

**JORGE CHAVES BARBOSA**

**SISTEMA INTELIGENTE DE APOIO À DIAGNOSE DE DOENÇAS, PRAGAS E  
FATORES ABIÓTICOS DOS CITROS**

Monografia apresentada ao Departamento de Ciência da Computação da Universidade Federal de Lavras como parte das exigências do Curso de Ciência da Computação para obtenção do título de Bacharel em Ciência da Computação.

**LAVRAS  
MINAS GERAIS – BRASIL**

**2007**

**JORGE CHAVES BARBOSA**

**SISTEMA INTELIGENTE DE APOIO À DIAGNOSE DE DOENÇAS, PRAGAS E  
FATORES ABIÓTICOS DOS CITROS**

Monografia apresentada ao Departamento de Ciência da  
Computação da Universidade Federal de Lavras como parte  
das exigências do curso de Ciência da Computação para  
obtenção do título de Bacharel em Ciência da Computação.

Área de Concentração:  
Engenharia de *Software*

Orientador:  
Prof. Edson Ampélio Pozza

**LAVRAS**  
**MINAS GERAIS – BRASIL**  
**2007**

**Ficha Catalográfica Preparada pela Divisão de Processos Técnicos da  
Biblioteca Central da UFLA**

Barbosa, Jorge Chaves

Sistema Inteligente de Apoio à Diagnose de Doenças, Pragas e Fatores Abióticos do Citros / Jorge Chaves Barbosa. Lavras – Minas Gerais, 2007. 35p. : il.

Monografia de Graduação - Universidade Federal de Lavras. Departamento de Ciência da Computação.

1. Sistema Inteligente. 2. Sistema de Apoio à Decisão. I. JORGE , C.B. II. Universidade Federal de Lavras. III. Título.

**JORGE CHAVES BARBOSA**

**SISTEMA INTELIGENTE DE APOIO À DIAGNOSE DE DOENÇAS, PRAGAS E  
FATORES ABIÓTICOS DOS CITROS**

Monografia apresentada ao Departamento de Ciência da Computação da Universidade Federal de Lavras como parte das exigências do Curso de Ciência da Computação para obtenção do título de Bacharel em Ciência da Computação.

Aprovada em 10/8/2007

---

Marcelo de Carvalho Alves

---

Prof. Eduardo Alves

---

André Luiz Zambalde

(Co-orientador)

---

Prof. Édson Ampélio Pozza

(Orientador)

**LAVRAS  
MINAS GERAIS – BRASIL**

Dedico à minha família e aos meus amigos.

## **Agradecimentos**

Agradeço aos meus pais por me apoiarem, a todos os meus amigos por fazerem parte de minha vida. Também aos colegas de faculdade, onde passamos muitos momentos felizes. A todo Departamento de Ciência da Computação e o Departamento de Fitopatologia. Um agradecimento especial ao Cleilson, por trabalharmos juntos, ao Orientador Edson Pozza, e Co-Orientador André Zambalde, e aos membros da banca.

Não poderia deixar de agradecer aos meus colegas de república, com quem passei os melhores momentos da minha vida. Obrigado.

# **SISTEMA INTELIGENTE DE APOIO À DIAGNOSE DE DOENÇAS, PRAGAS E FATORES ABIÓTICOS DOS CITROS**

## **RESUMO**

A citricultura no Brasil tem um faturamento anual de US\$ 3 bilhões e gera 400 mil empregos diretos e 1,2 milhões indiretos. Apesar da grande produção, o Brasil têm baixa produtividade, apenas 22 t/ha, comparada com outros países produtores. Esta perda de produtividade se deve principalmente as pragas e as doenças. Este trabalho teve como objetivo a implementação de um *software* de apoio à decisão, para doenças, pragas e fatores abióticos dos citros, baseado em uma árvore decisória. O programa foi implementado em Delphi, e conta com um grande acervo de fotografias e textos.

**Palavras-Chave:** *Software* de Apoio à Decisão, Citros, Diagnose de doenças, pragas e fatores abióticos.

## **INTELLIGENT SYSTEM FOR SUPPORT DECISION TO DIAGNOSE DISEASES, PLAGUES AND ABIOTIC FACTORS IN CITRUS**

### **ABSTRACT**

The citriculture in Brazil has an annual invoicing US\$ 3 billions and generate 400 thousand direct jobs and 1,2 million indirect. Although the great production, Brazil has low productivity, only 22t/ha, compared with other producing countries. This loss of productivity one mainly must the plagues and the diseases. This work had objective create a software to support decision to diseases, plagues and abiotic factors in citrus, based in a decide tree. The program was implemented in Delphi and counts on a great quantity of photographs and texts.

**Key-words:** Decision Support System, Citrus, Diagnose diseases, plagues, abiotic factors.

## SUMÁRIO

LISTA DE FIGURAS.....	ix
LISTA DE TABELAS.....	x
1 INTRODUÇÃO.....	1
2 REFERENCIAL TEÓRICO.....	3
2.1 DOENÇAS, PRAGAS E FATORES ABIÓTICOS DOS CITROS.....	3
2.2 SISTEMAS DE APOIO À DECISÃO.....	11
2.2.1 EVOLUÇÃO DOS SISTEMAS DE APOIO À DECISÃO.....	12
2.2.2 SISTEMAS DE APOIO À DECISÃO NA DIAGNOSE DE DOENÇAS DE PLANTAS.....	13
2.3 IMPORTÂNCIA DAS DOENÇAS E PRAGAS DOS CITROS.....	14
3 METODOLOGIA.....	16
3.1 TIPO DE PESQUISA.....	16
3.2 PROCESSO METODOLÓGICO.....	16
3.2.1 AQUISIÇÃO DO CONHECIMENTO.....	16
3.2.2 ORGANIZAÇÃO DO CONHECIMENTO.....	16
3.2.3 AVALIAÇÃO .....	17
3.3 ANÁLISE ESTATÍSTICA.....	18
4 RESULTADOS E DISCUSSÃO .....	19
4.1 IMPLEMENTAÇÃO DO PROJETO: DESENVOLVIMENTO DO <i>SOFTWARE</i> .....	19
4.2 AVALIAÇÃO .....	28
5 CONCLUSÃO .....	33
6 BIBLIOGRAFIA CONSULTADA .....	34

## LISTA DE FIGURAS

Figura 4.1 - Fluxograma da árvore decisória.....	19
Figura 4.2 - Implementação do <i>software</i> no Delphi® .....	20
Figura 4.3 - Tela de Apresentação do Dr.Citros .....	21
Figura 4.4 - Barra de Ferramentas do Dr.Ctirus.....	22
Figura 4.5 - Tela inicial do Dr.Citrus .....	22
Figura 4.6 – Tela Lista de doenças, pragas e distúrbios abióticos .....	23
Figura 4.7 - Lista de Doenças .....	24
Figura 4.8 - Pragas quarentenárias .....	24
Figura4. 9 - Principais variedades de porta-enxertos .....	25
Figura 4.10 - Tela de inicio da diagnose .....	25
Figura 4.11 - Exemplo de diagnose com sintomas em frutos .....	26
Figura 4.12 - Tela de ampliar fotografias.....	26
Figura 4.13 - Tela de resultado da diagnose .....	27
Figura 4.14 - Tela de diagnose final para Gomose .....	28
Figura 4.15 - Gráfico da avaliação dos usuários na validação do "Dr. Citrus" ..	30

## LISTA DE TABELAS

Tabela 4.1 - Verificação do programa “Dr. Citrus”, realizada por cinco especialistas em citros.....	28
Tabela 4.2 - Porcentagem de diagnósticos corretos e teste Qui-quadrado para a verificação e validação do “Dr. Citrus”.....	30

# 1. INTRODUÇÃO

Com a globalização da economia, os produtos agrícolas vêm se tornando cada vez mais competitivos, forçando os produtores a terem níveis de competitividade internacionais. Isso implica em novos métodos e técnicas de produção garantindo alta produtividade e qualidade dos produtos. A citricultura não foge a essas exigências, sendo uma das principais atividades agrícolas do Brasil, com um faturamento anual de US\$ 3 bilhões e gerando 400 mil empregos diretos e 1,2 milhões indiretos. O estado de São Paulo é o que mais tem representatividade na produção chegando a deter 80% da produção nacional (IBGE, 2004; TOMAZELA & XAVIER, 2004).

Apesar da grande produção, o Brasil tem baixa produtividade, 22 t/ha, se comparada com outros países produtores. Esta reduzida produtividade deve-se principalmente as pragas e as doenças. O diagnóstico preciso e confiável é fundamental para o controle das doenças e pragas, além de evitar aplicações desnecessárias de defensivos agrícolas, pois o tratamento fitossanitário representa 52% dos gastos de produção (ASTÚA-MONGE et al., 2004; ROSSETI, 2001).

Nos dias de hoje a tecnologia se integra cada vez mais ao campo. Os *softwares* e *hardwares* são cada vez mais específicos realizando tarefas que antes eram feitas apenas pelo homem. A tecnologia não vem substituir o homem, mas ser um auxílio nas mais diversas atividades. Gerar tecnologia de informação no país tornou-se um desafio inadiável, visto que, de maneira geral, as condições agroecológicas brasileiras são diferentes daquelas dos países desenvolvidos produtores de frutas temperadas e subtropicais (SANHUEZA, 2000).

Integrando um sistema computacional com conhecimentos nas áreas de fitopatologia, entomologia e nutrição de plantas, torna possível criar um Sistema de apoio à decisão (SAD) que realiza o diagnóstico de doenças, pragas e distúrbios abióticos em plantas, além de divulgar informações sobre a disseminação e controle, que por meio de observação dos sintomas, é possível chegar a uma diagnose correta, um controle eficiente e diferenciar esses problemas com fatores fisiológicos, impedindo que os danos causados tragam grandes prejuízos ou erros de diagnóstico. Os SADs além de ajudarem o diagnóstico também servem como um grande banco de dados de fácil consulta, podendo ser utilizado como um material didático.

Para a construção dos SADs é necessário fazer a implementação do programa através das linguagens de programação. Uma linguagem muito utilizada para a construção

dos SADs é a linguagem Delphi<sup>®</sup>. Essa ferramenta de implementação de *softwares* apresenta componentes visuais de fácil entendimento e nos permite criar com mais facilidade uma interface amigável e muito eficiente para o usuário final, pois é uma linguagem de alto nível e tem opções que auxiliam na implementação visual, que é de extrema importância para esse tipo de *software*, devido ao tipo de usuário. Com a linguagem Delphi é possível implementar um SAD para o produtor obter auxílio no diagnóstico preciso e rápido das doenças e pragas.

Este trabalho teve como objetivo de criar um *software* implementado em linguagem Delphi<sup>®</sup>, que possa auxiliar estudantes, profissionais e produtores, que atuam na área de fitopatologia e entomologia, fornecendo uma base de conhecimento para obter um diagnóstico mais preciso dos problemas que atingem a citricultura.

## 2 REFERENCIAL TEÓRICO

### 2.1 Doenças, Pragas e Fatores Abióticos dos Citros

Pela definição encontrada em estudos de plantas, praga é qualquer forma de vida vegetal ou animal, ou qualquer agente patogênico daninho ou potencialmente daninho para os vegetais e produtos vegetais, EMBRAPA (2003). Já doença é qualquer organismo que se multiplica por iniciativa de seu próprio gene, associados direta ou indiretamente à planta hospedeira durante o ciclo da doença, e, fatores abióticos, são fatores que não tem vida, como: Temperatura alta ou baixa, deficiência de oxigênio, carência mineral, herbicidas, poluição, nematóides, umidade, precipitação e luz, EMBRAPA (2007); (SMITH, 1986).

Segundo o FUNDECITROS (2007), a cultura dos citros é um alvo constante de inúmeras pragas e doenças, que, encontrando condições favoráveis ao seu desenvolvimento são capazes de causar danos irreversíveis. A quantidade e a qualidade das frutas cítricas são freqüentemente ameaçadas devido aos danos deixados na planta, que dependendo da intensidade do ataque, pode torná-la improdutiva ou levar à sua erradicação.

As doenças que afetam os citros podem ser classificadas como doenças causadas por fungos, bactérias, vírus e viróides, causas desconhecidas, menor importância econômica.

As doenças causadas por fungos são (EMBRAPA, 2003):

#### Estiolamento (damping-off)

Esta é considerada a principal doença de sementeiras. Ela pode ser causada pelos fungos *Rhizoctonia solani*, *Pythium aphanidermatum*, *Phytophthora citrophthora*, *P. nicotianae* var. *parasitica* ou *Fusarium* spp.

#### Gomose

A gomose de *Phytophthora* é causada pelos fungos *P. parasitica* e *P. citrophthora*. Os sintomas podem variar dependendo da espécie ou cultivar de citros, da idade da planta, dos órgãos onde ocorre o ataque ou das condições ambientais prevaletentes.

#### Rubelose

Causada pelo fungo *Corticium salmonicolor* a doença vem se destacando no ataque às tangerinas, limas doces e pomelos. A rubelose

provoca a morte dos ramos com o aparecimento de lesões que, geralmente, se iniciam nas forquilhas dos ramos principais.

#### Cancro do tronco do limão Tahiti

A doença afeta principalmente o limão Taiti, é de ocorrência recente, porem tem caráter destrutivo, chegando a matar a planta em poucos meses.

#### Verrugose

Dentre as doenças das plantas cítricas, a verrugose é a mais freqüente tanto em sementeiras e viveiros como em pomares, afetando somente frutos de laranjas doces. A doença pode ser causada por três espécies de fungos: na laranja Azeda, pomelos, limões verdadeiros, limão Cravo, Volkameriano, Rugoso é causada pelo fungo *Sphaceloma fawceti*; em tangerinas é causada por *S. fawceti var. scabiosa*, nestes casos afetando folhas ramos e frutos e nas laranjas doces afetando somente os frutos e causada por *S. australis*.

#### Melanose

Esta doença torna-se importante em pomares cuja produção destina-se ao mercado de fruta fresca. Causada pelo fungo *Phomopsis citri*, apresenta lesões salientes escuras, muito pequenas que podem aparecer dispersas na superfície do fruto ou em estrias.

#### Pinta preta

A doença é causada pelo um fungo, *Guignardia citricarpa* que se dissemina com muita facilidade dentro e entre os pomares.

#### Estrelinha ou queda de frutos jovens

A doença é causada pelo fungo *Colletotrichum acutatum* que infecta os tecidos de flores e frutos jovens, provocando a queda prematura desses frutos.

São doenças causadas por bactérias:

#### Cancro cítrico

É uma doença causada pela bactéria *Xhantomonas axonopodis pv. citri* que provoca lesões nas folhas, frutos e ramos e, conseqüentemente queda de folhas frutos e de produção.

#### Amarelinho ou clorose variegada dos citros - CVC

Desde a sua constatação em 1987, a clorose variegada dos citros - CVC ou amarelinho passou a ser a doença mais importante da cultura dos citros, causando um prejuízo anual de 100 milhões de dólares. A doença é mais severa em plantas jovens, que passam a produzir frutos pequenos, duros, com acidez excessiva e pouco suco, imprestáveis para a comercialização. O agente causal é a bactéria, *Xilella fastidiosa*, que vive no lenho da planta.

São doenças causadas por vírus e viróides:

#### Leprose

A leprose é causada por um vírus localizado, transmitido pelo ácaro vermelho (*Brevipalpus phoenicis*) e ocorre principalmente em laranjeiras doces.

#### Tristeza

Doença causada por um vírus que circula na seiva da planta tem como maior agravante a sua distribuição pelas mudas e por um inseto vetor o pulgão *Toxoptera citricidus*.

#### Sorose

Doença causada por um complexo de vírus causa sintomas na copa das plantas, especialmente um intenso descascamento em áreas próximas a forquilha principal.

#### Exocorte

Doença causada por viróides que circulam na seiva da planta, e são disseminados pelas mudas. Embora não haja estimativas de perdas na cultura dos citros a sua presença nos pomares provocou a limitação do uso de alguns porta-enxertos e mudanças na estratégia de controle de outras doenças de porta-enxertos.

#### Cachexia (Xiloporose)

Esta doença infecciosa é causada por um vírus e transmitida por borbulhas.

São doenças de causas desconhecidas:

#### Declínio

Esta anormalidade foi detectada, na década de 70, em plantas de laranjas doce enxertadas sobre limão Cravo e *Poncyrus trifoliata* em diversas regiões produtoras do Brasil.

São doenças de menor importância econômica:

#### Mancha de graxa / Falsa melanose

Causada por fungos do gênero *Mycosphaerella*, as lesões ocorrem nas folhas.

#### Mancha aureolada

Esta doença afeta as folhas causando manchas pardacentas medindo de 1 a 1,5 cm de diâmetro, e que apresentam anéis concêntricos que se formam geralmente incompletos, com pontuações escuras visíveis a olho nu. *Pelicularia filamentosa* o seu agente causal e foi relatada apenas na América do Sul e no Brasil. A sua importância chega a ser considerável se o ataque se dá em viveiros, sob condições de alta umidade, alta temperatura e intensa luminosidade.

#### Feltro ou camurça

A doença é causada por fungos do gênero *Septobasidium* e caracteriza-se por um revestimento, branco, marrom ou cinza escuro, que recobre principalmente ramos, mas pode aparecer também em folhas e frutos.

#### Fumagina

A doença é causada por fungos de revestimento do gênero *Capnodium* que produzem micélio espesso, fuligíneo que recobre folhas, ramos e frutos. Esse revestimento envolve uma associação entre o fungo e cochonilhas, as quais produzem secreções açucaradas para o desenvolvimento do fungo. Como o revestimento negro pode cobrir toda a planta este fungo pode ser confundido com o principal agente causal do distúrbio que são os insetos.

### Podridão estilar do Tahiti

A podridão estilar da lima ácida "Tahiti" é uma desordem fisiológica que se manifesta na pós colheita e ocorre em frutos maduros ou muito próximos da maturação.

### Rachadura dos frutos

Em determinados períodos do ano observa-se com freqüência, rachaduras em frutos verdes ou em fase de maturação, que são associadas a problemas de desequilíbrio hídrico e presença de fungos oportunistas. A lesão surge quando ocorrem chuvas após um período de estiagem prolongada.

### Bolores

A nomeação desta doença se deve ao fato de que os fungos causadores, do gênero *Penicilium*, recobrem os tecidos dos frutos com espessas massas de esporos, causando uma podridão mole.

Seguindo os estudos adotados pela EMBRAPA(2003), as pragas dos citros podem ser divididas em pragas primárias e pragas secundárias. Pragas primárias são aquelas que ocorrem todos os anos, em altas populações, provocando danos econômicos e por isso requer medidas de controle, e pragas secundárias são aquelas que ocorrem em baixas populações, raramente causam danos econômicos e por isso raramente exigem medidas de controle. As pragas primárias são:

#### Ácaro da ferrugem / *Plyllocoptruta oleivora*

O maior prejuízo é causado no fruto pela redução do peso e comprometimento da aparência externa, reduzindo assim o seu valor comercial, principalmente no mercado "in natura".

#### Ortézia dos citros / *Orthezia praelonga*

Dentre as cochonilhas que atacam as plantas cítricas, a ortezia é a que causa os maiores prejuízos. O inseto suga a seiva da planta, injeta toxinas e provoca o aparecimento da fumagina (fuligem que recobre folhas, frutos e ramos).

#### Minador das folhas dos citros – MFC / *Phyllocnistis citrela*

O MFC causa os maiores prejuízos em viveiros e em pomares novos devido ao ataque às folhas novas e brotações.

#### Broca da laranjeira / *Cratossomus flavofasciatus*

O besouro, de coloração preta com listas amarelo-claro, deposita (fêmea) os ovos no interior do tronco e ramos, onde a larva provoca o dano. A dinâmica populacional dessa praga está bem estudada: a população de adultos (besouro) ocorre sempre no período de julho a novembro enquanto que as larvas se desenvolvem entre fevereiro e junho.

São pragas secundárias:

#### Moscas-das-frutas

As moscas-das-frutas têm nas frutas tropicais os seus hospedeiros preferenciais. Os citros são hospedeiros secundários dessas pragas.

#### Ácaro da leprose dos citros / *Brevipalpus phoenicis*

Este ácaro, agente causador da leprose, ataca folhas, ramos e frutos, provocando lesões extensas e profundas nesses órgãos da planta.

#### Cochonilha escama farinha / *Unaspis citri* e *Pinnaspis aspiditrae*

As duas espécies de cochonilhas causam danos mais elevados em pomares novos; de até dois a três anos de idade. Os maiores danos são provocados pela *U. citri.*, facilmente identificada no tranco e ramos por se tornarem esbranquiçados.

#### Mosca branca / *Aleurothrixus floccosus*

Encontra-se na face inferior das folhas em forma de flocos semelhante a algodão; raramente a sua população alcança níveis que justifique uma intervenção de controle químico, exceto quando ocorre desequilíbrio no pomar pelo uso de fungicidas à base de cobre.

#### Pulgão preto / *Toxoptera citricidus*

Inseto pequeno (cerca de 2 mm de comprimento) de cor castanho escuro, lustrosa, tendendo ao preto. Os maiores danos são provocados em plantas jovens, atacando os brotos terminais, folhas em desenvolvimento e os botões florais. Nas brotações novas o inseto pode ocorrer em grandes

colônias. ocasionando o encarquilhamento das folhas, como também o aparecimento da "fumagina".

#### Cochonilha verde / *Coccus viridis*

É uma cochonilha desprovida de carapaça, de formato oval e de consistência mole. Mede cerca de 5mm de comprimento e é de coloração verde clara. Atacam ramos e a face inferior das folhas ao longo da sua nervura principal.

#### Cochonilha cabeça-de-prego / *Crysomphalus ficus*

Esta cochonilha é mais freqüente em plantas jovens e desnutridas danificando ramos novos e frutos. Altas infestações são comuns em pomares mal manejados e com uso intenso de defensivos.

#### Cigarrinhas de xilema associadas à CVC - Clorose Variegada dos Citros

A CVC é causada pela *Xylella fastidiosa*, uma bactéria que coloniza o xilema de plantas e depende de insetos vetores (cigarrinhas) para sua disseminação natural. Até 1987 as cigarrinhas praticamente não representavam danos aos pomares cítricos. Com o surgimento da CVC e sua ocorrência de forma endêmica, esses insetos sugadores de seiva passaram a ter maior importância em razão da transmissibilidade da doença conhecida como CVC ou amarelinho.

Segundo o FUNDECITRUS (2007), pragas exóticas são pragas que não estão presentes em uma determinada área e tem potencial para causar prejuízos a determinada cultura. Por isso a necessidade de se conhecer quais são essas pragas para evitar sua entrada e disseminação no país. São pragas exóticas:

#### Besouro perfurador de raiz / *Diaprepes abbreviatus*

É uma das mais importantes espécies de besouro de raiz. Originário de Porto Rico foi introduzido na Flórida em 1964, por meio de plantas ornamentais. É uma praga importante devido ao grande número de plantas hospedeiras que possui, incluindo muitas de importância agrícola. Além disso, os porta-enxertos utilizados para citros parecem não ser resistentes ao ataque da praga.

#### Cochonilha rosada / *Maconellicoccus hirsutus*

Esta praga é conhecida como cochonilha rosada pela sua coloração. Ela tem como centro de origem a Índia, de onde espalhou-se para várias regiões do mundo. Atualmente encontra-se na Austrália e ilhas do pacífico, Ásia, Oriente Médio e África.

#### Cochonilha vermelha / *Aonidiella aurantii*

Na Califórnia é considerada a praga de citros mais importante. Ela também está presente no México, América Central, América do Sul, Egito, Síria, Grécia, Itália, Israel, África do Sul, Austrália e Ásia tropical. Este inseto se desenvolve melhor em clima semi-árido.

#### Mal seco / *Phoma trachephila*

O Mal Seco é uma doença causada pelo fungo *Phoma trachephila*. Foi constatada pela primeira vez na ilha de Chios, no Mar Egeu, Grécia, em 1894. É comum nos países da bacia do Mediterrâneo, região do Mar Negro e na Ásia Menor.

#### Mariposa das flores / *Prays citri*

Esta praga causa prejuízos a botões florais e frutos jovens de limão na Sicília. No entanto ocorre por toda a região Mediterrânea, Ceilão, Índia, Filipinas e Nova Gales do Sul (Austrália). Apesar da preferência pelo limão, as flores de todas as variedades de citros são sujeitas ao ataque do inseto. Dependendo da época do ano, ataca brotos e folhas novas e tenras, podendo atacar ainda frutos jovens em desenvolvimento.

#### Mosca da carambola / *Bactrocera carambolae*

Nativa da Ásia, a Mosca da Carambola está presente em Burna, Sri Lanka, Indonésia, Sul da Tailândia, Malásia, Suriname e Guiana Francesa. É uma das pragas mais destrutivas de frutos carnosos no mundo. Ataca cerca de 30 fruteiras de importância econômica, destacando-se laranja doce, tangerinas, goiaba, manga e caju. Dependendo da cultura pode acabar com até 100% da produção.

#### Stubborn dos citros / *Spiroplasma citri*

O Stubborn não afeta somente os citros mas também outras espécies vegetais. O agente causal é um micoplasma chamado *Spiroplasma citri*.

Tem a forma espiralada e é dotado de motilidade, afetando os vasos condutores de seiva (floema).

Vassoura de bruxa / (WITCHE'S BROOM - WBDL)

O agente causal da Vassoura de Bruxa é um micoplasma, organismo unicelular que se restringe ao floema da planta. A doença foi registrada pela primeira vez em Oman, na península Arábica, em pés de limão Galego (*Citrus aurantifolia*). Posteriormente ela se disseminou para outros países dos Emirados Árabes Unidos, onde afeta também lima da Pérsia, lima doce e outras variedades de limões.

## 2.2 Sistemas de Apoio à Decisão

A necessidade dos SAD surgiu na década de 70, em decorrência de diversos fatores, como, por exemplo:

- Competição cada vez maior entre as organizações;
- Necessidade de maior produção e melhor qualidade dos produtos agrícolas;
- Necessidade de informações rápidas para auxiliar no processo de tomada de decisão;
- Disponibilidade de tecnologias de *hardware* e *software* para armazenar e buscar rapidamente as informações;
- Possibilidade de armazenar o conhecimento e as experiências de especialistas em bases de conhecimentos.

Esses fatores contribuíram para que as organizações começassem a desenvolver *softwares* que pudessem fornecer informações para auxiliar no processo de tomada de decisão. Qualquer *software* que forneça informações no auxílio à decisão é um SAD.

Um SAD é um sistema baseado em computador, que possui funções específicas que permitem buscar informações e fornecer subsídios para o processo de tomada de decisão, que se desenvolve através da interação constante do usuário com um ambiente especialmente criado para dar subsídio às decisões a serem tomadas (SPRAGUE & WATSON, 1989).

Os SAD são sistemas utilizados para auxiliar nos diversos tipos de problemas decisórios, quer sejam de natureza econômica, industrial, política e, até mesmo, social. Dificilmente existem situações a serem tratadas sob um único enfoque, normalmente vários

aspectos, ou critérios, devem ser simultaneamente considerados, objetivando a identificação das opções mais satisfatórias (VINCKE, 1992).

As principais características dos SAD são:

- Possibilidade de desenvolvimento rápido, com a participação ativa do usuário em todo o processo;

- Facilidade para incorporar novas ferramentas de apoio à decisão, novos aplicativos e novas informações;

- Flexibilidade na busca e manipulação das informações (BURCH & GRUDNITSKI, 1989);

- Individualização e orientação para a pessoa que toma as decisões, com flexibilidade de adaptação ao estilo pessoal de tomada de decisão do usuário (MITTRA, 1986).

- Real pertinência ao processo de tomada de decisão, ajudando o usuário a decidir através de subsídios relevantes;

- Usabilidade, ou seja, facilidade para que o usuário o entenda, use e modifique de forma interativa (AWAD, 1988).

## **2.2.1 Evolução dos Sistemas de Apoio à Decisão**

Segundo PEARSON & SHIM (1995), COSTA (1997), os primeiros SADs surgiram na década de 60 e 70 para dar suporte a gerentes em soluções de problemas gerenciais não estruturados. Nesta época os SADs eram muito caros, de uso muito específicos e difíceis de se operar. Para as empresas o mercado era estável, a concorrência era menor e existia a fidelidade dos clientes. O grande problema, naquele período, era que as bases de dados dos sistemas computacionais não possuíam a arquitetura necessária para a realização de pesquisas típicas de SAD, e devido à falta de dados históricos, existia muitas dificuldades de criação de relatórios e para realizar as análises necessárias ao gerenciamento de negócios. A ênfase dos SADs não estava no processo decisório mais no suporte computacional para o desenvolvimento rápido das aplicações.

Somente nos anos 80, BISPO (1998), com o surgimento dos primeiros Sistemas de Gerenciamento de Banco de Dados (SGDB), é que se tornou possível um melhor acesso aos dados disponíveis, à sua formatação e a construção de consultas e relatórios de forma mais prática, rápida e barata. Porém quando era necessária uma análise mais sofisticada nos dados, esta era feita de forma “artesanal”, ou seja, os dados eram colecionados, depois

formatados, e só então era feita as análises, muitas vezes sem o uso de um sistema computacional. Com a chegada ao mercado de novos *softwares*, como as planilhas eletrônicas e programas de visualização gráfica dos dados, essas atividades se tornaram menos complexas.

Já na década de 90, segundo THE (1998) e WELDON (1998), surgiram as ferramentas CASE e as Linguagens de Quarta Geração. Essas ferramentas prometiam resolver os problemas dos usuários finais que precisavam de informações rápidas e não tinham tempo a perder no desenvolvimento de um sistema específico que atendesse suas necessidades. Através das Linguagens de Quarta Geração, foi possível confeccionar relatórios e realizar consultas de maneira bem mais rápida e prática. E, através das ferramentas CASE, foi possível desenvolver um sistema de maneira mais rápida e mais simples. Porém ambas as ferramentas não eram versáteis o suficiente para conseguir atender a todas as necessidades gerenciais.

Com o passar do tempo, as empresas foram crescendo, os negócios foram aumentando, o que aumentou o número de dados armazenados. Houve a necessidade de se aumentar o número de gerentes ou de se dividir as tarefas de gerenciamentos em níveis gerenciais. Isso fez com que a necessidade de análise dos dados crescesse e ainda criou a necessidade de respostas mais rápidas, confiáveis e que melhor se adaptassem às necessidades do gerenciamento da empresa e dos negócios.

Outra evolução observada nesta época foi a implementação de SADs em várias linhas de pesquisas diferentes, inclusive na agricultura. Surgindo assim o uso de SADs na diagnose de doenças e pragas em plantas, BISPO (1998).

## **2.2.2 Sistemas de Apoio à Decisão na Diagnose de Doenças e pragas de Plantas**

A agricultura é uma área de grande potencial para aplicações envolvendo SAD. Essas são ferramentas disponíveis para manejar problemas práticos afetando tanto à agricultura quanto os alimentos processados. Elas podem auxiliar nas decisões tomadas por produtores e consultores e podem ser utilizadas para monitorar processos qualitativos em agroindústrias, para controlar condições ambientais e para aconselhamento em financiamentos, economia e regulamentações. Os SAD's são capazes de integrar perspectivas de disciplinas individuais dentro de uma estrutura que direcione a tomada de

decisões requerida por propriedades rurais e processadores de materiais vegetais (CARRASCAL & PAU, 1992).

Já foram criados alguns SAD's no diagnóstico de pragas e doenças, como por exemplo, o Dr.Coffe, que diagnostica doenças e pragas no cafeeiro, AppLES para macieiras e TomEX para tomates, entre outros encontrados na literatura (GUIMARÃES, 2004).

## 2.3 Importância das Doenças e Pragas dos Citros

A citricultura é acometida de vários e graves problemas com doenças e pragas. No final da década de 30 a tristeza (*Citrus Tristeza Virus*) dizimou aproximadamente nove milhões de árvores (BERGAMIN FILHO E KIMATI, 1995). O cancro cítrico (*Xanthomonas axonopodis* pv *citri*) foi responsável por dizimar dois milhões de árvores só em 1957 quando apareceu (ROSSETI, 2001; BELASQUE JÚNIOR et al., 2006). Em 1996 com a introdução da larva-minadora (*Phyllocnistis citrella*) no Brasil, aumentou a dispersão do cancro cítrico nos pomares, dificultando ainda mais seu controle (WRUCK E OLIVEIRA, 2001; RODRIGUES NETO et al., 2004), ainda hoje o cancro é considerada uma das mais importantes doenças dos citros.

Em 1980 foi relatada no país a mancha ou pinta-preta dos citros (*Guignardia citricarpa*) causando lesões em ramos, folhas e frutos, apresentando seis sintomas diferentes, sendo denominada de acordo com as suas características. Foi relatada em 2001 no Rio de Janeiro e em 2003 nos outros estados produtores (SPÓSITO et al., 2003). A clorose variegada dos citros (*Xilella fastidiosa*) provoca perdas anuais de 100 milhões de dólares (LOPES et al., 2004). No ano de 2004 em pomares de São Paulo, foram detectadas as primeiras plantas com sintomas do huanglongbing (*Candidatus Liberibacter* sp.), sendo considerada a doença mais destrutiva dos citros (COLLETTA-FILHO et al., 2004; LOPES, 2006).

A mosca-das-frutas (*Ceratitis capitata*) é uma das mais importantes pragas na fruticultura nacional, causam em média perdas em pomares de laranja de 2,5 toneladas de frutos por hectare, algo em torno de 7,5% da produção (PAIVA, 2004). O ácaro da leprose (*Brevipalpus phoenicis*) e o ácaro-da-falsa-ferrugem (*Phyllocoptruta oleivora*), também causam grandes prejuízos, sendo estimado que 50% dos gastos da produção são para controlá-los (ROSSETI, 2001).

Para que ocorra o diagnóstico correto é necessário o treinamento e o conhecimento dos principais sintomas das doenças e pragas cítricas, sabendo diferenciar com deficiências nutricionais e mesmo de outras doenças e pragas que apresente sintomas semelhantes. Visto isso conclui-se que um dos maiores obstáculos no aumento da produtividade dos citros são fitossanitários, e muitos desses problemas ainda não têm controle e por isso a necessidade de medidas preventivas é extremamente importante. A informática é uma ferramenta capaz de auxiliar especialistas na identificação dos principais problemas fitossanitários dos citros.

## **3 Metodologia**

### **3.1 Tipo de Pesquisa**

O presente trabalho trata-se do desenvolvimento experimental de um *software*, baseando-se em estudos e pesquisa de inteligência computacional aplicada a fitopatologia e entomologia para auxiliar o homem às decisões de diagnoses de doenças, pragas e distúrbios abióticos em citros.

### **3.2 Processo Metodológico**

#### **3.2.1 Aquisição do conhecimento**

O conhecimento foi adquirido por meio de entrevistas com especialistas do FUNDECITRUS e consulta a literatura, analisando os sintomas das doenças, pragas e fatores abióticos dos citros. Foi montada uma estrutura de árvore decisória, dividida em módulos e sub-módulos, que contém o caminho que o programa segue para chegar à diagnose. Essa árvore decisória hierárquica é codificada por regras decisórias, como SE-ENTÃO. Na seqüência, foi determinado o grau de confiança que o especialista tinha para cada diagnose. Feito isso, foram tiradas as fotografias dos sintomas com câmera digital. Todo esse processo, além dos textos e fotografias, foi realizado por especialistas em pragas e doenças dos citros, pesquisadores do FUNDECITRUS, e por um aluno da pós-graduação do Departamento de Fitopatologia da Universidade Federal de Lavras.

#### **3.2.2 Organização do Conhecimento**

Após a confecção da árvore de conhecimento pelos especialistas, esta foi codificada para facilitar a implementação de um programa. A cada nó da árvore foi atribuído uma variável Q, seguida de um número para designar perguntas a serem selecionadas. A variável QD denomina o painel de resultado da diagnose com o fator de confiança. Por fim, a variável D determina o painel de diagnose final. As variáveis QD e D também são seguidas de seus respectivos números. Essas variáveis seguem uma ordem numérica de acordo com a árvore decisória. Assim para cada painel é atribuído uma variável diferente.

O programa contém 238 variáveis Q, 228 QD e 114 D, isto representa toda a árvore decisória implementada. O número de variáveis de D representa o número total de

sintomas que o *software* pode diagnosticar, sendo elas 32 doenças, 41 pragas, 33 distúrbios abióticos e 8 pragas quarentenárias.

Após a codificação, as regras da árvore foram implementadas por meio de ações que cada botão realiza. Através dele é que o programa sabe qual o próximo painel irá aparecer, carregando todas as informações necessárias para o programa. Esse tipo de programação é conhecida como Programação Orientada a Eventos, utilizada no Delphi®. O banco de dados de fotografias utilizadas pelo programa foi colocado em uma pasta onde os componentes de imagens carregam as fotografias solicitadas. Assim funciona também o banco de informações dos textos contidos no programa, onde os componentes de textos buscam na pasta, o texto requerido.

Foram desenvolvidas cinco planilhas gráficas para o programa, são elas as Forms, cada *Form* tem uma *unit* relacionada, que contém toda a estrutura de código fonte do programa.

### **3.2.3 Avaliação**

Para a avaliação do sistema, foram realizadas a verificação e a validação, segundo as metodologias citadas por Geissman e Schultz (1988) e Harrison (1991), com modificações, segundo os cenários a serem avaliados.

Na verificação, o SAD foi submetido a uma análise por meio de questionário por cinco especialistas, em problemas fitossanitários do citros. O teste, para diagnose, foi realizado com plantas doentes, atacadas por insetos ou com sintomas de deficiência. O agente etiológico e as causas da deficiência ou distúrbio fisiológico foram previamente identificados em laboratório. Os especialistas realizaram o diagnóstico e também a sugestão de manejo e imediatamente inicializaram o programa até obterem uma resposta acompanhada de um nível de confiança. As críticas, sugestões e o número de acertos do especialista e do programa foram catalogados para análise e modificações do programa.

A validação do programa foi realizada com quatro grupos, de diferentes níveis do conhecimento (10 pessoas/grupo): i) estudantes de graduação em agronomia estagiários do Departamento de Fitopatologia, ii) engenheiros agrônomos, estudantes de pós-graduação em fitopatologia, iii) engenheiros agrônomos, estudantes de pós-graduação em outras áreas e iv) engenheiros agrônomos e técnicos agrícolas consultores em citricultura, citricultores e monitores de campo. Cada um dos grupos analisou no mínimo 10 doenças (bióticas ou

abióticas), previamente identificadas. O questionário e o procedimento do teste foram os mesmos utilizados na verificação.

A validação teve uma segunda etapa com a aplicação de questionário aos participantes da 29ª Semana de Citricultura, em Cordeirópolis, São Paulo, visitantes do stand do FUNDECITRUS, que eram convidados a utilizar o programa e forneceram críticas, sugestões e apontaram falhas do sistema, para reestruturar o mesmo.

### **3.3 Análise Estatística**

A porcentagem de acerto do SAD para diagnose de doenças do citros na validação e na verificação foi submetida ao teste de Qui-quadrado:

$$\chi^2 = \sum_i \frac{(Foi - Fei)^2}{Fei}$$

em que: Foi = frequência observada ou porcentagem de acerto do SAD,

Fei = frequência esperada (90% de acerto).

## 4 Resultados e Discussão

### 4.1 Implementação do Projeto: Desenvolvimento do Software

Com a seleção das fotografias e textos, para as perguntas que o usuário deve escolher para seguir com a diagnose, baseado na árvore de decisória (Figura 4.1), foi desenvolvido o *software* hipermídia denominado Dr.Citrus. Com ele é possível treinar ou servir de apoio ao usuário em diagnose de doenças, pragas e fatores abióticos dos citros. O usuário interpreta as perguntas do sistema observando também as fotografias que o *software* dispõe, auxiliando no processo decisório. O maior número de fotografias no programa auxilia no diagnóstico, tornado ferramenta importante de ensino em fitopatologia e entomologia (POZZA, 1998; YIALOURIS & SIDERIDIS, 1996).

No *software* é de extrema importância a implementação de uma boa interface com o usuário, sendo selecionadas, cores, botões, janelas e listas de opções seguindo padrões mais conhecidos, isso para que o usuário tenha maior familiaridade com o *software*. A interface do programa deve ser a mais amigável e prática possível, segundo Guimarães (2004), o Delphi<sup>®</sup> oferece os recursos necessários para essa finalidade, segundo Cantú (1999).

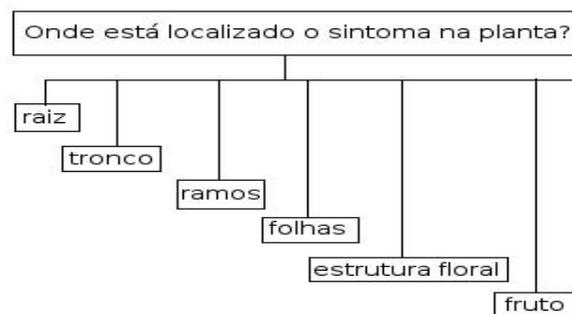


Figura 4.1 - Fluxograma da árvore decisória

A implementação da árvore decisória se resume a regras de SE, ENTÃO. Abaixo está um exemplo de implementação da árvore.

SE o sintoma está em ramos novos

E lesões lisas, irregulares, necróticas e marrom escuro

ENTÃO mancha marrom de alternária.

O conteúdo do programa ficou disposto como apresentado na Figura 4.2. Onde mostra um pouco das variáveis contidas no programa e a *unit1* com as regras da árvore decisória implementadas.

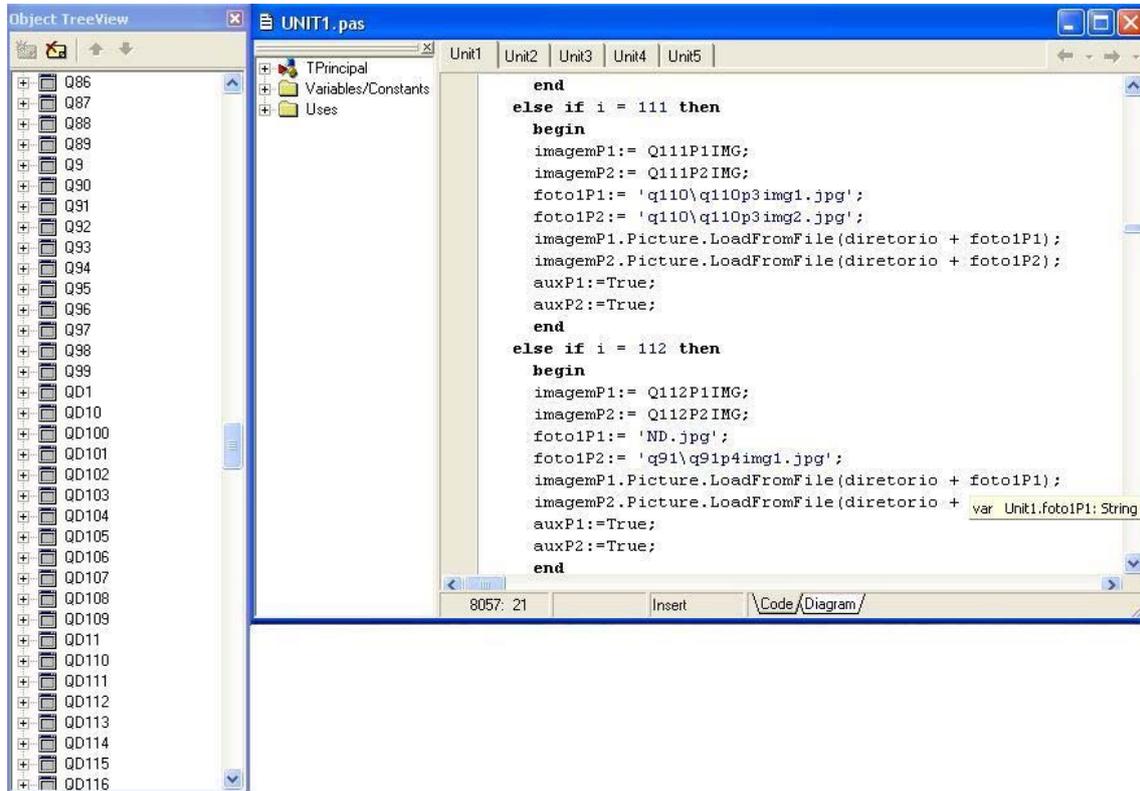


Figura 4.2 - Implementação do *software* no Delphi®

O programa conta com cinco *unit* (Figura 4.2). A *unit* contém o código fonte gerado pela respectiva planilha gráfica, as *Forms*, que são as áreas de desenvolvimento visual do Delphi®. A *unit1* contém a parte principal do programa, que é a árvore decisória implementada. Acionando qualquer botão da planilha, há uma ação a ser executada por ele, como por exemplo, chamar a próxima janela para dar continuidade à diagnose, ou o requerimento do glossário.

Na *unit2* foi feita a estrutura da tela de apresentação do programa, é apenas uma imagem de apresentação, com um tempo estabelecido para fechar (Figura 4.3). A *unit3* contém a janela de ampliar fotografia, que é um componente de imagem que carrega a fotografia selecionada em tamanho ampliado (Figura 4.12). A *unit4* é a plataforma de glossário onde contém uma função pré estabelecida pelo Delphi que gera graficamente

uma lista, esta é implementada, e cada ação é relacionada ao nome da lista selecionado. A *unit5* é uma janela de texto, ela foi usada para carregar as bibliografias consultadas, histórias dos citros, sobre o sistema e ajuda.

A tela de apresentação do programa, onde contém o nome do programa, uma frase explicando a finalidade do *software*, os logotipos da UFLA à esquerda e o logotipo do FUNDECITRUS à direita. Em baixo e centralizado, uma frase de direitos reservados e uma sugestão de melhor visualização na tela do monitor (800x600 pixels) (Figura 4.3).



Figura 4.3 - Tela de apresentação do Dr.Citrus

Na tela inicial do *software* (Figura 4.4), aparecem na barra de ferramentas as opções de “Diagnose”, “Doenças”, “Pragas”, “Distúrbios abióticos” e “Ajuda”. Em “Diagnose”, o usuário pode solicitar um início da diagnose, um fim da diagnose, voltar à pergunta anterior, glossário e sair do programa. Em “Doenças”, têm as opções de visualizar a lista de doenças e consultar a bibliografia, que serviu de referencial para a lista de doenças. Em “Pragas”, também há uma lista de pragas e a bibliografia utilizada, da mesma forma, para “Distúrbios Abióticos”. Já em “Ajuda”, apresenta as opções de: “Ajuda do Sistema”, “Histórico dos Citros” e “Sobre o Sistema”. Em “Ajuda do Sistema” aparece um texto explicativo do programa e explica também para que servem os componentes dele, como, Listas de Pragas, Doenças e Fatores Abióticos dos Citros, Pragas Quarentenárias, História dos Citros, Porta-Enxerto, Bibliografia Utilizada e como utilizar o Glossário. Já em “Sobre o Sistema”, aparece uma janela com o nome de todos envolvidos no projeto.

Uma barra de ícones foi acrescentada à barra de ferramentas (Figura 4.4), onde contém 5 ícones. O primeiro é uma laranja que serve para iniciar uma diagnose. O segundo

é uma laranja com um “X” em vermelho sobre ela, que indica finalizar diagnose. O terceiro é uma seta amarela apontada para a esquerda, indicando voltar um passo anterior. O quarto botão é um livro verde com um G na capa, para sugerir a consulta ao glossário. E por fim, o quinto que é um botão vermelho que indica sair do programa.

A primeira tela que aparece, vem com uma pergunta: “O que deseja realizar?”, e logo abaixo aparecem cinco botões. São eles: “Iniciar diagnose”, “Lista de doenças, pragas e distúrbios abióticos”, “Identificar Pragas Quarentenárias”, “História dos Citros”, “Conhecer os Porta-Enxertos” (Figura 4.5).

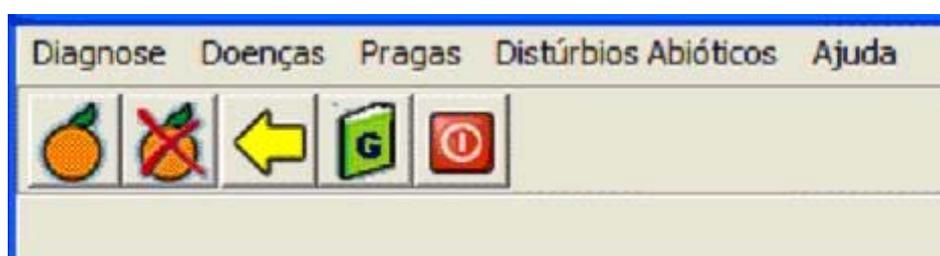


Figura 4.4 - Barra de ferramentas do Dr.Citrus

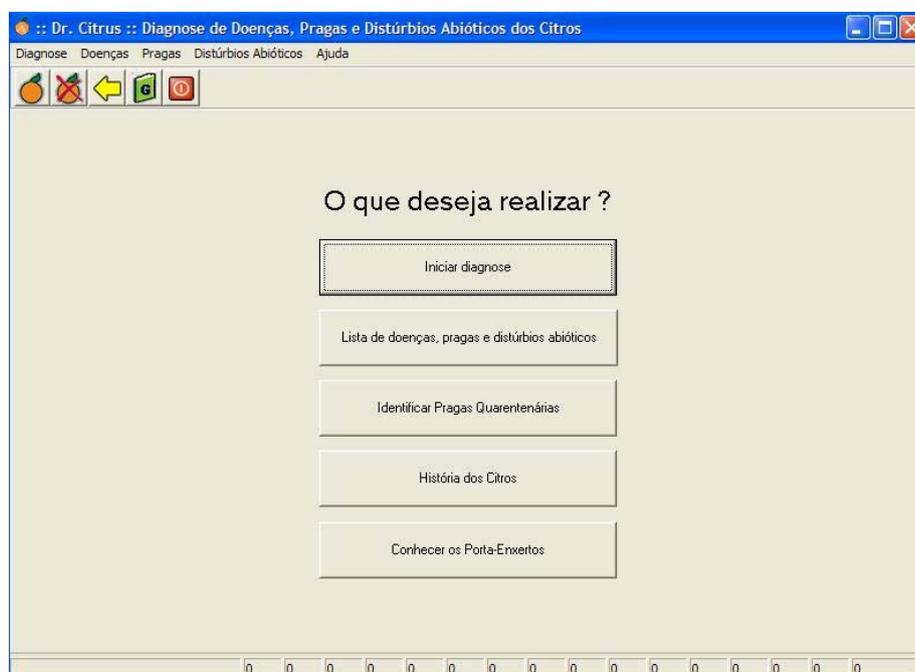


Figura 4.5 - Tela inicial do Dr.Citrus











Figura 4.13 - Tela de resultados da diagnose

Prosseguindo com a análise, chega-se a um resultado da diagnose. Podendo haver apenas uma opção de diagnose ou mais, todas contendo um grau de confiabilidade mostrado em porcentagem, como mostrado na figura 4.12.

Para ter maior certeza da diagnose final, é possível, clicando nos botões ter uma descrição com mais fotografias, textos explicativos e forma de controle sobre o respectivo assunto. Sendo assim, podendo sanar as últimas dúvidas em relação à diagnose final. A figura 4.14 mostra a tela de Gomose.

No *software* ainda encontra-se, o glossário, com as palavras a esquerda, em disposição de lista e em ordem alfabética, e a direita, um quadro onde o significado da palavra selecionada aparece. O glossário é muito importante, pois contém os termos técnicos que aparecem no programa e podem ser consultado a qualquer momento através do ícone já descrito.

As bibliografias consultadas para pragas, doenças, e distúrbios abióticos, aparecem em janelas separadas. Isso fornece ao usuário uma grande quantidade de referências para pesquisas, e mostra que o *software* contou com uma rica pesquisa e estudo bibliográfico.



Figura 4.14 - Tela de diagnose final para Gomose.

## 4.2 Avaliação

A avaliação do programa foi dividida em duas fases: verificação e validação. Na fase de verificação, cinco especialistas em citricultura observaram 18 cenários totalizando 90 diagnoses (Tabela 4.1) de plantas com sintomas de doenças, pragas ou distúrbios abióticos, sem utilizarem o Dr.Citrus. Realizaram a diagnose e imediatamente a esse processo inicializaram o programa para obter um resultado de diagnose com os mesmos 18 cenários. A verificação foi realizada para comprovar a lógica interna do programa.

Com o uso do programa os especialistas obtiveram 80,6% de diagnósticos corretos, e sem o uso do programa 85% de acertos. Guimarães (2004) obteve 100% de acerto do programa APPLIES contra 81,8% dos especialistas. Esses resultados demonstraram a necessidade de aprimoramento do funcionamento do programa, principalmente na melhoria das fotografias, correções de lógica e dos textos.

TABELA 4.1 - Verificação do programa "Dr. Citrus", realizada por cinco especialistas em citros. UFLA, Lavras, MG, 2007.

Diagnóstico	Número de acertos		Porcentagem de acertos	
	Sem o Dr. Citrus	Com o Dr. Citrus	Sem o Dr. Citrus	Com o Dr. Citrus

Leprose (ramos)	5	4	100	90
Leprose (fruto)	4	2	90	40
CVC	4	4	90	90
Mosca-das-frutas	4	3	90	60
Ac.-fal.-fer. (fruto)	4	4	90	90
Ac.-fal.-fer. (folha)	3	5	60	100
Def. de zinco	4	4	90	90
Minador dos citros	4	4	90	90
Pulgão	4	3	90	60
Verrugose (folha)	5	3	100	60
Verrugose (fruto)	5	5	100	100
Pinta-preta	5	5	100	100
Ácaro branco	5	4	100	90
Esperança (fruto)	2	3	40	60
Def. de Magnésio	4	4	90	90
Greening (folha)	3	3	60	60
Greening (fruto)	3	4	60	90
Podridão floral	4	4	90	90
% de acertos			85	80,6

Feitas as correções, foi iniciada a fase de validação. Cada grupo de 10 pessoas realizou o diagnóstico de 10 problemas, obtendo 93,6% de acerto do Dr.Citrus e 45,6% de acertos do usuário sem utilizar o programa (Tabela 4.2). Nessa fase também foi realizado o teste Qui-quadrado ( $P < 0,01$ ), que demonstrou a confiabilidade do programa (Tabela 6). Essa diferença encontrada entre a fase de verificação e validação demonstra que as correções realizadas de acordo com as sugestões da verificação melhoraram o desempenho do programa.

Os estudantes da pós-graduação em fitopatologia tiveram os melhores acertos, o que se deve à familiaridade com os termos utilizados no Dr. Citrus, como lesões salientes ou lesões deprimidas, prateamento ou variegação, etc, bem como o conhecimento prévio de diagnose. Os estudantes de pós-graduação em outras áreas (Fitotecnia, Microbiologia, Engenharia Agrícola, Zootecnia e Ciências dos Solos), todos engenheiros agrônomos e os estudantes de graduação do curso de agronomia, todos estagiários do Departamento de Fitopatologia, obtiveram índice de acerto semelhante, sem e com o uso do programa (Tabela 4.2). O quarto grupo, composto por citricultores, engenheiros agrônomos, técnicos agrícolas e monitores de campo com experiência na identificação e controle das principais doenças e pragas dos citros, obtiveram índice médio de acerto de 99% usando o Dr. Citrus e 73% sem o uso do programa. Segundo os índices de acertos de todos grupos, o sistema

pode ser utilizado por todos os níveis de conhecimento, no apoio à decisão para diagnose. Mas, o uso do SAD e de todo avanço tecnológico é inútil se o usuário não possui especialização para lidar com o problema (Pozza, 1998).

TABELA 4.2 - Porcentagem de diagnósticos corretos e teste Qui-quadrado para a verificação e validação do "Dr. Citrus".

Fase	Nível de conhecimento	Sem o Dr. Citrus		X <sup>2</sup>
		(%)	Com o Dr. Citrus	
Verificação	Especialistas	85	80	0,00
	Graduação	19	99	0,35*
Validação	Pós-graduação/Fitopatologia	37	97	0,45*
	Pós-graduação/outras áreas	14	93	0,11*
	Outros <sup>a</sup>	73	99	0,35*
Média (Validação)		45,6	93,6	0,25*

\* Significativo a 1% de probabilidade

<sup>a</sup> Citricultores, engenheiros agrônomos, técnicos agrícolas e monitores de campo.

Em uma segunda etapa da validação, foi aplicado um questionário a 21 pessoas que visitavam o stand do FUNDECITRUS, que eram indagadas sobre a qualidade das fotografias, painéis e questões elaboradas do programa. Desses usuários 80% responderam que o programa estava ótimo e 20% que o programa estava bom, e todos responderam que utilizariam o programa no auxílio à diagnose (Figura 4.15).

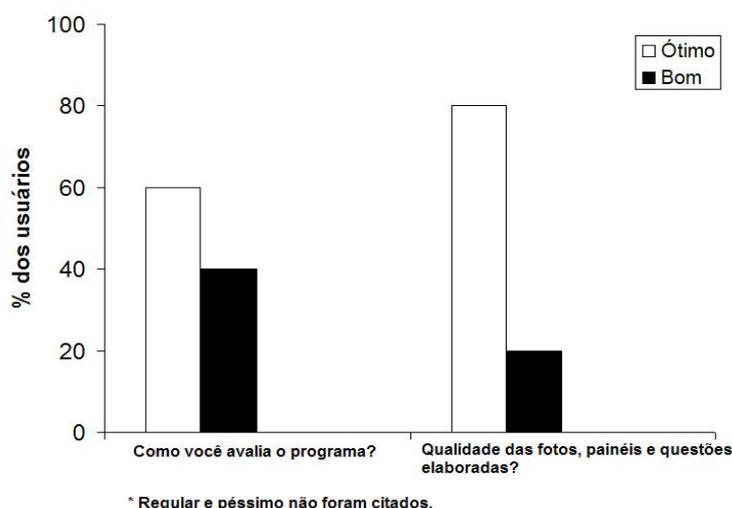


FIGURA 4.15 - Gráfico da avaliação dos usuários na validação do "Dr. Citrus". UFLA, Lavras, MG, 2007.



## 5 Conclusão

O *software* atendeu às necessidades propostas, como um sistema de apoio à decisão, mostrou-se muito eficiente ao auxílio dos especialistas, aumentando consideravelmente o acerto da diagnose.

O Dr.Citrus é uma ferramenta na divulgação e preservação do conhecimento dos especialistas.

O *software* apresentou uma boa interface, com fotografias de qualidade e uma base de conhecimento muito bem detalhada, sendo de fácil consulta, auxiliando na diagnose e ensino.

## 6 REFERENCIAL BIBLIOGRÁFICO

AQUILAR-VILDOSO, C. I.; RIBEIRO, J. B.; FEICHTENBERGER, E.; GOES, A.; SPÓSITO, M. B. **Manual técnico de procedimentos da mancha preta dos citros**. Brasília: MAPA/SDA/DDIV, 2002. 72p.

ASTUA-MONGE, G. FREITAS-ASTUA, J. MACHADO, M. A. **Biotecnologia gera produtividade e citros sadios**. Visão Agrícola, Piracicaba, v.1, n.2, p. 48-53, 2004.

AWAD, E. M., **Management Information Systems**, Benjamin/Cummings, 1988.

BELASQUE JÚNIOR, J. BASSANEZI, R. B.; MASSARI, C. A. Situação do cancro cítrico no Brasil. In: Zambolim, L. e Bassanezi, R. B. (Eds.) **Doenças quarentenárias dos citros**. Viçosa: UFV, DFP, 2006. 194 p.

BERGAMIN FILHO, A.; KIMATI, H. **Importância das doenças de plantas**. In: BERGAMIN FILHO, A.; KIMATI, H e AMORIM, L. (Eds.) **Manual de Fitopatologia**. 3 ed. São Paulo, Agronômica Ceres, v.2, 919 p. 1995.

BISPO, C. A. F.; **Uma Análise da Nova Geração de Sistema de Apoio a Decisão**. 1998,143p. Dissertação de Mestrado (Mestrado em Engenharia) – Escola de Engenharia de São Carlos da Universidade de São Carlos, São Carlos, SP.

BURCH, J. G. e GGRUDNITSKI G., **Information Systems - Theory and Practice**, John Wiley & Sons, 1989.

CANTÚ, M. **Dominando o Delphi 5: a Bíblia**. São Paulo: MAKRON Books do Brasil, 1999.

CARRASCAL, M. J.; PAU, L. F.; **A survey of expert systems in agriculture and food processing**. V.6, n.2, 1992. p. 27 – 49.

COLLETTA-FILHO, H. D.; TARGON, M. L. P. N.; TAKITA, M. A.; DE NEGRI, J. D.; POMPEU JR., J.; MACHADO, M. A. **First report of the causal agent of**

**Huanglongbing (“*Candidatus Liberibacter asiaticus*”) in Brazil.** *Plant Disease*, v.88, p. 1382, 2004.

COSTA, P. W. A.; **Como Surgiram os Data Warehouses?** *Computerworld*, 03 nov., p. 16, 1997.

EMBRAPA, **Sistemas de Produção de Citros para o Nordeste.** Disponível em: <http://sistemasdeproducao.cnptia.embrapa.br/FontesHTML/Citros/CitrosNordeste/>, 2003. Acessado em 2007.

EMBRAPA. **Controle ou manejo de doenças de plantas?.** Disponível em: [http://www.cpfac.embrapa.br/chefias/cna/artigos/control\\_fito\\_29\\_6.htm](http://www.cpfac.embrapa.br/chefias/cna/artigos/control_fito_29_6.htm), 2007. Acessado em 2007.

FUNDECITRUS. **Principais Doenças e Pragas.** Disponível em: [http://www.fundecitrus.com.br/doencas/dpragas\\_br.html](http://www.fundecitrus.com.br/doencas/dpragas_br.html), 2007. Acessado em 2007.

GEISSMAN, J.R.; SCHULTZ, R.D. **Verification and validation of expert systems.** *AI Expert*, 1:26-33, 1988.

GIBOSHI, M. L. et al. **Sistema de suporte à decisão para recomendação de uso e manejo da terra,** 2006.

GUIMARÃES, L.S. **Desenvolvimento de sistema especialista para diagnose das doenças da macieira no Brasil.** 2004. 54p. Dissertação (Mestrado em Fitopatologia) – Universidade Federal de Lavras, Lavras, MG.

HARRISON, S.R. **Validation of agricultural expert systems.** *Agricultural systems*, 35:265-285, 1991.

IBGE. **Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Censo 2004.** Brasília-DF. Disponível em: [www.ibge.br](http://www.ibge.br). Acessado em 2007.

LOPES, S. A.; LARANJEIRA, F. F.; AMORIM, L.; BERGAMIN FILHO, A. **Clorose variegada: perdas anuais de US\$ 100 milhões.** *Visão Agrícola*, Piracicaba, v.1, n.2, p. 20-23, 2004.

LOPES, S. A. Situação do Huanglongbing no Estado de São Paulo. In: Zambolim, L. e Bassanezi, R. B. (Eds.) **Doenças quarentenárias dos citros**. Viçosa: UFV, DFP, 194p. 2006.

MITTRA, S. S., **Decision Support Systems Tools and Techniques**, John Wiley & Sons, 1986.

PAIVA, P. E. B. **Mosca-das-frutas em citros: densidade de armadilhas para monitoramento, efeito de pH na atração e determinação do nível de controle**. 2004.48p. Dissertação (Mestrado em Fitopatologia- Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz- ESALQ, Piracicaba, São Paulo).

PERSON, J. M.; SHIM, J. P. (1995). **An empirical investigation into DSS structures and environments**. *Decision Support System*, n.13, p. 141-158.

POZZA, E.A. **Desenvolvimento de sistemas especialistas e redes neuronais e suas aplicações em fitopatologia**. Viçosa:UFV, 1998. 139p. Tese (Doutorado em Fitopatologia).

SPÓSITO, M. B. Mancha ou pinta-preta dos citros. In: Zambolim, L. e Bassanezi, R. B. (Eds.) **Doenças quarentenárias dos citros**. Viçosa: UFV, DFP, 194p. 2006.

RODRIGUES NETO, J.; BELASQUE JÚNIOR, J.; AMORIM, L.; BERGAMIN FILHO, A. Larva-minadora aumenta incidência do cancro cítrico. **Visão Agrícola**, Piracicaba, v.1, n.2, p. 14-19, 2004.

ROSSETI, V.V. **Manual ilustrado de doenças dos citros**. Piracicaba: Fealq/Fundecitrus, 2001. 207 p.

SANHUEZA, R. M. V. **Outras Estratégias de Pesquisa e Desenvolvimento na Produção Integrada de Frutas**. In: NACHTIGAL, G.R.; CZERMARWSKI,A.B.C. (eds) II Seminário Brasileiro de produção Integrada de Frutas. Bento Gonçalves, RS, 2000. Anais...Bento Gonçalves. Embrapa Uva e Vinho, 2000. p. 60-63. (Embrapa Uva e Vinho, Documentos 28).

SMITH, K.G.V. **A manual of forensic entomology**. Ithaca: Cornell Univ Press, 1986.

SPRAGUE, R.H.; WATSON, H.J. **Decision support systems: putting theory into practice**. Englewood Cliffs: Prentice Hall, 2 ed., 1989. 419p.

TOMAZELA, M. S.; XAVIER, N. J. D. **Certificação de mudas cítricas, garantia de qualidade. Visão Agrícola, Piracicaba**, v.1, n.2, p. 11-13, 2004.

THE, L.; **OLAP Answers Tough Business Questions**. Datamation, May 1995. Disponível em: <http://www.datamation.com/plugin/workbench/olap/stories/05aev.html>. Acessado em 2007.

VINCKE, P. **Multicriteria Decision-Aid**. John Wiley & Sons, 1992.

WELDON, J. L.; **A Carrer in Data Modeling**. Byte, Jun. 1997. Disponível em: <http://www.byte.com/art/9706/sec7/art3.htm>.

WRUCK, D. S. M.; OLIVEIRA, J. R. **Doenças bacterianas dos citros**. Informe Agropecuário, Belo Horizonte, v.22, n.209, p.84-87, 2001.

YIALOURIS, C.P.; SIDERIDIS, A.B. **An expert system for tomato diseases**. Computers and Eletronics in Agriculture, Amsterdam, v.14, n.1, p.61-76, 1996.