

UM SISTEMA ESPECIALISTA PARA DIAGNÓSTICO E TRATAMENTO DE DOENÇAS DE PLANTAS VIA WEB

SILVIA MARIA FONSECA SILVEIRA MASSRUHÁ¹

JULIANO PASTORELLI DUTRA²

ALEX PANADES PRADO MARCONDES³

SANDRA SANDRI⁴

JACQUES WAINER⁵

MARCELO AUGUSTO BOECHT MORANDI⁶

RESUMO: No escopo deste trabalho são apresentados os resultados obtidos na especificação, implementação e validação de um sistema especialista para diagnóstico e controle de doenças de milho via web que foi desenvolvido em uma infra-estrutura orientada à objetos. Nesta nova abordagem integrada para diagnóstico, investigação e tratamento de desordens, o conhecimento é basicamente modelado através de associações causais entre objetos e a inferência é abdutiva.

PALAVRAS-CHAVE: inferência abdutiva, lógica nebulosa, orientação à objetos, sistemas especialistas, doenças de plantas.

AN EXPERT SYSTEM FOR DIAGNOSIS AND TREATMENT OF PLANTS DISEASES BY WEB

ABSTRACT: In this work are presented the results obtained in the specification, implementation and validation of an expert system for diagnosis and treatment of corn diseases that it was developed under object-oriented framework. In this integrated framework for diagnosis, investigation and treatment of disorders, the knowledge is basically modeled through causal associations between objects and inference is abductive.

KEY-WORDS: abductive inference, fuzzy sets, object-oriented, expert systems, plants diseases.

1. INTRODUÇÃO

No acervo bibliográfico da Embrapa pode-se encontrar vários documentos sobre “Diagnóstico de Doenças e Métodos de Controle”, tanto na área animal como vegetal passíveis de serem incorporados em software. Entretanto, o conhecimento se apresenta disperso em documentos. Estes registros acumulam-se com o tempo, tornando difícil a manipulação e também a recuperação do conhecimento embutido nos mesmos. Os especialistas, por sua vez, detêm o conhecimento e possuem atalhos que aprendem com a experiência e que os tornam ágeis em suas decisões. Sistemas especialistas (SE) apresentam-se como uma abordagem eficiente para assegurar que o conhecimento permaneça na empresa após a saída do especialista e seja utilizado amplamente (FERNANDES et al, 1997).

¹ Doutora em Computação Aplicada, Pesquisadora da Embrapa Informática Agropecuária, E-mail: silvia@cnptia.embrapa.br

² Bacharel em Ciência da Computação, Consultor Técnico, E-mail: juliano@brainweb.com.br

³ Graduando de Engenharia de Computação - Unicamp, Bolsista de Iniciação Científica CNPQ da Embrapa Informática Agropecuária, E-mail: alex@cnptia.embrapa.br

⁴ Doutora em Ciência da Computação, Pesquisadora do Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais – INPE e Pesquisadora Visitante do Instituto de Inteligência Artificial de Barcelona - IIIA, E-mail: sandri@iii.csic.es

⁵ Doutor em Ciência da Computação, Professor e Pesquisador do Instituto de Computação - Unicamp, E-mail: wainer@ic.unicamp.br

⁶ Doutor em Fitopatologia, Pesquisador da Embrapa Meio Ambiente, E-mail: mmorandi@cnpma.embrapa.br

A utilização de sistemas especialistas na área de Diagnósticos em geral na agricultura já vem sendo explorada em vários trabalhos. Os grandes desafios da construção destes sistemas estão relacionados com o entendimento, modelagem e representação do conhecimento. A Embrapa Informática Agropecuária tem experiência no desenvolvimento de um sistema para diagnóstico de doenças de milho, que está atualmente em uso e foi desenvolvido em parceria com a Embrapa Milho e Sorgo (<http://diagnose.cnptia.embrapa.br>) (MASSRUHÁ et al., 2000).

Neste trabalho são apresentados os resultados obtidos na especificação, implementação e validação de uma nova versão do sistema especialista para diagnóstico e controle de doenças de milho via web. No desenvolvimento deste sistema especialista foi utilizada uma infraestrutura orientada à objetos que contempla dois módulos principais: Especialista e Produtor. O módulo especialista permite os fitopatologistas configurarem e alimentarem o sistema com as doenças da cultura, sua sintomatologia bem como as medidas de controle mais recomendadas. O módulo Produtor visa atender produtores, extensionistas, pesquisadores e estudantes. Na seção 2 é apresentado o objetivo deste trabalho de pesquisa. Nas seções 3 e 4 estão descritas a metodologia utilizada bem como os resultados obtidos neste trabalho, respectivamente. Finalmente, na seção 5 estão descritas as conclusões.

2. OBJETIVO

O objetivo deste trabalho é apresentar um sistema especialista para web desenvolvido no âmbito de um *framework* orientado à objetos que suporta a abordagem integrada para diagnóstico, investigação e tratamento de desordens. A base de conhecimento de doenças de milho foi utilizada como estudo de caso do presente trabalho.

3. MATERIAL E MÉTODOS

Nesta seção está descrita a metodologia utilizada no desenvolvimento deste trabalho. Primeiramente, foi necessário investigar a Teoria das Coberturas Nebulosas – TCN proposta em MASSRUHÁ et al. (2005). A arquitetura proposta para suportar o modelo TCN é composta por 3 módulos principais: diagnóstico, investigação e tratamentos. Em todos os 3 módulos, o conhecimento envolvido é do tipo causal e todo o raciocínio é abduutivo. Na tarefa de diagnóstico, as associações que modelam o conhecimento são do tipo *desordem* → *manifestações*. Na tarefa de investigação, as associações são do tipo *exames* → *manifestações*. Finalmente, na tarefa de tratamento, as associações são do tipo *tratamentos* → *desordens*. Como o conhecimento sobre o caso é dado pelas manifestações presentes no caso, o raciocínio é naturalmente abduutivo (PENG & REGGIA, 1990). De forma complementar a análise da TCN, também foram analisados os códigos fontes em Prolog utilizados na implementação do modelo. Antes de iniciar o processo de desenvolvimento do software, todos os códigos Prolog foram traduzidos manualmente para a tecnologia e lógica JAVA, pois os software que se propunham a automatizar este processo foram bem insuficientes. Os programas em Prolog que compõem a TCN são claramente divididos em três partes: base de conhecimento, mecanismo de inferência e especificação do caso particular. O mecanismo de inferência abduutivo, apresentado em Massruhá et al. (2005), foi implementado através dos algoritmos: *bipartido_nebuloso*, *exames_nebulosos* e *tratamentos_nebulosos*. Após a revisão da arquitetura da aplicação proposta em Massruhá et al. (2005), a nova arquitetura foi desenhada no modelo três camadas, conforme as mais rigorosas especificações do J2EE (Sun Microsystems, 2005). Na Figura 1 está apresentada a abordagem utilizada neste trabalho.

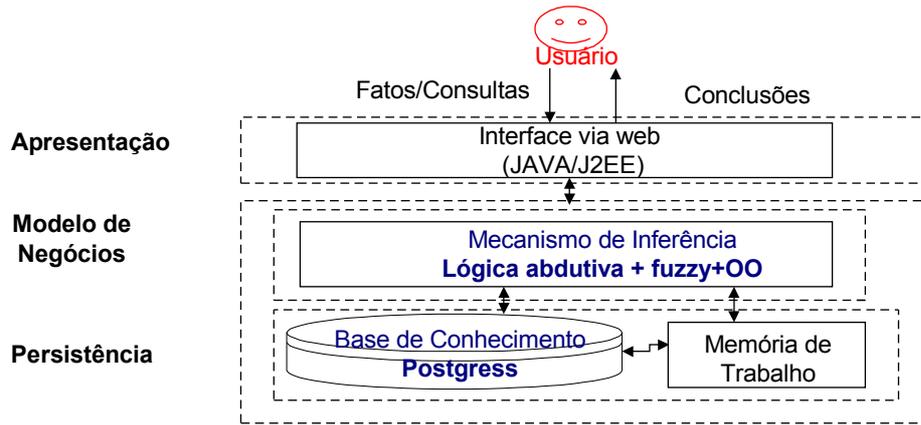


Figura 1 : Modelo da aplicação em JAVA (J2EE)

O modelo J2EE em três camadas contempla (Figura 1): **Camada de Apresentação:** responsável pelo layout, navegação e tratamento das ações; **Camada de Negócios:** responsável por todas as lógicas e regras que definem a aplicação; **Camada de Persistência:** responsável pelo armazenamento e consulta ao Banco de Dados. O segundo passo, foi montar uma infra-estrutura do projeto (arquitetura) baseada em definições de padrões de projeto e frameworks em código livre (struts (<http://struts.apache.org/>) hibernate (<http://www.hibernate.org/>), etc.). Para que o projeto pudesse ser implementado em tecnologia J2EE foi necessário inicialmente modelar o problema sob uma perspectiva de Orientação a Objetos (OO) (RUMBAUGH, 1999), bem como desenhar toda a Base de Dados, que no sistema original era apenas uma base simplificada de conhecimento textual em Prolog, contendo apenas a chave de identificação (id) e nome da entidade. O modelo de classes gerado a partir da revisão da arquitetura da TCN é composto por 6 classes principais (Desordens, Manifestações, Exames, Tratamentos, Problema e Caso) e 12 classes auxiliares (Grafo, Nó, Aresta, Nebulosos, CondiçõesControle, Categoria, Fase, Severidade, Pergunta, Cidade, Evento e Usuário). Na Figura 2 é mostrado o diagrama com o banco de dados projetado que contempla os módulos diagnóstico, investigação e tratamentos.

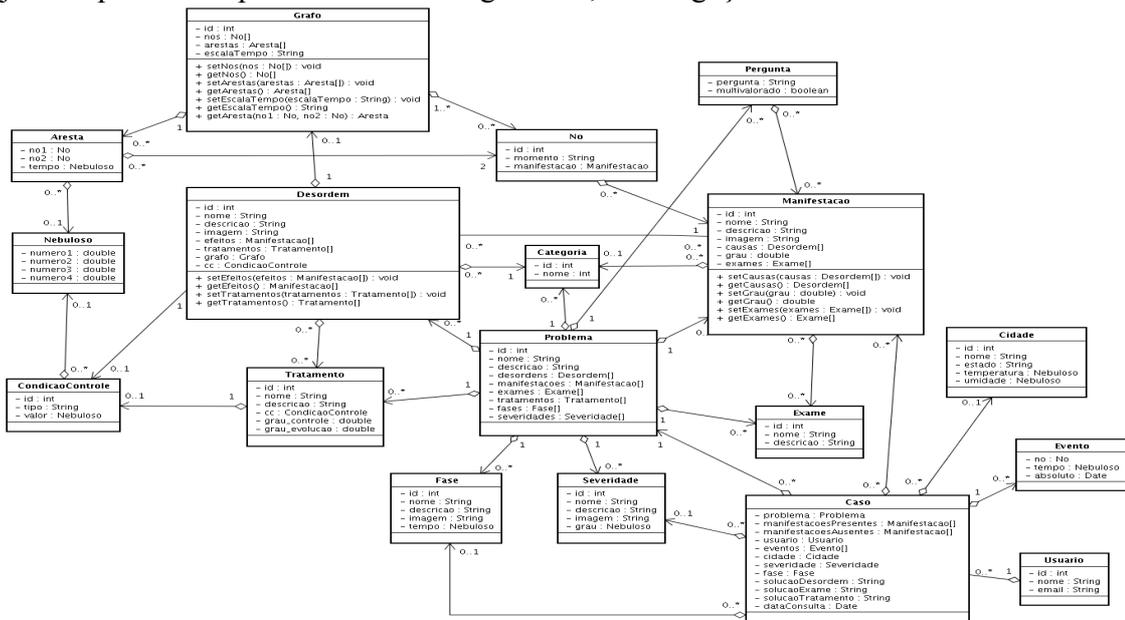


Figura 2 – Modelo de dados do sistema

Antes do início das atividades de desenvolvimento, segunda etapa, foram propostas e introduzidas algumas alterações no ambiente de desenvolvimento do sistema, dentre elas a

adoção da ferramenta de desenvolvimento Eclipse e a definição do sistema gerenciador de banco de dados pelo PostgreSQL. Na terceira etapa, para testar o núcleo do sistema, foi necessário realizar testes modulares *bottom-up*. No início foram estudadas as entradas e saídas de métodos auxiliares, tais como: nebulosos, intervalos, etc. Na sequência foram realizados também testes similares com os métodos específicos com cada uma das três etapas do processo: diagnóstico, investigação e tratamento.

4. RESULTADOS E DISCUSSÕES

A partir reestruturação descrita na seção anterior, a aplicação final foi dividida em dois módulos principais conforme apresentado na Figura 3: Especialista e Produtor.

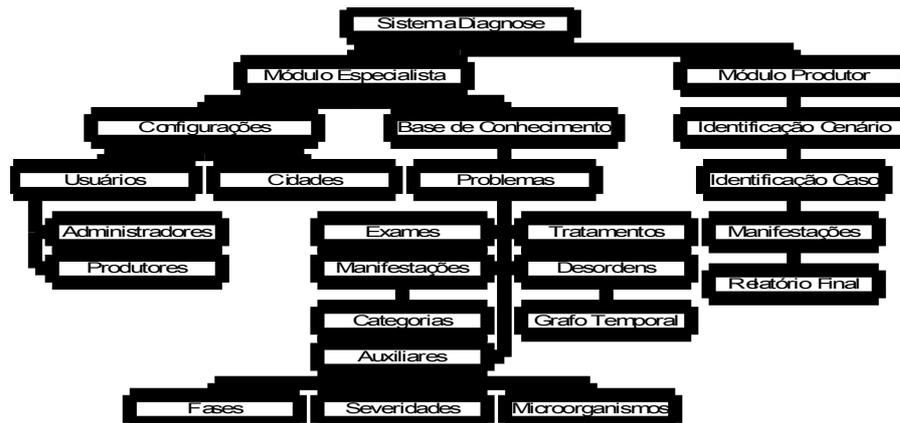


Figura 3 – Árvore de navegação do fluxo de informação do sistema

Nas Figuras 4 e 5, respectivamente, são apresentadas algumas telas capturadas destes dois módulos principais: Especialista e Produtor. No primeiro módulo, o especialista tem a responsabilidade de configurar e alimentar o sistema com a base de conhecimento. Na Figura 4 é apresentado um exemplo do cadastramento da doença de milho denominada Podridão da Espiga. No segundo módulo, o usuário entra com as informações específicas do caso, obtendo como resultado uma indicação de quais as prováveis desordens encontradas e recomendações de tratamentos. Na figura 5 é apresentado um exemplo das telas de perguntas e respostas bem como do relatório final do sistema especialista para diagnóstico de doenças de milho.

Figura 4 – Módulo Especialista

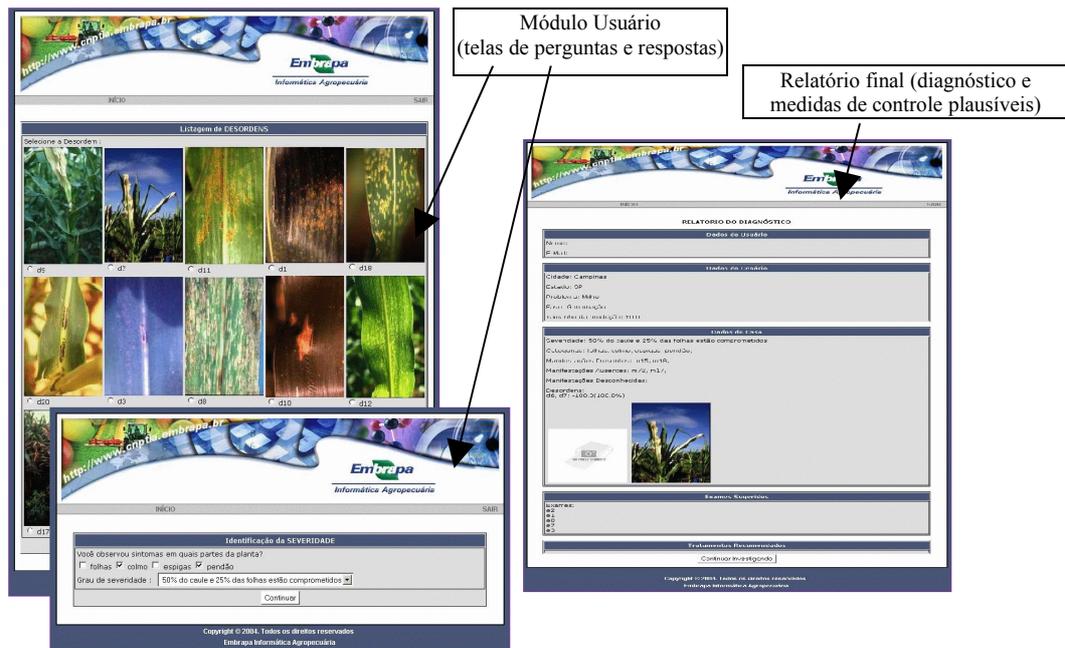


Figura 5 – Módulo Usuário

5. CONCLUSÕES

O resultado final alcançado, neste projeto de pesquisa, foi satisfatório tanto do ponto de vista de arquitetura utilizada na implementação do sistema quanto do ponto de vista da aplicação final como descrito a seguir: (a) a geração automática da base de conhecimento, através do módulo especialista, demanda muito menos tempo e atenção; (b) a interface com a integração dos três módulos que compõem a TCN (*bipartido_nebuloso*, *exames_nebulosos* e *tratamentos_nebulosos*) em uma única infra-estrutura tornou o sistema mais eficiente e amigável sob o ponto de vista de usabilidade; (c) finalmente, confirmou-se a hipótese da simplificação no processo de manutenção e expansões futuras do sistema. Especificamente, neste trabalho, foi apresentado um sistema para diagnóstico de doenças de milho. Entretanto, cabe ressaltar que a arquitetura utilizada no desenvolvimento deste sistema permite trabalhar o processo de diagnóstico, investigação e tratamento de quaisquer doenças na área vegetal e animal.

6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- FERNANDES, F.; OLIVEIRA, E. **Principais doenças na cultura do milho**. Sete Lagoas: EMBRAPA-CNPMS; Brasília, DF: EMBRAPA-SPI, 1997. 90 p.
- MASSRUHÁ, S.M.F.S.; CRUZ, S.A.B. da; SOUZA, E.de. Diagnose virtual: um sistema para diagnóstico de doenças do milho via web. In: CONGRESSO DA SBI-AGRO, 2. = AGROSOFT 99, 19 e 20 de novembro de 1999, Campinas. **Anais ...** [S.l.]: s.n., 2000. Não paginado.
- MASSRUHÁ, S. M. F. S. ; SANDRI, S. ; WAINER, J. ; MORANDI, M. An integrated framework for clinical problem solving in agriculture. In: Efita /WCCA 2005 Joint Congress on IT in Agriculture, 2005. **Proceedings ...** Vila Real, Portugal: Efita /WCCA 2005, 2005a. p. 1400-1407.
- PENG, Y., REGGIA, J. A. **Abductive inference models for diagnostic problem-solving**. New York: Springer Verlag, 1990. 285 p.
- RUMBAUGH, J.; JACOBSON, I.; BOOCH, G. **The Unified modeling language reference manual**. New York: Addison Wesley Longman Inc, 1999, 550p.
- SUN MICROSYSTEMS, Inc. **Java 2 Platform, Enterprise Edition (J2EE)** Disponível em: <http://java.sun.com/j2ee/index.jsp>. Acesso em: 10 jun. 2005.