devem ser os limites do sistema. Nesse estágio inicial, o escopo do projeto ainda não está inteiramente finalizado. Os limites podem ampliar-se ou reduzir-se, pelo menos até o final da fase de análise preliminar [FOU94]. Os fluxos de dados de entrada e saída mostrados no diagrama podem incluir diversos itens: relatórios, informações enviadas ou recebidas de outros sistemas e outros tipos similares de documentos. As entidades externas representam os diversos departamentos dentro da organização que estão interagindo com o sistema [FOU94].

5.1.5 DICIONÁRIO DE DADOS

O dicionário de dados contém definições de todos os dados do DFD. Pode incluir, também, informação física sobre os dados, tais como dispositivos de armazenamento e métodos de acesso aos dados [MAR91]. Os dicionários de dados são os sustentáculos dos diagramas de fluxo de dados. Consistem em catálogos, ou banco de dados, de todos os elementos do DFD. Estão também incluídos os fluxos de dados individuais e os nódulos de processamento. Podem-se encontrar todos os atributos de qualquer dado do dicionário de dados. Cada elemento do fluxo de dados é, na realidade, apenas uma estrutura de dados. Os fluxos de dados podem ser tipos de dados atômicos, como números inteiros, números reais e seqüências; ou podem ser estruturas de dados mais complexas contendo várias estruturas de dados do nível inferior. Quando isto acontece, o dicionário de dados contém as definições dos componentes da estrutura de dados [FIS90].

5.1.6 DIAGRAMA DE ENTIDADES

Em um diagrama entidade-relacionamento (muitas vezes chamado simplesmente de diagrama entidade, ou DER ou ainda E-R) os retângulos são interligados por relacionamento que representam associações entre os tipos de entidades. Em um DER

identifica-se as entidades que tomam parte de um sistema e determina-se os relacionamentos entre elas [MAR91].

O DER é um modelo em rede que descreve a diagramação dos dados armazenados de um sistema em alto nível de abstração[YOU90].

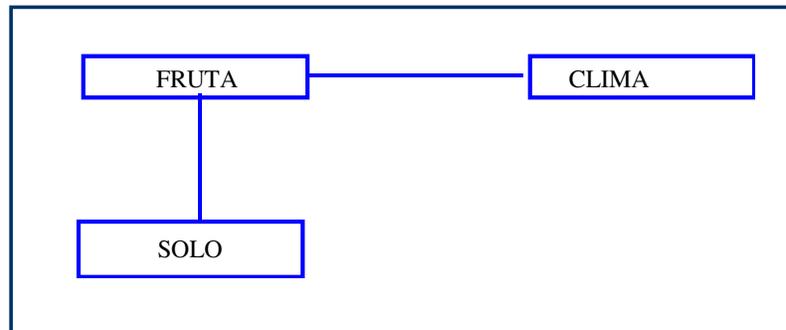


Figura 3: Diagrama de Entidade-Relacionamento.

Para representar uma entidade é utilizado um retângulo que, em um DER, são interligados por relacionamentos que representam associações entre as entidades, como mostra a figura acima, onde uma fruta poderá possuir somente um clima e um solo.

5.2 FERRAMENTA CASE

As ferramentas CASE são feitas para fortalecerem as fases de análise dos requisitos e de especificações de projetos. CASE em inglês significa *Computer Aided Systems Engineering*, (Engenharia de Sistemas apoiada por computador) [MAR91]. O objetivo principal da tecnologia CASE é separar o projeto do programa aplicativo da implementação do código. Nos últimos quinze anos têm-se desenvolvido e apresentado diversas metodologias estruturadas a vários programadores. Estas metodologias oferecem uma estrutura de projeto e um conjunto de formalismo e normas em que se baseiam para a condução do trabalho de desenvolvimento de software. 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 [FIS90].

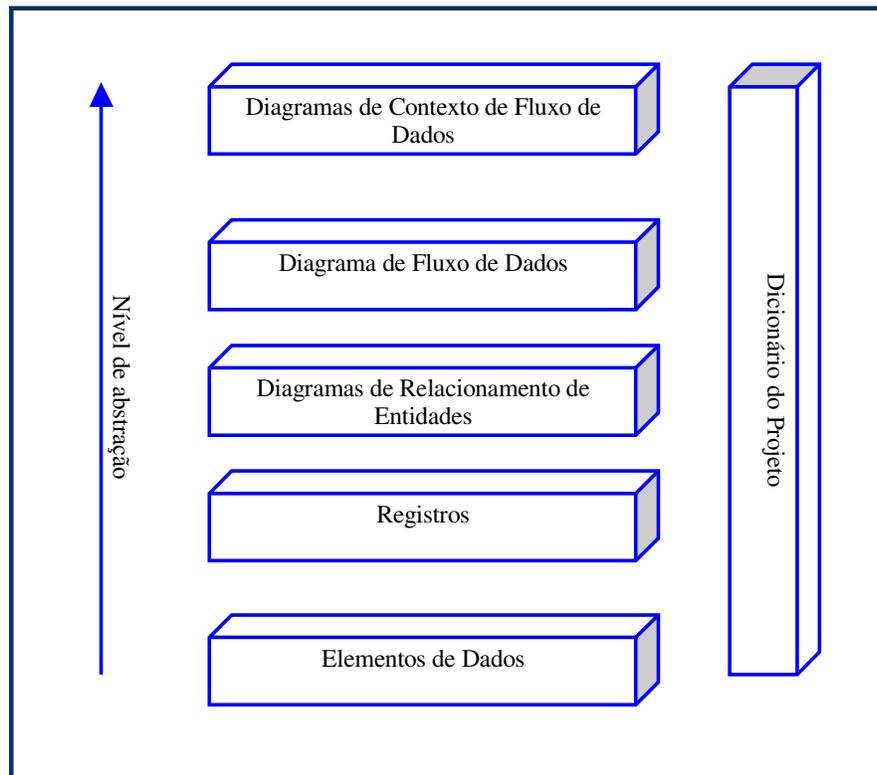
A ferramenta CASE ajuda a automatizar todo o ciclo de desenvolvimento de sistemas, começando pelo planejamento estratégico de sistemas até a manutenção. As ferramentas CASE devem ser usadas juntamente com uma metodologia. À medida que as ferramentas CASE aumentam a organização de informática em termos de abrangência, elas somente intensificam a necessidade de agilizar, padronizar e estabilizar as atividades e procedimentos básicos que estão sendo automatizados. Um ambiente CASE bem sucedido precisa da disciplina fornecida por uma metodologia estável de engenharia de software que seja apoiada ativamente por um conjunto sólido de padrões e procedimentos [FOU94].

As ferramentas CASE para Análise Estruturada, trabalham com seis tipos de diagramas:

- a) Diagrama de Fluxo de Dados;
- b) Diagrama de Modelos de Dados;
- c) Gráficos Estruturais;
- d) Diagrama de Relacionamento de Entidades;
- e) Diagramas Estruturais;
- f) Gráficos de Apresentação.

As ferramentas CASE, aceitam diversos níveis de abstração do projeto. No nível mais alto, estão os diagramas de fluxo de dados, que podem “explodir”, transformando-se em outros, de níveis mais baixos, gráficos estruturais, diagramas estruturais, ou diagramas de

relacionamento entidades. Os registros de dados (fluxos de dados) compõem-se de dados atômicos.



Fonte: (adaptado de [FIS90])

Figura 4: Hierarquia Diagramática de Ferramentas CASE

5.2.1 DESIGNER / 2000

Conforme [INF98], o Designer/2000 é um produto de grande auxílio para o entendimento global de informatização da empresa, bem como melhora drasticamente o desenvolvimento de sistemas e também a solução gráfica para a construção de diagramas. Os principais diagramas que se podem criar são:

- a) DER – Diagrama Entidade/Relacionamento.

- b) DHF – Diagrama Hierárquico de Funções.
- c) DFD – Diagrama de Fluxo de Dados
- d) DM - Diagrama Matriciais Bi-direcionais.
- e) DE - Diagrama de Eventos.

Algumas das vantagens do Designer/2000:

- a) acesso multi-usuário ao repositório de dados, para criação e manutenção das definições entidades e relacionamento;
- b) acesso à assistentes de banco de dados (Database Wizard), que automatiza a construção do sistema, definindo um banco de dados padrão para as aplicações a partir de diagramas de entidades x relacionamento pré-definidos;
- c) geração de layout automático.

A ferramenta do Designer/2000 Modelagem de Entidade x Relacionamento, é utilizada para identificar quais são os objetos de importância em um a aplicação (entidades), identificando suas propriedades (atributos) como também os seus relacionamentos [INF98].

A implementação de um DER usando Designer/2000 exige:

- a) identificação das entidades;
- b) estabelecimento dos relacionamentos;
- c) definição dos atributos;
- d) definição dos domínios;
- e) estabelecimento dos identificadores únicos.

5.3 BANCO DE DADOS

Segundo [MER95], o termo banco de dados é um jargão da computação que designa uma coleção de informações. É essencial que essa coleção seja organizada e apresentada para servir a uma finalidade específica. Algumas características dos bancos de dados são:

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

Seja qual for o porte do computador, os bancos de dados implementados nessas máquinas são semelhantes entre si, isto é, todos possibilitam que telas de entrada de dados sejam criadas; que os dados sejam ordenados da forma desejada; permitem a inclusão, edição e exclusão de dados com grande facilidade; permitem a emissão de relatórios diversificados; e muitas outras características. Um sistema de banco de dados bem elaborado pode bloquear, através de senhas, o acesso a dados/informações que não podem estar disponíveis a todas as pessoas que o utilizem [ALV96].

Para [DAT91], um sistema de banco de dados nada mais é do que um sistema de manutenção de registros por computador. O próprio banco de dados pode ser considerado uma espécie de sala de arquivo eletrônica – ou seja, um depósito de um conjunto de arquivos de dados computadorizados que oferece diversos recursos ao usuário, possibilitando-lhe a realização de várias operações, incluindo, entre outras, as seguintes:

- a) adição de novos arquivos;
- b) inserção de novos dados nos arquivos existentes;
- c) recuperação de dados dos arquivos existentes;
- d) atualização de dados nos arquivos existentes;
- e) eliminação de dados nos arquivos existentes;

- f) renovação permanente de arquivos existentes.

5.3.1 BANCO DE DADOS RELACIONAL

Um banco de dados relacional se caracteriza pelo fato de organizar as informações em tabelas de dados, compostas por linhas e colunas. Assim, essas tabelas são similares a conjuntos de elementos ou objetos, uma vez que relacionam as informações referentes a um mesmo assunto de modo organizado [ALV96].

Para [DAT91], a definição de um banco de dados relacional é o banco de dados que o usuário percebe como uma coleção de relações normalizadas, variando no tempo, de graus combinados. As idéias do modelo relacional aplicam-se aos níveis externo e conceitual do sistema, não ao nível interno. Dizendo de outra forma, o modelo relacional representa um sistema de banco de dados cujo nível de abstração afasta-se um tanto dos detalhes da máquina básica – tal como, por exemplo, uma linguagem como a PL/I representa um sistema de programação cujo nível de abstração afasta-se um tanto dos detalhes da máquina básica.

Segundo [KOR95], um banco de dados relacional consiste em um coleção de tabelas cada qual designada por um nome único. Uma linha numa tabela representa um relacionamento entre um conjunto de valores. Um vez que uma tabela é uma coleção de tais relacionamentos, existe uma correspondência íntima entre o conceito de tabela e o conceito matemático de relação, a partir da qual o modelo de dados relacional tira seu nome.

5.3.2 BANCO DE DADOS ACCESS

Segundo [ALV96], o Access como também outros bancos de dados, utilizam um único arquivo para armazenar os objetos que compõem o banco de dados. Dessa forma, há apenas um arquivo, contendo tudo que é necessário para o funcionamento da aplicação envolvida. Além de facilitar o trabalho na hora de distribuir a aplicação, pois não é necessário ficar horas copiando aquela enorme fila de arquivos.

O Microsoft Access é um sistema de gerenciamento de banco de dados relacional, sendo que sua metodologia de funcionamento baseia-se no conceito de orientação visual. No Access qualquer ação que se queira desempenhar sobre uma base de dados, como uma consulta, é obtida através de menus de opções e botões de comandos. O pouco que o usuário deve conhecer sobre comandos restringe-se à parte que envolve programação.

O Access utiliza tabelas para armazenar os dados do usuário. Sendo assim, o primeiro passo a ser dado é criar todas as tabelas de dados que farão parte do banco de dados. Em seguida, deve-se criar os relacionamentos entre as tabelas e as planilhas de consultas de dados. As telas de entradas de dados, denominadas formulários, podem ser definidas em seguida, e por último, os relatórios. Esses últimos itens, por outro lado, são o ponto forte do Access. Para se criar um formulário ou um relatório é possível utilizar os Assistentes, que fazem parte do trabalho, ou pode-se criá-los manualmente a partir do nada [ALV96].

De acordo com [MER95], o Access possui seis ferramentas, que são chamadas de objetos de bancos de dados, a seguir:

- a) **tabelas:** são coleções de registros;
- b) **consultas:** permitem classificar, selecionar e vincular campos de uma ou mais tabelas;
- c) **formulários:** permitem a inserção e exibição dos campos das tabelas e das consultas na tela;
- d) **relatórios:** apresentam as informações dos campos formatadas em uma saída impressa;
- e) **macros:** fornecem os meios para definir uma série de ações a serem executadas;
- f) **módulos:** são coleções de instruções chamadas de programas.

5.4 AMBIENTE DE PROGRAMAÇÃO VISUAL – 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 prática que elimina esforços desnecessários. O Delphi pode usar ou criar novas bibliotecas de funções, chamadas de DLLs, e seus programas podem responder a elas e iniciar qualquer evento do Windows. O Delphi realiza uma tarefa completa de compilação dos programas, indo direto para o nível de código de máquina, ficando muito mais veloz [RUB95].

Segundo [DAM95], o Delphi trabalha basicamente com o conceito de projeto que seria um conjunto de programas. O Delphi escreve parte dos programas, ou seja, as aplicações são desenvolvidas com a ajuda do próprio Delphi. O Delphi segue as idéias da programação orientada a objetos. Neste tipo de programação, variáveis e funções são agrupadas em conjuntos que muitas vezes são chamados classes. Para se usar uma função ou variável de uma determinada classe é preciso colocar antes de seu nome um prefixo conhecido como objeto (seria o nome de um objeto) daquela classe.

Uma possibilidade de se trabalhar com interface gráfica, é colocar na janela uma série de coisas como botões simples, botões de rádio, quadrinhos onde se pode entrar com dados etc. São chamados de *controls*, e são tiradas da caixa de ferramentas, cada *control* possui uma série de características, chamadas de propriedades, que tem valores default mas podem ser alteradas. Uma propriedade é uma variável presa a um control. O Delphi agrupa suas variáveis e funções em dois tipos de entidades: *Units* e *Types*.

6 DESENVOLVIMENTO DO PROTÓTIPO

Em várias áreas de especialização, a experiência passada é um fator de extrema importância. O especialista, após acumular experiências, faz uso das mesmas para solucionar novos casos. Desta forma, foi desenvolvido um protótipo de sistema de informações para o plantio de árvores frutíferas utilizando o paradigma de Raciocínio Baseado em Casos. Para o desenvolvimento do protótipo são necessárias as fase de especificação e implementação.

6.1 ESPECIFICAÇÃO DO PROTÓTIPO

Ao obter as informações necessárias para a construção do protótipo, partiu-se para a modelagem do protótipo criando o DC, DFD, DER e as tabelas.

6.1.1 DIAGRAMA DE CONTEXTO

O diagrama de contexto representa as entradas e saídas do sistema. As entradas são: caso, tratos culturais, sub-clima, clima, planta, solo, praga, combate. As saídas são: relação de plantas, relatórios de pragas e combates, e respostas RBC.

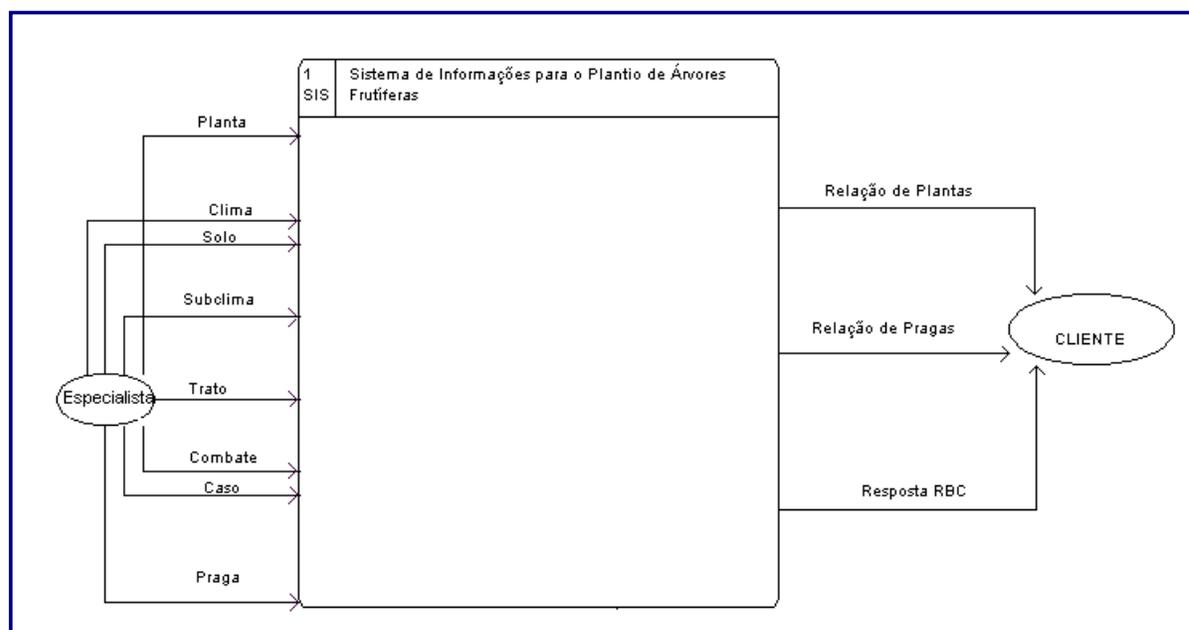


Figura 5 : Diagrama de Contexto

6.1.2 DIAGRAMA DE FLUXO DE DADOS

O diagrama de fluxo de dados (DFD) é utilizado para particionar o sistema, mostrando os processos de cada entrada e saída do sistema. O processo de manter é dividido em incluir, alterar e excluir. Os processos de entrada do sistema são: manter planta, manter clima, manter solo, manter sub-clima, manter praga, manter combate, manter casos. Os processos de saída fornecidos aos clientes são: resposta do RBC, relação de planta, relação de pragas e seus combates.

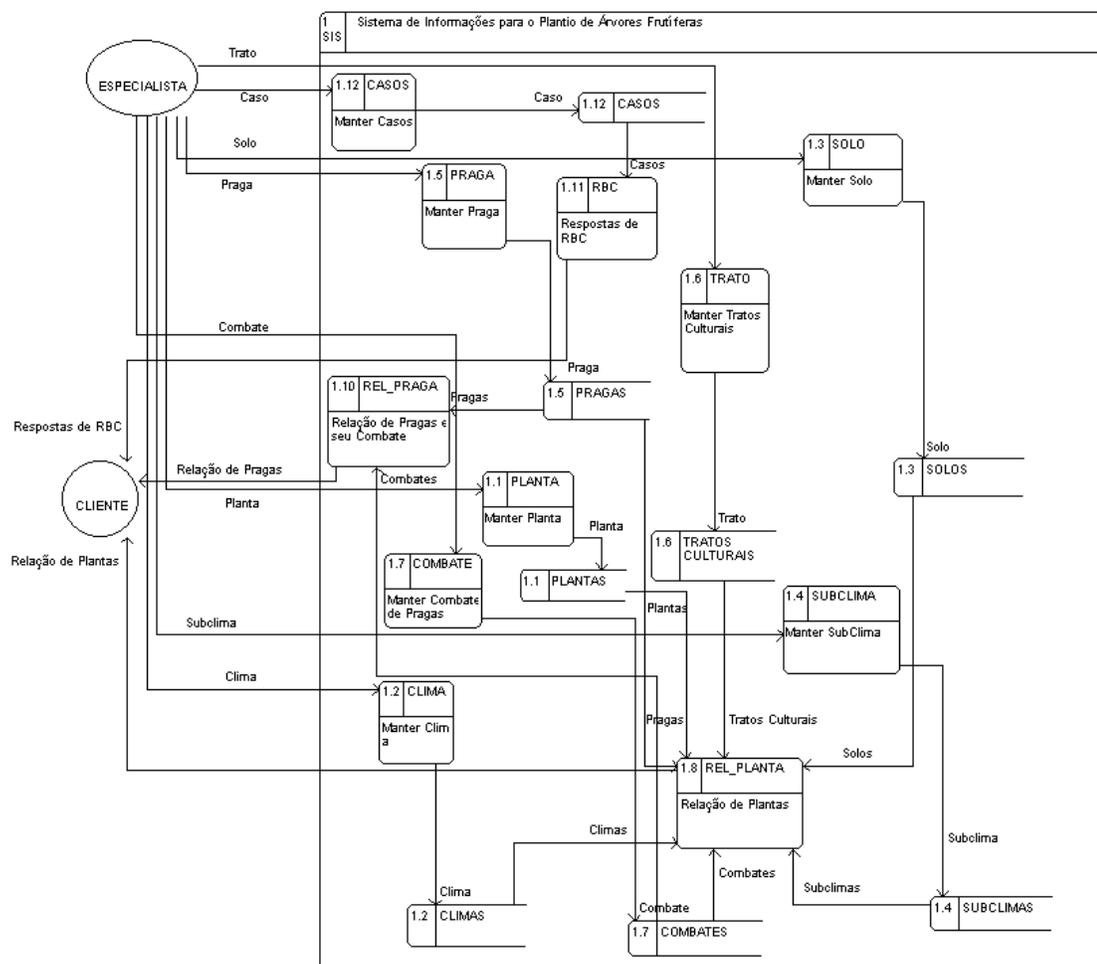


Figura 6 : DFD nível 1

6.1.3 MER

O modelo entidade-relacionamento mostra as entidades de dados e como elas se relacionam umas com as outras.

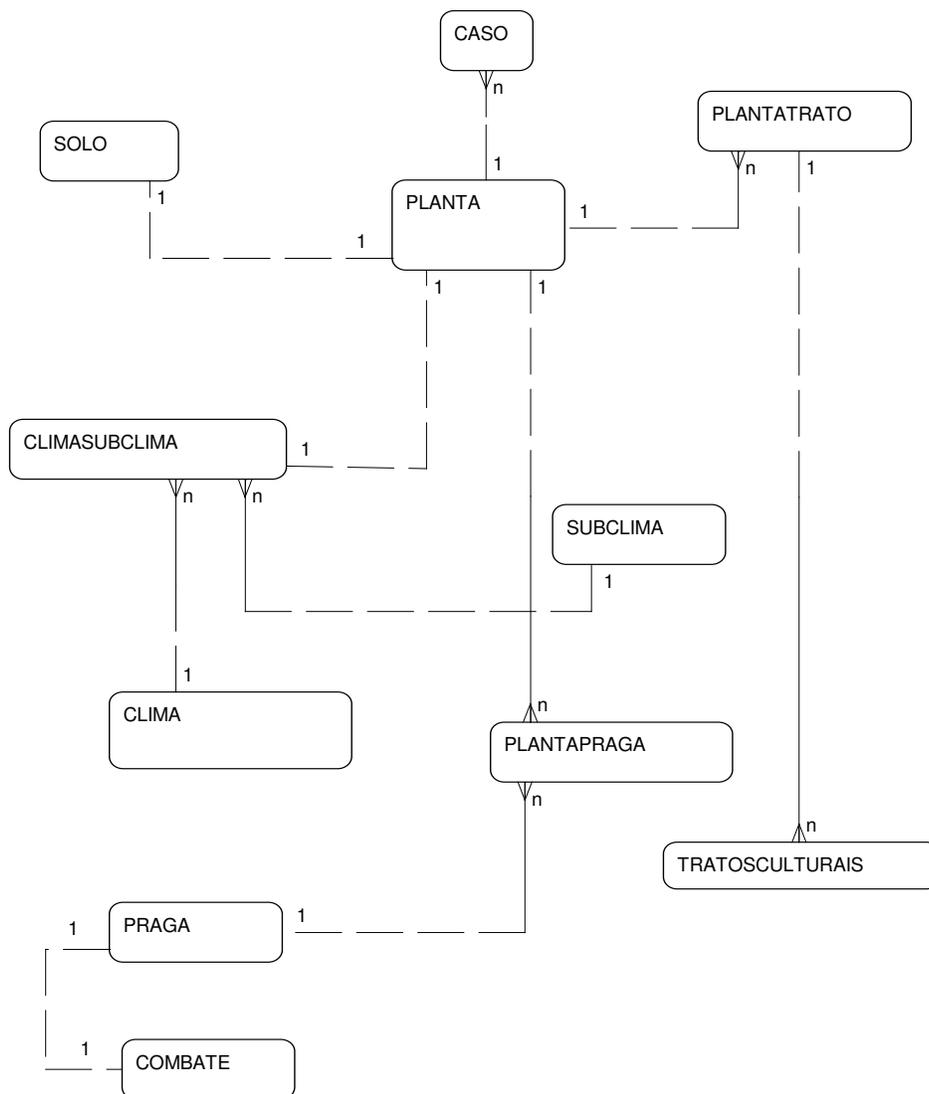


Figura 7: Diagrama Entidade Relacionamento

6.1.4 DICIONÁRIO DE DADOS

O dicionário de dados contém as definições dos dados do sistema, como: campo, tipo e descrição. As tabelas são: caso, clima, subclima, climasubclima, solo, praga, plantapraga, combate, tratosculturais, plantatratos e planta.

Tabela de Caso:

Campo	Tipo	Descrição
Código	Numérico	Código do Caso - Chave primária
Descrição	Alfanumérico	Descrição do Caso

Tabela de Clima:

Campo	Tipo	Descrição
Código	Numérico	Código do Clima - Chave primária
Clima	Alfanumérico	Nome do Clima

Tabela de SubClima:

Campo	Tipo	Descrição
Código	Numérico	Código Sub-clima - Chave primária
Tipo	Alfanumérico	Nome do Sub-clima

Tabela de ClimaSubClima:

Campo	Tipo	Descrição
CódigoClima	Numérico	Código Clima - Chave estrangeira
CódigoSub-clima	Numérico	Código Sub-clima - Chave estrangeira

Tabela de Solo:

Campo	Tipo	Descrição
Código	Numérico	Código do Solo - Chave primária
Solo	Alfanumérico	Nome do Solo

Tabela de Praga:

Campo	Tipo	Descrição
Código	Numérico	Código da Praga - Chave primária
Praga	Alfanumérico	Nome da Praga

Tabela de PlantaPraga:

Campo	Tipo	Descrição
CódigoPraga	Numérico	Código da Praga - Chave primária
CódigoPlanta	Numérico	Código da Planta - Chave estrangeira

Tabela de Combate:

Campo	Tipo	Descrição
Código	Numérico	Código Combate – chave primária
Descrição	Alfanumérico	Descrição do Combate
CódigoPraga	Numérico	Código da Praga – chave estrangeira

Tabela de TratosCulturais:

Campo	Tipo	Descrição
Código	Numérico	Código do Trato – chave primária
Tipo	Alfanumérico	Nome do Trato

Tabela de PlantaTratos:

Campo	Tipo	Descrição
CódigoPlanta	Numérico	Código da Planta - Chave estrangeira
CódigoTrato	Numérico	Código do Trato - Chave estrangeira
Descrição	Alfanumérico	Descrição do Trato

Tabela de Planta:

Campo	Tipo	Descrição
Código	Numérico	Código da Planta – chave primária
Nome	Alfanumérico	Nome da fruta

NomeCientífico	Alfanumérico	Nome Científico da fruta
Clima	Numérico	Código do Clima – Chave estrangeira
SubClima	Numérico	Código Sub-clima - Chave estrangeira
Solo	Numérico	Código Solo – Chave estrangeira
TratosCulturais	Numérico	Código Tratos - Chave estrangeira
Praga	Numérico	Código da Praga - Chave estrangeira
Adubação	Alfanumérico	Descrição da Adubação
Mês1Plantio	Alfanumérico	Mês Inicial do Plantio
Mês2Plantio	Alfanumérico	Mês Final do Plantio
Mês1Colheita	Alfanumérico	Mês Inicial da Colheita
Mês2Colheita	Alfanumérico	Mês Final da Colheita

6.2 IMPLEMENTAÇÃO DO PROTÓTIPO

Para a implementação do protótipo as seguintes etapas foram realizadas:

- a) representação do conhecimento;
- b) aquisição do conhecimento;
- c) interface com o usuário;
- d) gerenciamento da memória de casos;
- e) módulo de inferência (RBC).

6.2.1 REPRESENTAÇÃO DO CONHECIMENTO

Como primeiro passo para iniciar a construção do protótipo baseado em casos, foi necessário definir a forma de representação do conhecimento. Esta etapa é de fundamental importância para adquirir o conhecimento do especialista e como o mesmo vai ser manipulado

pela máquina de inferência. Desta maneira, é através da representação do conhecimento que as etapas serão definidas.

Os dados coletados do especialista são apresentados na forma de casos na memória. Para ser possível abstrair estes dados na forma computacional, estes casos teriam que possuir as mesmas características, já que a memória de casos deve seguir um padrão. Desta forma, cada caso possui os dados da planta.

6.2.2 AQUISIÇÃO DO CONHECIMENTO

A aquisição do conhecimento consta da coleta dos dados necessários para formar a memória de casos. Nesta fase foram levantados os ítems importantes (atributos), para recuperar os casos da memória. Os atributos mais importantes para o plantio das árvores frutíferas são: solo, clima, e sub-clima. Para o levantamento destes ítems, foram realizadas pesquisas junto aos fruticultores e consultas na bibliografias sobre o assunto.

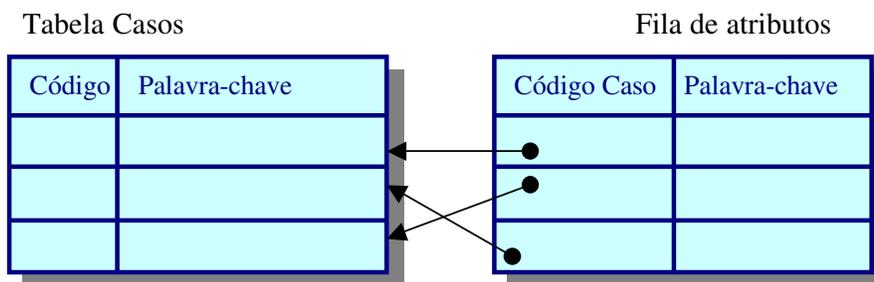
6.2.3 INTERFACE COM O USUÁRIO

De acordo com o perfil do usuário do sistema, era essencial que a interface homem-máquina fosse amigável, pois os usuários podem apresentar conhecimentos mínimos ou nenhum conhecimento de informática.

6.2.4 GERENCIAMENTO DA MEMÓRIA DE CASOS

Os casos são armazenados seqüencialmente em uma lista simples de arrays ou arquivos. Os casos são recuperados pela aplicação de uma função de similaridade e retornam os casos que obtiveram melhor valor.

Com isto, definiu-se a estrutura da memória que deveria conter uma fila de atributos com ponteiros para os arquivos a partir dos quais foram gerados. Assim, uma possível representação é feita a seguir:



Baseado nessa definição, foi definida a estrutura do protótipo de RBC como mostra a figura 8:

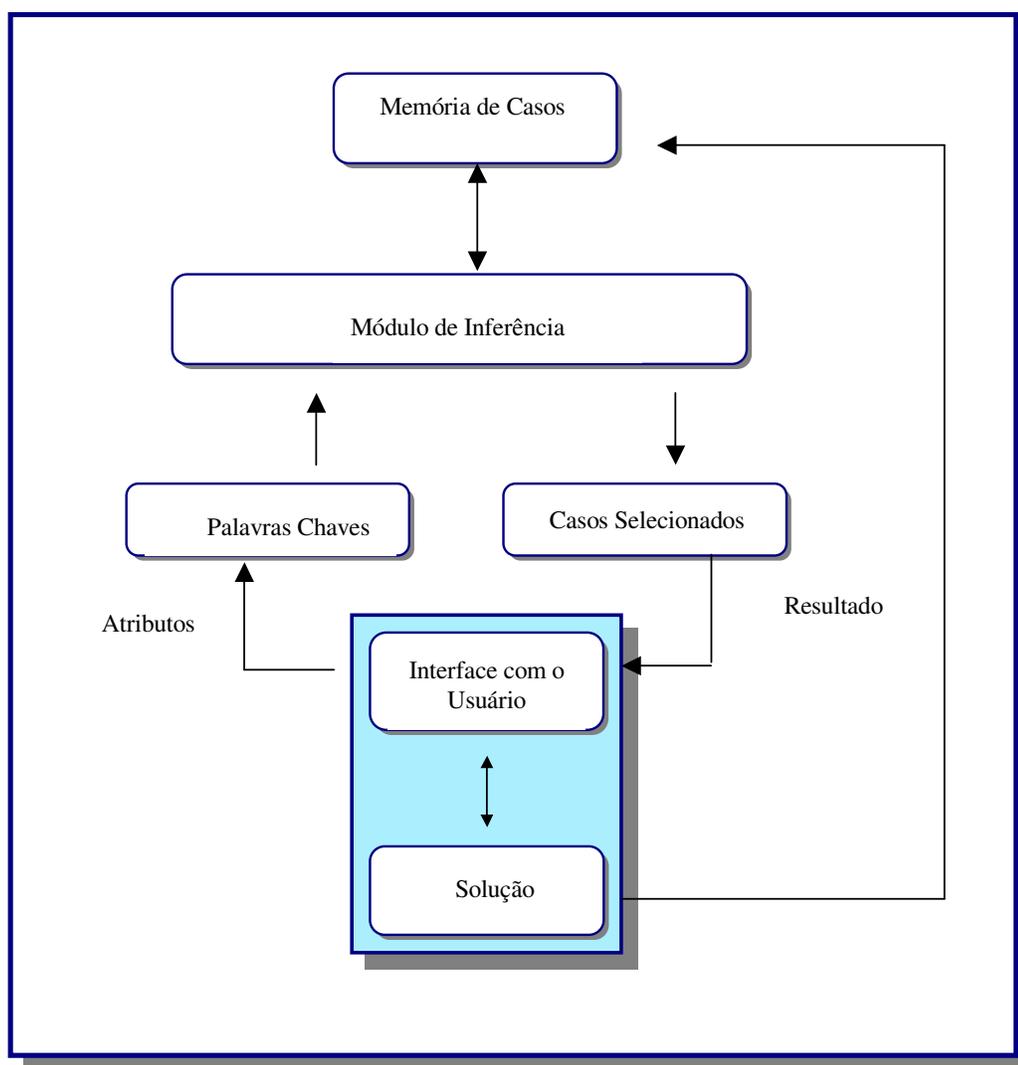


Figura 8: Estrutura do protótipo de RBC

O usuário entra com os atributos (palavras-chaves), que são comparadas com os casos armazenados na memória de casos, através da máquina de inferência que realiza o ciclo de RBC, os casos seleccionados são apresentados ao especialista, que decide qual a melhor solução a ser tomada, melhorar o caso seleccionado, substituir o novo caso pelo caso seleccionado, ou incorporar o novo caso na memória, completando o ciclo de RBC.

6.2.5 MÓDULO DE INFERÊNCIA – RBC

O módulo de inferência por Raciocínio Baseado em Casos é a parte responsável pela realização do ciclo RBC, composto por 4 etapas: recuperação, reutilização, revisão e retenção. O módulo de inferência é responsável também por verificar o grau de similaridade entre os casos.

Após a entrada dos dados do novo caso, o primeiro passo é recuperar os casos mais similares. A recuperação dos casos mais similares consta da aplicação de uma fórmula para avaliar a similaridade entre o caso novo e os casos da base.

Segundo [VAR98], uma maneira para realizar o procedimento de recuperação na memória de casos seria a utilização de comparação entre palavras-chaves (definidas na elaboração de um projeto) dos projetos em busca de similaridades. Os atributos (palavras-chaves) devem estar representados em uma memória de casos, devidamente indexados, possibilitando sua recuperação.

Através da comparação entre as palavras de dois casos, é possível encontrar um grau de similaridade entre eles. Se a comparação é feita entre dois casos (A e B), sendo A caso da memória e B novo caso, cada atributo similar encontrado entre os dois casos, reforça o valor da similaridade entre eles, que é calculado através da fórmula de similaridade, conforme [VAR98].

A fórmula da similaridade será:

$$Sim(A,B) = \frac{\sum \text{Atributos similares} \times W_{\text{atributo}}}{\sum W_{\text{atributo}}}$$

Onde : w é o peso do atributo.

Considere a tabela 1 como sendo a memória de casos:

Casos Atributos	Maçã	Laranja	Uva
Clima	Temperado	Subtropical	Temperado
Sub-clima	Úmido	Úmido	Semi-Árido
Solo	Argiloso	Argiloso	Profundo

Fonte: (adaptado de [VAR98])

Tabela 1: Memória de Casos

Atributos do novo caso:

Atributos Casos	Clima	Sub-clima	Solo
Novo Caso	Temperado	Seco	Argiloso

Fonte: (adaptado de [VAR98])

Tabela 2: Novo caso

A tabela de casos será:

Atributos Casos	Clima	Sub-clima	Solo
Maçã	1W ₁	0W ₂	1W ₃
Laranja	0W ₁	0W ₂	1W ₃
Uva	1W ₁	0W ₂	0W ₃

Fonte: (adaptado de [VAR98])

Tabela 3: Tabela de Atributos

Atribuindo os seguintes pesos para os atributos:

Atributos	Clima	Sub-clima	Solo
Pesos	8	6	4

Fonte: (adaptado de [VAR98])

Tabela 4: Tabela de Pesos

Atribuídos os peso para cada atributo, o cálculo da similaridade será:

$$Sim(Maçã) = \frac{8+0+4}{18} = \frac{12}{18} = 0,67$$

$$Sim(Uva) = \frac{8+0+0}{18} = \frac{8}{18} = 0,44$$

$$Sim(Laranja) = \frac{0+0+4}{18} = \frac{4}{18} = 0,22$$

Através dos resultados encontrados, percebe-se que o melhor caso é a MAÇÃ, porque seu resultado é mais próximo de 1. Se qualquer um dos atributos do caso novo estiver em um dos casos na memória de casos, e se o valor de seu resultado estiver entre o intervalo de zero e um, (valor 1 significa totalmente similar e valor 0 totalmente dissimilar), este caso será recuperado. Na pesquisa tradicional utilizada em banco de dados, o caso é recuperado através da indexação do atributo. Este deverá ser idêntico ao atributo procurado, ou seja, todos os atributos do caso novo deverão estar no caso da memória de casos.

Assim que os casos mais similares forem identificados, o passo seguinte é realizar a reutilização destes casos. Nesta etapa, os casos estão identificados em uma lista e o protótipo mostra o resultado dos casos mais similares, não havendo casos similares ou iguais na memória de casos o novo caso é automaticamente incluído na memória de casos.

A etapa seguinte é a revisão, que deve ser feita pelo usuário (especialista). O resultado é mostrado para o usuário através de uma janela. O usuário deve analisar o resultado obtido e julgar o que é necessário, substituir o caso selecionado pelo novo caso, ou modificar o caso selecionado, ou ainda armazenar o novo caso. Então ele poderá anexar este caso à memória de casos do protótipo, realizando a última etapa, que é retenção do novo caso.

6.2.6 APRESENTAÇÃO DO SISTEMA

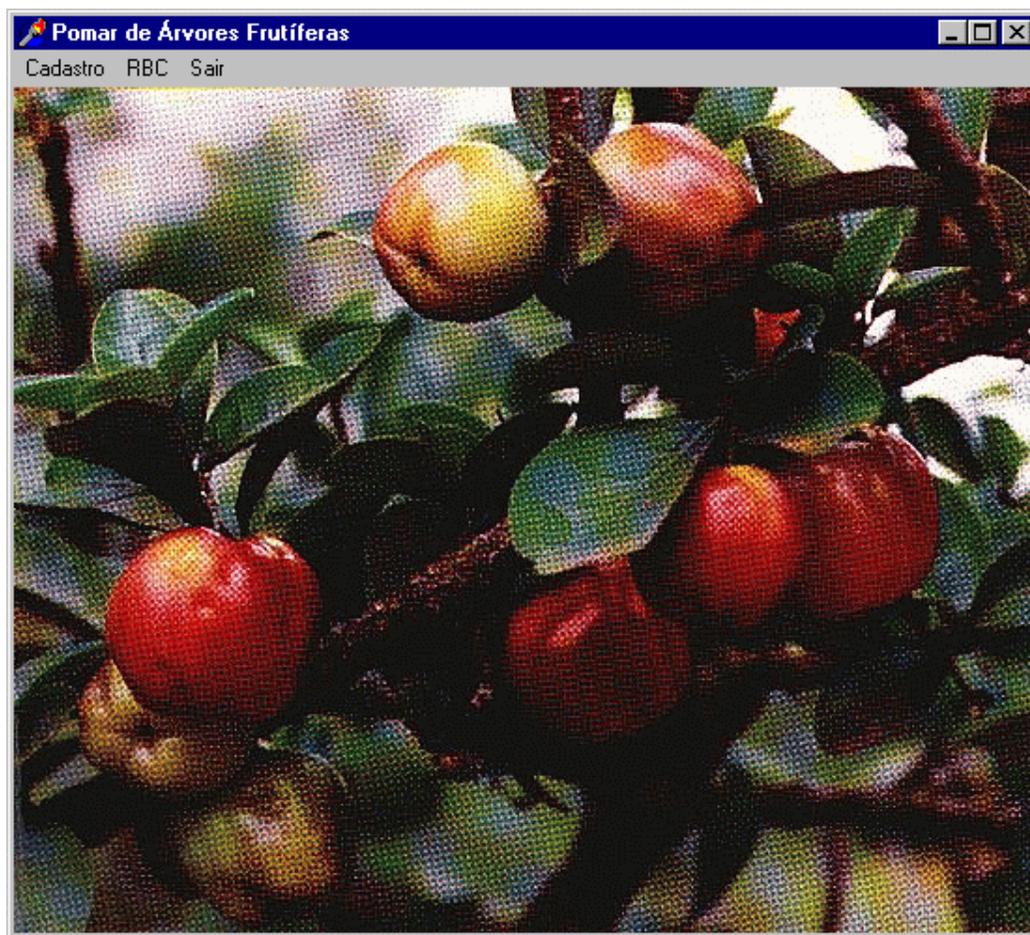


Figura 9: Tela Principal – Pomar de Árvores Frutíferas

A tela principal apresenta cinco opções de cadastro: Clima (figura 10), Solo (figura 11), Tratos (figura 12), Pragas (figura 13) e Planta (figura 14). Ainda possui a opção RBC – Pesquisar (figura 16), Armazenar (figura 17) e por fim a opção Sair.

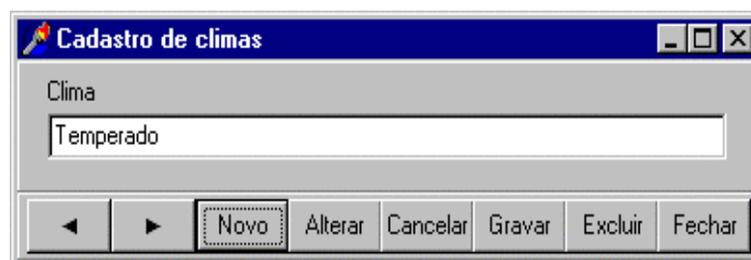


Figura 10: Tela de Cadastro de Climas

A Tela de Cadastro de Climas, aberta através do menu RBC, na opção Climas, possibilita os processos referentes ao clima, como: inclusão, alteração, consulta e exclusão.



Figura 11: Tela de Cadastro de Solos

A Tela de Cadastro de Solos, aberta através do menu RBC, na opção Solos, possibilita os processos referentes ao solo, como: inclusão, alteração, consulta e exclusão.



Figura 12 : Tela de Cadastro de Tratos Culturais

A Tela de Cadastro de Tratos Culturais, aberta através do menu RBC, na opção Tratos, possibilita os processos referentes aos tratos culturais da planta, como: inclusão, alteração, consulta e exclusão.

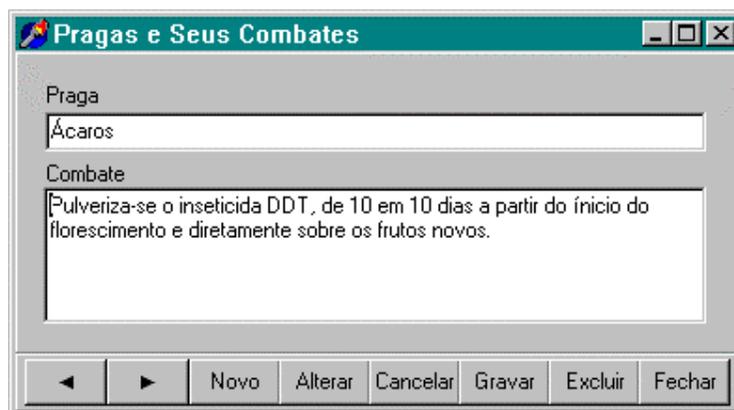


Figura 13 : Tela de Cadastro de Pragas e seu Combate

A Tela de Pragas e seus Combates, aberta através do menu RBC, na opção Pragas, possibilita os processos referentes as pragas da planta, como: inclusão, alteração, consulta e exclusão.

Cadastro de plantas

Nome: MAÇÃ
Nome Científico: Pirus Malus, L.

Tratos Culturais: Podas, Irrigacao

Tratos Culturais Seleccionados:

CodigoTrato	Descricao

Adubação: Esterco de coxeira curtido ao composto, 30 litros; Farinha de ossos, 1500 gramas.; Cloreto de potásio, 300 gramas.

Pragas: Coxonilha

Combate: Pulverização de sulfato de nicotina. Óleo miscível.

Clima: Temperado; Sub-Clima: Úmido; Solo: Argiloso

Época de plantio: Mês Inicial: Junho a Mês Final: Agosto

Época de colheita: Mês Inicial: Maio a Mês Final: Julho

Novo, Alterar, Cancelar, Gravar, Excluir, Fechar

Figura 14: Tela de Cadastro de Plantas

A figura 14 é a tela de cadastro de frutas, uma das principais telas de cadastro do protótipo. Aberta através do menu RBC, na opção plantas, possibilita os processo referentes a planta, como: inclusão, alteração, consulta e exclusão.

Está tela é composta por:

- nome;
- nome científico;
- tratos culturais – ao ser selecionado um trato aparece um campo chamado ‘descrição’, conforme figura 14, onde é cadastrada a descrição específica de cada trato;
- adubação;
- pragas – que são cadastradas na tela ‘Pragas’, conforme figura 13;

- f) combate - cadastrado na tela 'Pragas' , conforme figura 13;
- g) clima – figura 9;
- h) sub-clima;
- i) solo – figura 10;
- j) época de Plantio – que possui mês inicial e mês Final;
- k) época de Colheita – que possui mês inicial e mês Final.

Voltando ao menu RBC (figura 9), é possível pesquisar os casos da memória através da opção RBC.

Cadastro de plantas

Nome: MAÇÃ Nome Científico: Pirus Malus, L.

Tratos Culturais Selecionados:

Tratos Culturais:

Tratos: Descrição

Podas: Podas de formação: dá forma à macieira.
Podas de frutificação: prepara a macieira para uma abundante frutificação

Irrigac.

Gravar Cancelar

Adubação: Esterco de coxeira curtido ao composto, 30 litros
Farinha de ossos, 1500 gramas.
Cloreto de potásio, 300 gramas.

Combate: Pulverização de sulfato de nicotina.
Óleo miscível.

Clima: Temperado Sub-Clima: Úmido Solo: Argiloso

Época de plantio: Mês Inicial: Junho a Mês Final: Agosto

Época de colheita: Mês Inicial: Maio a Mês Final: Julho

< > Novo Alterar Cancelar Gravar Excluir Fechar

Figura 15: Tela de Cadastro de Planta – Com a opção ‘Descrição dos Tratos Culturais’



Parametro	Peso
Solo	7
Clima	8
Sub-Clima	6

Figura 16: Tela de Pesquisa RBC

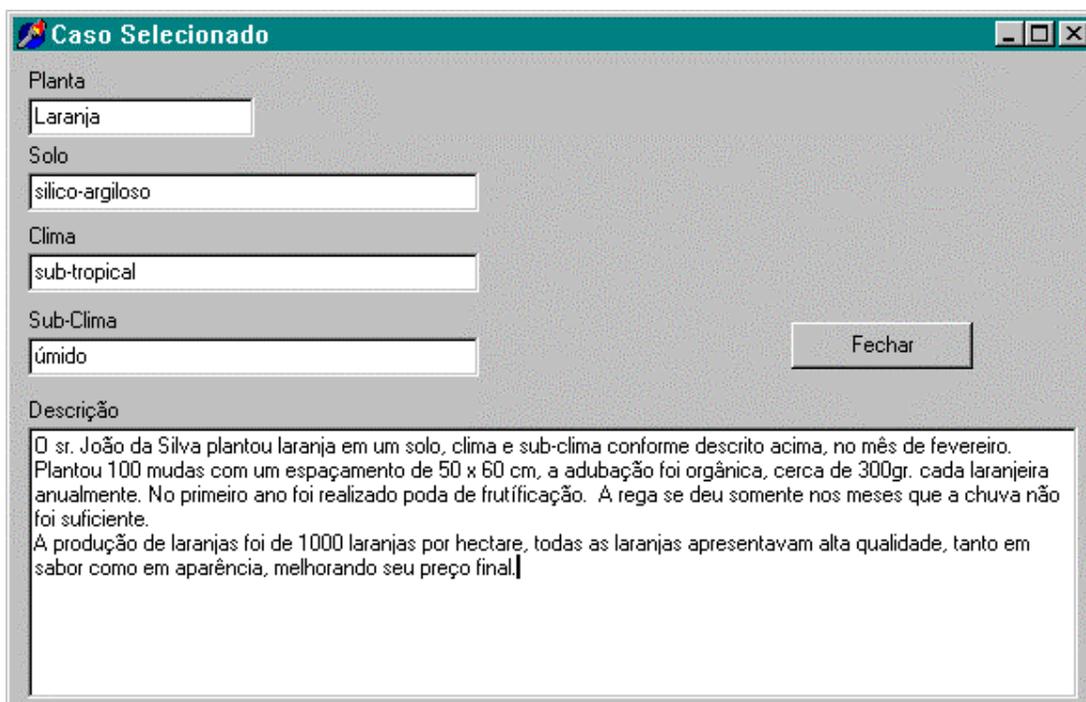
A figura 16 é a tela de RBC. Através desta tela é possível executar a pesquisa dos casos similares. As palavras-chaves definidas anteriormente são: clima, sub-clima e solo. Para cada uma deve ser informado um peso de acordo com sua importância, atribuído pelo especialista. Ao escolher a opção RBC, será executada a recuperação na memória de casos, usando a função da similaridade calculada com base nos pesos atribuídos. Os casos selecionados, serão mostrados na tela de resultados (figura 17).



Caso	Grau/Porcentagem
Caso 1 <input checked="" type="radio"/> Laranja	1
Caso 2 <input type="radio"/> Abacaxi	0,590909
Caso 3 <input type="radio"/> Maçã	0,272727

Figura 17: Tela de Resultados – Casos Selecionados

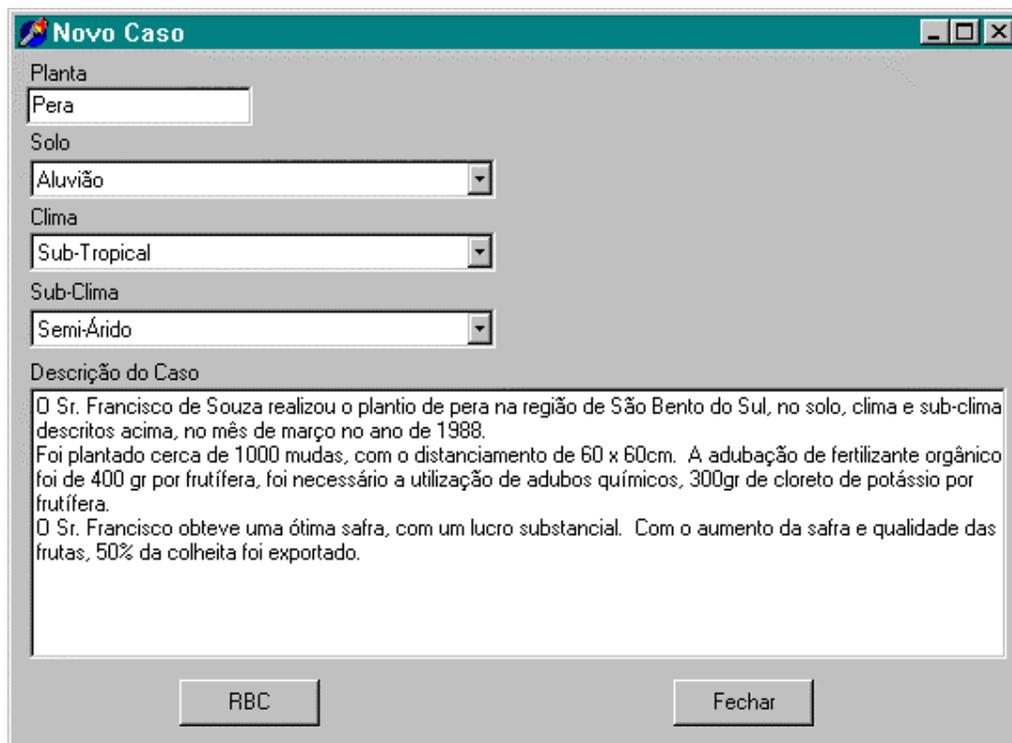
A figura 17 é a tela de resultado dos casos selecionados. O sistema mostra os três primeiros casos selecionados, e seu grau de similaridade. O caso que mais se aproximar de 1 será o melhor caso. A opção 'Visualizar Caso' permite a visualização do caso escolhido (figura 18), a opção 'Visualizar Planta' permite a visualização do manejo da planta escolhida (figura 14).



The image shows a software window titled "Caso Selecionado". It contains several input fields and a text area. The fields are: "Planta" with the value "Laranja", "Solo" with "silico-argiloso", "Clima" with "sub-tropical", and "Sub-Clima" with "úmido". A "Fechar" button is located to the right of the "Sub-Clima" field. Below these fields is a "Descrição" section containing a text box with the following content: "O sr. João da Silva plantou laranja em um solo, clima e sub-clima conforme descrito acima, no mês de fevereiro. Plantou 100 mudas com um espaçamento de 50 x 60 cm, a adubação foi orgânica, cerca de 300gr. cada laranjeira anualmente. No primeiro ano foi realizado poda de frutificação. A rega se deu somente nos meses que a chuva não foi suficiente. A produção de laranjas foi de 1000 laranjas por hectare, todas as laranjas apresentavam alta qualidade, tanto em sabor como em aparência, melhorando seu preço final."

Figura 18 : Tela de Caso Selecionado na pesquisa

A figura 18 é a tela de Caso Selecionado, aberta através da opção 'Visualizar Caso'. A tela de Resultados (figura 17), permite somente a visualização do caso.



Novo Caso

Planta
Pera

Solo
Aluvião

Clima
Sub-Tropical

Sub-Clima
Semi-Árido

Descrição do Caso

O Sr. Francisco de Souza realizou o plantio de pera na região de São Bento do Sul, no solo, clima e sub-clima descritos acima, no mês de março no ano de 1988. Foi plantado cerca de 1000 mudas, com o distanciamento de 60 x 60cm. A adubação de fertilizante orgânico foi de 400 gr por frutífera, foi necessário a utilização de adubos químicos, 300gr de cloreto de potássio por frutífera.

O Sr. Francisco obteve uma ótima safra, com um lucro substancial. Com o aumento da safra e qualidade das frutas, 50% da colheita foi exportado.

RBC Fechar

Figura 19 : Tela de Entrada do Novo Caso

A figura 19 é a tela de entrada do novo caso. Ela contém os campos: Planta, Solo, Clima e Sub-clima que são as palavras-chaves do caso, além da descrição do caso. Na opção RBC, é possível recuperar os casos similares armazenados na memória de casos, através da igualdade entre os atributos dos casos. Os casos selecionados podem ser visualizados na tela de Caso Selecionado (figura 20). Não havendo casos similares na memória de casos, o novo caso é automaticamente armazenado, sem a intervenção do usuário (especialista).

Caso Selecionado

Planta
Pera

Solo
silico-argiloso

Clima
tropical

Sub-Clima
Semi-árido

Descrição

O sr. João da Silva plantou pera em um solo, clima e sub-clima conforme descrito acima, no mês de fevereiro, do ano de 1985. No primeiro ano foi realizado poda de frutificação. A rega se deu somente nos meses que a chuva não foi suficiente. Foi plantado cerca de 1000 mudas, com o distanciamento de 50 x 60cm. A adubação de fertilizante orgânico foi de 400 gr por frutífera, foi necessário a utilização de adubos químicos, 500gr de cloreto de potássio por frutífera.

O Sr. João da Silva obteve uma colheita baixa, com pouco lucro. As frutas eram pequenas, muitas frutas estavam cobertas de fungos.

Figura 20 : Tela de Casos Selecionados através do RBC

A figura 20 é a tela de Caso Selecionado, que permite ao especialista tomar decisões para resolver seu novo caso, o especialista tem as opções de: substituir o caso selecionado pelo novo caso, através da opção 'Substituir Caso', melhorar o caso selecionado, através da opção 'Melhorar Caso', ou ainda incluir o novo caso na memória de casos, através da opção 'Incluir Novo Caso'.

7 CONCLUSÃO

Este trabalho teve como objetivo principal o desenvolvimento de um Sistema de Informações aplicado à implementação de um protótipo de técnicas para o plantio de árvores frutíferas. O protótipo utilizou a técnica de Inteligência Artificial denominada Raciocínio Baseado em Casos (RBC).

No decorrer deste trabalho foi apresentado um estudo sobre Sistema de Informações, Plantio de Árvores Frutíferas e RBC, ainda foram reforçados os conhecimentos adquiridos nesta Universidade, sobre Banco de Dados, Análise Estruturada e Ferramentas CASE.

O Sistema de Informações dentro de uma organização desempenha funções como percepção, classificação, transmissão, recuperação, transformação e apresentação das informações, sendo sua principal função prestar informações para decisões e coordenação. Como um pomar malfeito e malcuidado, produz frutas azedas, murchas, cobertas de fungos, não serve para nada, representa tempo, dinheiro e espaço perdidos, surgiu a idéia de reunir as técnicas de plantio de árvores frutíferas em um Sistema de Informações, possibilitando armazenar a experiência dos técnicos para um futuro aproveitamento, experiências estas que ao serem aplicadas resultarão num melhoramento na qualidade do pomar e conseqüentemente nas frutas.

A experiência é muito requisitada tanto na atualidade como no passado, quanto mais experiência for obtida melhor. É pouco provável que um especialista consiga reter em sua memória toda a experiência adquirida em anos. Neste caso todos os projetos que desenvolveu sobre plantio, o especialista até poderia lembrar dos últimos projetos, mas com a medida em que irão aumentando seus projetos fica difícil recuperar suas experiências passadas, muitas vezes guardada só na memória. RBC seria uma forma de guardar esta experiência na forma de casos e reutilizá-la adequadamente. Mesmo para aplicações menos complexas adquirir conhecimento na forma de casos demonstrou ser uma técnica mais rápida, fácil e eficiente.

Em RBC o aprendizado é facilitado, pelo fato de não precisar de um conhecimento tão profundo do problema, isto é, o conhecimento do domínio está representado

na memória de casos. Portanto, a memória de casos do sistema deve ser representativa do domínio de aplicação. Também RBC fornece explicações a suas respostas, fazendo com que o especialista ou o próprio sistema seja capaz de avaliar erros e evitá-los no futuro.

Com bom desempenho (interface amigável e respostas condizentes com o problema), o protótipo de sistema de informações para o plantio de árvores frutíferas, obteve resultados satisfatórios, encontrando os casos similares na memória, fornecendo respostas aceitáveis e permitindo que novos casos sejam armazenados na memória.

Finalmente é possível concluir que um sistema que utiliza a técnica RBC, traz muitos recursos ao usuário. O estudo de RBC, acrescentou muito meus conhecimentos, e possibilitou o aprendizado de um Sistema Especialista não ensinado na disciplina de Inteligência Artificial (IA). Os estudos sobre as tecnologias utilizadas vieram a reforçar os conhecimentos já adquiridos nesta Universidade.

6.3 SUGESTÃO PARA TRABALHOS FUTUROS

Como sugestão para trabalhos futuros pode-se citar a ampliação da capacidade do protótipo, fazendo com que seja capaz de trazer uma resposta mais completa, por exemplo: entrando com a medida do terreno para o plantio, seja informado as quantidades exata de mudas, adubos usados para a implantação do pomar, também a planta do pomar com a localização de cada espécie de frutíferas, podendo implementar ainda a parte financeira com custos e os possíveis lucros.

Também surge como proposta para trabalhos futuros a implementação de outros algoritmos de recuperação com outros métodos. Outra sugestão seria a implementação do módulo de adaptação de casos, para que o caso recuperado seja adaptado ao novo caso.

Outros trabalhos também poderiam ser desenvolvidos em outras áreas como: Medicina, Direito, Arquitetura. Por exemplo: em direito, o advogado precisa pesquisar quais os casos antigos parecidos com o caso atual que ele já defendeu, qual foi sua técnica usada na defesa, se o réu foi acusado ou não. Baseado nestas respostas ele cria uma nova defesa, para

que não se repitam os erros. Este seria um trabalho muito interessante, onde certamente iria enriquecer o conhecimento do acadêmico.

6.4 DIFICULDADES ENCONTRADAS

Uma dificuldade encontrada foi a falta de livros sobre Raciocínio Baseado em Casos (RBC), na língua portuguesa e principalmente a falta de livros sobre RBC, na Universidade Regional de Blumenau.

ANEXO I

GRUPOS DE PRAGAS

De acordo com [CAR98], de uma maneira geral as pragas que atacam as plantas frutíferas podem ser divididas nos seguintes grupos:

a) Mosca-das-frutas (DIPTERA).

As moscas das frutas adultas fazem a postura no interior das frutas, onde as larvas se desenvolvem às custas da polpa, provocando assim o apodrecimento e queda dos frutos. A Mosca-das-frutas podem ocorrer durante todo o ano devido à diversidade de frutíferas que atacam, apresentando sucessão de hospedeiros, ou seja, passam de uma frutífera para outra, à medida que estas forem produzindo frutos em diferentes épocas do ano.

b) Cochonilha (HOMOPTERA).

Estão bem distribuídas nos pomares, atacando folhas em ambas as faces, ramos e frutos, revestindo-os por completo com suas carapaças. Podem provocar o amarelecimento das folhas e frutos, inutilizando-os para o comércio. Atacam todas as partes aéreas do vegetal sobre as quais se fixam retirando seiva, formando na planta depressões, e depreciando e tornando os frutos defeituosos. Nas folhas há um amarelecimento e encarquilhamento. Em ataques mais intensos podem determinar a morte da planta. Muitas vezes podem atacar o tronco e ramos causando o rompimento da casca, o que enfraquece a planta.

c) Pulgão (HOMOPTERA).

São insetos sugadores, que atacam brotos novos, pedúnculos e botões florais. Com a chegada da primavera, as plantas iniciam a brotação e há intensa reprodução dos pulgões. Em um número elevado, localizam-se nos brotos, pedúnculos e botões florais, sugando seiva, encarquilhando as folhas e ramos novos, provocando a queda das flores e retardando o crescimento. Transmitem doenças e provocam o aparecimento de um fungo, que se desenvolve sobre o líquido açucarado, chamado de Fumagina, o que reduz a fotossíntese, podendo levar a planta a morte.

d) Cigarrinha-das-frutíferas (HOMOPTERA).

Trata-se de um inseto, amplamente distribuído em todo o país. Suga a seiva em grande quantidade e, colonizando nos pedúnculos dos frutos, atrasam-lhe o desenvolvimento.

e) Lagarta (LEPIDOPTERA)

Destroem as folhas à noite. Durante o dia ficam inativas, aglomeradas junto ao tronco. Em viveiros, os danos são mais severos. A planta atacada apresenta murchamento do broto terminal. A larva perfura o fruto e destrói a polpa junto à região carpelar. No ponto de penetração das lagartas aparece uma exsudação gomosa associada com a deposição de fezes. O ataque desta praga é bastante prejudicial, pois paralisa o desenvolvimento da planta pelo secamento dos ponteiros. Os ramos atacados ficam ramificados, perde-se a floração e os frutos tornam-se imprestáveis para o comércio.

f) Coleobrocas (COLEOPTERA).

Provocam a interrupção do fluxo da seiva para as folhas e permite a entrada de fungos causadores de podridão pela abertura que faz nos ramos e no tronco. Causam o secamento progressivo da planta e a morte.

g) Ácaros (ACARI).

Podem ser encontrados em todas as variedades cítricas, como laranjeira, limoeiro e tangerina. O dano causado por este ácaro é restrito às células epidérmicas da folha, fruto ou ramo novo. A célula atacada morre. Na laranja, o sintoma deixado pelo ataque é conhecido como laranja mulata ou enferrujada e em limão a cor fica prateada. Os frutos que sofrem ataque severo têm tamanho, peso e quantidade de suco reduzidos, apresentam manchas deprimidas e sabor levemente alterados, e podem cair 3 semanas após o ataque. As folhas podem cair normalmente ou podem surgir manchas na epiderme. Atacar as gemas, destruindo-as causando superbrotamento. Nos ramos novos causam fendas e secamento.

h) Percevejo-das-frutas (HEMIPTERA).

Os frutos são atacados na fase de desenvolvimento. Já foi encontrado causando danos na laranja, goiaba, carambola e manga. Nos locais picados aparecem manchas de 5 a 10 mm e o fruto pode cair em função da inoculação de toxinas.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- [ABE96] ABEL, Mara. **Um estudo sobre raciocínio baseado em casos**. Porto Alegre : UFRGS, 1996. Endereço eletrônico: <http://www.inf.ufrgs.br/gpesquisa/bdi/public.html>.
- [ALV96] ALVES, William Pereira. **MS-ACCESS 7.0 para Windows 95**. São Paulo : Érica, 1996.
- [CAR96] CARVALHO, Raquel Regis Azevedo de. **Função de Crença como ferramenta para solucionar diagnóstico em raciocínio baseado em casos**. Brasília, 1996. Dissertação (Mestrado em Ciências da Computação) Instituto de Ciências Exatas, Departamento de Sistemas da Computação, UnB.
- [CAR98] CARVALHO, Ruy Inacio Neiva de. **Produção de frutas em pomar Doméstico**. Curitiba : Champagnat, 1998.
- [CER95] CERÍCOLA, Vincent Oswald. **ORACLE: Banco de Dados Relacional e Distribuído**. São Paulo : Makron Books, 1995.
- [DAL98] DALFOVO, Oscar. **Desenho do modelo de um sistema de informação**. Blumenau, 1998. Dissertação (Mestrado em Administração de Negócios) Centro de Ciências Sociais e Aplicadas, FURB.
- [DAT91] DATE, C. J. **Introdução a sistemas de banco de dados**. Rio de Janeiro : Campus, 1991.
- [EME80] EMERY, James C. **Sistemas de planejamento e controle organizacional: teoria e tecnologia**. James C. Emery. Tradução de José Ricardo Brandão Azevedo. Rio de Janeiro : Interciência, 1980.
- [FIS90] FISHER, Alan S. **CASE: Utilização de ferramentas para desenvolvimento de software**. Alan S. Fisher; tradução Info-Rio. Rio de Janeiro : Campus, 1990.
- [FOU94] FOUNIER, Roger. **Guia prático para o desenvolvimento e manutenção de sistemas estruturados**. São Paulo : Makkron Books, 1994.
- [GAN90] GANE, Chris. **CASE: o relatório Gane**. Chris Gane. Tradução de Mauro Lando. Rio de Janeiro : LTC – Livros Técnicos e Científicos. Ed., 1990.

- [GOM73] GOMES, Raymundo Pimentel. **Fruticultura Brasileira**. São Paulo: Nobel, 1973.
- [INF98] INFORMÁTICA BLUMENAU. **Apostila Interna – DESIGNER/2000**. Blumenau, 1998.
- [OLI92] OLIVEIRA, Djalma de Pinho Rebouças de. **Sistemas de informações gerenciais : estratégias, táticas operacionais**. Djalma de Pinho Rebouças de Oliveira. 3. ed. São Paulo : Atlas, 1992.
- [KOE94] KOEBER, Alexandra Deise. **Um sistema de informações gerenciais multimídia aplicado à área de pesquisa da FURB**. Blumenau, 1993. Trabalho de conclusão de curso (Bacharelado em Ciências da Computação). Centro de Ciências Exatas e Naturais, FURB.
- [KOL93] KOLODNER, J. **Case-based reasoning**. San Mateo CA : Morgan Kauf Publishers, 1993.
- [KOR95] KORTH, Henry F. **Sistema de banco de dados**. 2^a ed. São Paulo : Makron, 1995.
- [LOR98] LORENZI, Fabiana. **Uso da metodologia de Raciocínio Baseado em Casos para construção de Armazém de Dados na Área da Saúde**. Porto Alegre : UFRGS, 1998. Endereço Eletrônico: <http://www.inf.ufrgs.br/~lorenzi/seminar.htm>
- [MAN88] MANICA, Ivo. **O pomar doméstico**. Rio de Janeiro : Globo, 1988.
- [MAR91] MARTIN, James. **Técnicas estruturadas e CASE**. James Martin, Carma McClure. Tradução Lúcia Faria silva. São Paulo : Makron, McGraw-Hill, 1991.
- [MER95] MERCADO-GARDNER, Juanita. **Projetando Banco de Dados com Access 2**. São Paulo : Berkeley, 1995.
- [NAG86] NAGY, Jozsef Lukas. **Manual do Técnico Florestal, Apostilas do Colégio Florestal de Irati**. Campo Largo: Ingra S.A., 1986.

- [PAG88] PAGE-JONES, Meilir. **Projeto estruturado de sistemas**. Tradução Silvia Maria Almeida Barros, Eliana Maria Lene Gotilla, Zileia Francisca dos Santos. São Paulo : McGraw-Hill, 1988.
- [REI97] REIS, Lisiane Albuquerque. Moema Luz Cargnin. **SDDEP. Uma aplicação na área médica utilizando raciocínio baseado em casos**. Florianópolis : UFSC, 1997.
- [RUB95] RUBENKING, Neil J. **Programação Delphi para leigos**. São Paulo : Berkeley, 1995.
- [VAR98] VARELLA, Geraldo Menegazzo. **Utilização de Raciocínio Baseado em Casos no Auxílio à Recuperação de Projetos do Instituto de Pesquisas Ambientais**. Blumenau, 1998. Trabalho de conclusão de curso (Bacharelado em Ciências da Computação). Centro de Ciências Exatas e Naturais, FURB.
- [WEB96] WEBER-LEE, Rosina. **Raciocínio Baseado Em Casos**. 1996. Endereço eletrônico: <http://www.eps.ufsc.br:80/~martins/fuzzy/RBC/intro.html>.
- [YOU90] YOURDON, Edward. **Análise estruturada moderna**. Tradução Dalton Conde de Alencar. Rio de Janeiro. Campus, 1990.