

PAULA MOREIRA BARBOSA LOURENÇO

**SISTEMA ESPECIALISTA PARA AUXÍLIO NO DIAGNÓSTICO DE
DIABETES MELLITUS**

Trabalho de conclusão de curso apresentado ao Curso de Ciência da Computação.

UNIVERSIDADE PRESIDENTE ANTÔNIO CARLOS

Orientador: Prof. Eduardo Macedo Bhering.

BARBACENA

2003

PAULA MOREIRA BARBOSA LOURENÇO

**SISTEMA ESPECIALISTA PARA AUXÍLIO NO DIAGNÓSTICO DE
DIABETES MELLITUS**

Este trabalho de conclusão de curso foi julgado adequado à obtenção do grau de Bacharel em Ciência da Computação e aprovado em sua forma final pelo Curso de Ciência da Computação da Universidade Presidente Antônio Carlos.

Barbacena – MG, 04 de Dezembro de 2003.

Prof. Eduardo Macedo Bhering - Orientador do Trabalho

Prof. MSc Emerson Rodrigo Alves Tavares - Membro da Banca Examinadora

Prof. Lorena Sophia C. de Oliveira - Membro da Banca Examinadora

AGRADECIMENTOS

Agradeço a Deus por me dar força em todos os momentos. À minha mãe pelo apoio incondicional, amor e carinho, que foram fundamentais para a realização deste trabalho. A todos os professores da UNIPAC que me indicaram o caminho certo a seguir e especialmente ao professor Eduardo pela orientação e aprendizado constante.

RESUMO

Este trabalho apresenta um estudo da estrutura de um Sistema Especialista. A ferramenta Expert SINTA 1.1. foi analisada como alternativa para a definição do conjunto de regras de produção que compõe a base de conhecimento de uma determinada aplicação. A área de aplicação escolhida como estudo de caso foi o diagnóstico do Diabetes Mellitus. Foi desenvolvido um protótipo de uma aplicação que utiliza técnicas de Inteligência Artificial para auxiliar no diagnóstico desta doença a partir de um conjunto de exames realizados por um paciente. Este protótipo foi desenvolvido utilizando-se a VCL Expert SINTA, que se trata de uma biblioteca composta de onze componentes que permitem a importação da base de conhecimento e a realização do processo de inferência.

Palavras-chave: Sistemas Especialistas, Diabetes Mellitus, Expert SINTA.

SUMÁRIO

<u>LISTA DE FIGURAS.....</u>	<u>7</u>
<u>LISTA DE TABELAS.....</u>	<u>9</u>
<u>1 INTRODUÇÃO.....</u>	<u>10</u>
<u>2 PESQUISA BIBLIOGRÁFICA.....</u>	<u>12</u>
<u>3 DESENVOLVIMENTO.....</u>	<u>47</u>
<u>4 CONCLUSÕES.....</u>	<u>62</u>
<u>REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....</u>	<u>64</u>
<u>ANEXO A – ESTRUTURA DO BANCO DE DADOS.....</u>	<u>66</u>

LISTA DE FIGURAS

FIGURA 2.1: TELA PRINCIPAL DO SHELL EXPERT SINTA.....	34
FIGURA 2.2: ESQUEMA DE REGRA DE PRODUÇÃO.....	35
FIGURA 2.3: TELA PARA CRIAÇÃO DE VARIÁVEIS E VALORES.....	38
FIGURA 2.4:DEFINIR VARIÁVEIS OBJETIVO.....	38
FIGURA 2.5: CRIAR UMA REGRA.....	39
FIGURA 2.6: CONSTRUÇÃO DE REGRAS.....	39
FIGURA 2.7: INTERFACE.....	40
FIGURA 2.8: INFORMAÇÕES SOBRE A BASE.....	41
FIGURA 2.9: TELA DE ABERTURA.....	42
FIGURA 2.10: ASSOCIAÇÃO DE ARQUIVOS DE AJUDA.....	42
FIGURA 2.11: TELA DE RESULTADOS.....	43
FIGURA 2.12: MÓDULO DE DEPURAÇÃO.....	44
FIGURA 3.13: TELA PRINCIPAL DO PROTÓTIPO.....	53
FIGURA 3.14: CADASTRO DA EMPRESA.....	53
FIGURA 3.15: CADASTRO DE USUÁRIO.....	54
FIGURA 3.16: TELA DE ACESSO À CONSULTA AO ESPECIALISTA, ALTERAÇÃO E INCLUSÃO DE PACIENTES.....	55
FIGURA 3.17: ALTERAÇÃO DE DADOS DE PACIENTES.....	55
FIGURA 3.18: INCLUSÃO DE REGISTRO DE PACIENTE.....	56
FIGURA 3.19: CONSULTA AO SISTEMA ESPECIALISTA.....	57

FIGURA 3.20 RESULTADOS DE CONSULTAS JÁ REALIZADAS.....	58
FIGURA 3.21: CONSULTA DE GLICEMIA SEM JEJUM.....	59
FIGURA 3.22: CONSULTA DE GLICEMIA COM JEJUM.....	60
FIGURA 3.23: CONSULTA DO TESTE DE TOLERÂNCIA À GLICOSE.....	60
FIGURA 3.24: BOTÕES DESABILITADOS.....	61

LISTA DE TABELAS

TABELA 2.1: SINTOMAS E CONDIÇÕES DE RISCO DO DIABETES MELLITUS.....	32
TABELA 3.2: VARIÁVEIS, TIPOS E VALORES DA BASE DE CONHECIMENTO.....	48
TABELA 3.3: RELAÇÃO DAS VARIÁVEIS COM PERGUNTA DA BASE DE CONHECIMENTO.....	52

1 INTRODUÇÃO

A expressão Inteligência Artificial, geralmente, está associada ao desenvolvimento de Sistemas Especialistas. Estes sistemas são baseados em regras que reproduzem o conhecimento do perito, e a partir delas são capazes de emitir decisões; alguns são capazes até de aprender, melhorando seu desempenho e a qualidade das decisões tomadas. Eles são desenvolvidos para auxiliar determinados problemas de seu domínio específico, e como não são influenciados por elementos externos, vão fornecer sempre o mesmo conjunto de decisões quando as condições forem as mesmas [SILVA, 2002].

Um dos problemas que se encaixam nesse contexto é o diagnóstico do Diabetes Mellitus, hoje, um dos principais problemas de saúde mundial. Seja pelo número de pessoas acometidas, mortalidade, custos econômicos e sociais envolvidos no controle de doenças, tratamento das complicações, aposentadorias precoces, etc. Os principais fatores que contribuem para o diabetes são obesidade, hereditariedade, hábitos alimentares inadequados e sedentarismo. Estudos demonstram que 46,6% dos pacientes diagnosticados desconheciam o fato de ser portador da doença, e dos pacientes sabidamente diabéticos 22,3% não faziam nenhum tipo de tratamento [BOTELHO, 2003].

Foi com base nesses números que se resolveu desenvolver um trabalho que, de alguma forma, possa auxiliar os médicos no diagnóstico da doença e tão logo iniciar um tratamento, contribuindo assim, para reduzir as complicações devido à doença.

O objetivo desse trabalho é o estudo de toda a estrutura de um Sistema Especialista e, como complemento, o desenvolvimento de um protótipo de um Sistema Especialista baseado em regras que se destinará ao auxílio no diagnóstico do Diabetes Mellitus.

O restante do documento está organizado como se segue: o capítulo 2 apresenta o conceito de Inteligência Artificial e como surgiu a idéia de Sistemas Especialistas. Apresenta também toda a estrutura de um Sistema Especialista, suas classificações, as diferenças entre sistemas convencionais e sistemas especialistas, as características, os níveis de conhecimento, a aquisição do conhecimento e o processo de aprendizagem e define o que são shells. E ainda apresenta os raciocínios clínicos e as etapas da decisão médica, o conceito, a classificação, os sintomas e os critérios diagnósticos do Diabetes Mellitus e o Shell e a VCL Expert SINTA. E o capítulo 3 apresenta o protótipo desenvolvido.

2 PESQUISA BIBLIOGRÁFICA

2.1 INTELIGÊNCIA ARTIFICIAL

Inteligência Artificial é a ciência que deve buscar os meios necessários à imitação da inteligência humana, com mesmo grau de eficiência [CARVALHO, 2001].

Nos anos 50, os fundamentos da Inteligência Artificial já haviam sido estabelecidos e incluía lógica matemática e teoria das funções recursivas. Esses fundamentos justificam o surgimento de sistemas práticos de computação simbólica. Nessa mesma época, os psicólogos cognitivos criaram caminhos padrão do processo de investigação do raciocínio, modelando o aparente processo de tomada de decisão em termos de regras de produção condicionais [MANCHINI, 2003].

Nos anos 60, os pesquisadores da Inteligência Artificial tentaram simular o processo do pensamento, mas as dificuldades foram enormes e, portanto, não obtiveram êxito. Mas, na década de 70, continuaram com esse objetivo e, no final desse período, descobriram que o poder de um programa para resolver um problema depende mais do conhecimento que possui do que do esquema de inferência aplicado. Essa descoberta levou ao desenvolvimento

de sistemas que são peritos em alguma área de conhecimento. A estes programas dá-se o nome de Sistemas Especialistas [MANCHINI, 2003].

2.2 SISTEMAS ESPECIALISTAS

Sistema Especialista é uma aplicação da Inteligência Artificial que é capaz de adquirir e disponibilizar o conhecimento operacional de um especialista, solucionando problemas que são resolvíveis apenas por pessoas especialistas que, durante anos, acumularam conhecimento exigido na resolução destes problemas [MANCHINI, 2003].

Um Sistema Especialista é projetado e desenvolvido para atender a uma aplicação específica e limitada do conhecimento humano. Apoiado no conhecimento justificado da base de informações é capaz de emitir uma decisão. Além disso, deve ser capaz de aprender novos conhecimentos, melhorando a qualidade das decisões [MANCHINI, 2003].

Embora Sistemas Especialistas e Especialistas Humanos possam desempenhar tarefas idênticas, suas características são criticamente distintas e, mesmo havendo vantagens evidentes dos Sistemas Especialistas eles não serão capazes de substituir os especialistas humanos em todas as situações [MANCHINI, 2003].

Os especialistas humanos têm altos salários. Eles podem reorganizar as informações de que dispõem e usá-las para sintetizar novos conhecimentos, manusear eventos inesperados usando imaginação ou novas abordagens, mas são imprevisíveis, podem sofrer alterações no humor, e isto pode afetar no diagnóstico. Possuem o conhecimento advindo do senso comum, ou seja, se ele for questionado sobre informações que não disponha ou não existam na mesma hora ele responde que não sabe ou que tal coisa não existe [MANCHINI, 2003].

O Sistema Especialista têm o custo nominal de o computador rodar o programa, seu trabalho é uma rotina, sem criatividade nem inspiração, porém, são consistentes e inflexíveis em suas decisões; possuem um conhecimento técnico, ou seja, se perguntar a um sistema especialista sobre alguma coisa que ele não tem conhecimento ou que não existe ele não detecta esta situação e inicia uma pesquisa nos seus fatos e regras para encontrar a solução e, quando esta não for encontrada, pode julgar que seu conhecimento está incompleto

e solicita informação adicional para completar sua base de conhecimento [MANCHINI, 2003].

É por isso que os Sistemas Especialistas são mais utilizados como consultores pelo especialista humano ou iniciante na solução de algum problema [MANCHINI, 2003].

Segundo [MANCHINI, 2003], um Sistema Especialista é capaz de:

- 1- Resolver problemas complexos tão bem quanto especialistas humanos;
- 2- Raciocinar heurísticamente utilizando, para isto, as regras práticas contidas na base de conhecimento;
- 3- Interagir com usuários humanos utilizando até linguagem natural;
- 4- Funcionar com dados errados e regras incertas de julgamento;
- 5- Escolher hipóteses múltiplas ao mesmo tempo;
- 6- Explicar porque estão fazendo determinada pergunta;
- 7- Justificar suas conclusões.

2.2.1 ESTRUTURA DE UM SISTEMA ESPECIALISTA

Como um Sistema Especialista toma suas decisões baseado nas informações existentes na base de conhecimento, o sucesso dele depende da forma como o conhecimento é representado e dos mecanismos usados para a exploração deste conhecimento [MANCHINI, 2003].

Segundo [KELLER, 1991], a estrutura básica de um Sistema Especialista possui três elementos fundamentais: base de conhecimento, motor de inferência e interface com o usuário.

Base de Conhecimento: é um depósito de informações que mudará toda vez que houver mudanças nas regras do negócio, e este processo de mudança precisa ser administrado [KELLER, 1991]. É na base de conhecimento que ficam armazenadas as informações especialistas necessárias para resolver problemas de um domínio específico. Essas

informações consistem de fatos e heurísticas¹, onde os fatos são as informações que estarão sempre disponíveis para o sistema e deverão ser atualizadas pelo especialista humano de acordo com a necessidade e as heurísticas são as regras práticas que caracterizam o nível de tomada de decisão do especialista em um domínio [CHAIBEN, 2003].

Através da interação da base de conhecimento com o motor de inferência e com o usuário, o Sistema Especialista identifica o problema a ser resolvido e as possíveis soluções. Na interação da base de conhecimento com o usuário, o Sistema Especialista ainda obtém as informações necessárias para a solução do problema, sendo que a cada nova informação que o usuário fornece ao sistema o espaço entre o problema e a solução diminui. É possível também identificar o raciocínio que levou à conclusão do problema submetido ao sistema [CHAIBEN, 2003].

Motor de Inferência: é considerado o núcleo de um Sistema Especialista, pois é através dele que os fatos e heurísticas contidos na base de conhecimento são aplicados no processo de solução do problema [CHAIBEN, 2003].

O motor de inferência, de certo modo, tenta imitar o pensamento que os especialistas humanos empregam quando resolvem um problema, ou seja, ele pode começar com uma conclusão e procurar uma evidência que a comprove, ou pode iniciar com uma evidência para chegar a uma conclusão. Esse tipo de pensamento, nos Sistemas Especialistas, está dentro da classe de raciocínio via Regras de Encadeamento e são chamados de *backward chaining* e *forward chaining* respectivamente [CHAIBEN, 2003].

Quando o *forward chaining* – também chamado de encadeamento para frente, ou também raciocínio progressivo – é utilizado para se chegar a uma conclusão, as informações são fornecidas ao sistema pelo usuário, e o motor de inferência busca na base de conhecimentos fatos e heurísticas que melhor se aplicam a cada situação. Essa interação com o usuário continua até que a solução do problema seja encontrada [CHAIBEN, 2003].

Quando o *backward chaining* – também chamado de encadeamento para trás ou raciocínio regressivo – é utilizado, o trabalho do motor de inferência ocorre de forma inversa, ou seja, o sistema já parte de uma conclusão, podendo esta ser sugerida pelo próprio usuário, e

¹ Da palavra grega “heuriskein”, que quer dizer descobrir ou inventar por si só, encontrar.

inicia uma pesquisa nas informações da base de conhecimentos com o objetivo de saber se a conclusão é a mais adequada solução do problema proposto ao sistema [CHAIBEN, 2003].

Interface com o Usuário: dos três elementos fundamentais na estrutura de um Sistema Especialista este, geralmente, é o que necessita de mais tempo para projeção e implementação, para que a comunicação entre o Sistema Especialista e o usuário seja fácil [MENDES, 2003].

A interface com o usuário deve ser flexível o bastante para que a interação entre o Sistema Especialista e o usuário conduza a uma eficiente navegação na base de conhecimentos durante o processamento das heurísticas, permitindo que o usuário descreva o problema ou os objetivos que deseja alcançar e também facilita a recuperação do caminho percorrido pelo sistema para chegar à solução do problema, através de um modelo de consulta estruturado. Esse caminho é denominado TRACE e é a base de pesquisa para a explanação, que consiste em explicar “o porquê” e o “como” o sistema chegou à tal conclusão. Esse processo é muito importante, pois oferece ao usuário ajuda para julgar se adota ou não a solução apresentada pelo Sistema Especialista [MENDES, 2003].

2.2.2 CLASSIFICAÇÃO

Os Sistemas Especialistas podem ser classificados quanto às características de seu funcionamento. Segundo [MANCHINI, 2003], tais características são:

- 1- Interpretação – são sistemas que tiram as conclusões das situações a partir da observação de fatos, analisando os dados e determinando as relações e seus significados. Eles consideram as possíveis interpretações descartando as que se mostrarem inconsistentes.
- 2- Diagnóstico – são sistemas que detectam as falhas na interpretação de dados, conduzindo a uma conclusão diferente da simples interpretação dos dados. Eles detectam os problemas mascarados por falhas dos equipamentos e falhas do próprio diagnóstico. Estes sistemas já têm embutidos o sistema de interpretação de dados.

- 3- Monitoramento – são sistemas que interpretam as observações de sinais sobre o comportamento monitorado. O comportamento é verificado continuamente dentro de limites pré-determinados e, quando intervenções são requeridas eles sinalizam. Esses sinais são interpretados de acordo com a situação observada no momento da intervenção, e essa interpretação varia de acordo com os fatos percebidos pelo sistema a cada momento.
- 4- Predição – são sistemas que permitem uma determinada previsão do futuro de acordo com dados do presente e do passado.
- 5- Planejamento – são sistemas que planejam as iniciativas a serem tomadas para se atingir um determinado objetivo, estabelecem etapas e subetapas e, se houverem etapas parecidas, prioridades são definidas. O princípio de funcionamento, em alguns casos, é por tentativas de soluções, cabendo ao especialista que trabalha com esse sistema a análise mais profunda. Este tipo de sistema enfoca os aspectos mais importantes e particiona um problema em subproblemas menos complexos, estabelecendo sempre o relacionamento entre as metas destes subproblemas e a meta principal.
- 6- Projeto – são sistemas que definem especificações de modo que os objetivos dos requisitos particulares sejam atendidos. Eles são capazes de explicar a alternativa tomada para o projeto final e de fazer uso dessa justificativa em alternativas futuras.
- 7- Depuração – trata-se de sistemas que possuem mecanismos para fornecerem soluções para o mau funcionamento provocado por distorções de dados. Provê, de maneira automática, verificações nas diversas partes, incluindo mecanismos para ir validando cada etapa necessária em um processo qualquer.

- 8- Reparo – são sistemas que desenvolvem e executam planos para administrar os reparos verificados na fase de diagnóstico. Foram desenvolvidos poucos sistemas dessa classe devido à complexidade do ato de executar um conserto em alguma coisa no mundo real.
- 9- Instrução – são sistemas que dispõem de mecanismos para verificar e corrigir o comportamento do aprendizado dos estudantes. Geralmente estes têm como subsistemas um sistema de diagnóstico e de reparo, e tomam por base uma descrição duvidosa do conhecimento do aluno. Eles vão interagindo com o aluno, apresentando explicações, e, a partir daí, sugerem situações para serem analisadas pelo aluno. De acordo com o desenvolvimento do aluno o sistema vai aumentando a complexidade das situações e caminhando com o assunto didaticamente, até o aluno atingir o nível intelectual do treinamento.
- 10- Controle – são sistemas que administram o comportamento geral de outros sistemas. É considerado o mais completo porque interpretam os fatos de uma situação atual, de acordo com os dados passados e fazendo uma predição do futuro. Concluem o diagnóstico de possíveis problemas e formulam um plano para sua correção. E esse plano de correção é executado e monitorado para que o objetivo seja alcançado.

2.2.3 SISTEMAS CONVENCIONAIS X SISTEMAS ESPECIALISTAS

Enquanto um sistema convencional é baseado em um algoritmo que, passo a passo, conduz a uma resposta, os sistemas especialistas são baseados na busca heurística e lidam com problemas que não têm uma solução convencional algoritmizada, ou esta possui complexidade elevada para ser executada [MANCHINI, 2003].

Um processo heurístico conduz a soluções de maneira rápida, mas pode não chegar a solução nenhuma, ou também pode errar, como os especialistas humanos, porém,

esse erro ocorre dentro de determinadas circunstâncias que são justificadas pelo próprio sistema [MANCHINI, 2003].

Um Sistema Especialista processa conhecimentos e não dados. Esses conhecimentos ficam armazenados na base de conhecimentos e algumas vezes é incerto ou incompleto [MANCHINI, 2003].

2.2.4 EFICÁCIA, BENEFÍCIOS E PROBLEMAS

A EFICÁCIA:

Um Sistema Especialista é considerado eficaz quando o usuário é capaz de interagir com ele facilmente e, para tanto, esse sistema, além de executar sua tarefa principal, deve ter mais dois recursos [MANCHINI, 2003]:

- 1- Para que o usuário fique convencido de que a solução apresentada pelo Sistema Especialista é a melhor solução para o problema em questão, os sistemas têm que ser capazes de explicar seu raciocínio. Assim, é importante que o processo de raciocínio usado nesses programas proceda em etapas compreensíveis e que o conhecimento sobre o processo de raciocínio esteja disponível para que as explicações dessas etapas possam ser geradas.
- 2- Como o sucesso de um Sistema Especialista está diretamente relacionado com as informações contidas na base de conhecimentos é importante que essa base seja completa e precisa. Uma maneira de colocar esse conhecimento em um programa é através da interação com o especialista humano. Uma outra maneira é fazer com que o programa aprenda o comportamento especialista a partir de dados brutos.

O MYCIN – Sistema Especialista desenvolvido para diagnosticar doenças infecciosas –, o PROSPECTOR – fornece informações geológicas –, e o LOGIC THEORIST – sistema provador de teoremas – são exemplos de Sistemas Especialistas muito eficazes [MANCHINI, 2003].

OS BENEFÍCIOS:

Os Sistemas Especialistas, geralmente, são mais rápidos na determinação dos problemas, porque sua decisão está fundamentada em uma base de conhecimentos, portanto, se os fatos e heurísticas contidas na base de conhecimentos estiverem corretos a segurança do Sistema Especialista é total, isso, claro, considerando que as informações passadas ao programa pelo usuário também estarão totalmente corretas. É necessário um número pequeno de pessoas para interagir com um Sistema Especialista. Como já foi citado, um Sistema Especialista é estável e flexível e suas decisões sempre estão de acordo com as informações passadas pelo usuário. A dependência de pessoal específico é decrescente, ou seja, à medida que seus conhecimentos aumentam diminui a dependência do Sistema Especialista em relação ao especialista humano [MANCHINI, 2003].

OS PROBLEMAS:

Fragilidade: Não são capazes de resolver problemas mais genéricos porque o conhecimento de que dispõe é bem específico do seu domínio [MANCHINI, 2003].

Falta de Metaconhecimento: A aquisição do conhecimento ainda é um dos maiores obstáculos a aplicação de tecnologia dos Sistemas Especialistas a novos domínios, porque eles não possuem conhecimentos sofisticados sobre sua própria operação, portanto não conseguem raciocinar sobre seu próprio escopo e restrições [MANCHINI, 2003].

Validação: Por não saber quantificar o uso de conhecimento de um Sistema Especialista é que se torna difícil medir o desempenho do mesmo [MANCHINI, 2003].

2.2.5 NÍVEIS DE CONHECIMENTO

Existem três níveis de conhecimento que podem ser utilizados nos sistemas baseados em conhecimento: o conhecimento da decisão, o conhecimento de suporte e o metaconhecimento [KELLER, 1991]:

Conhecimento de Decisão: são regras usadas pelo especialista para chegar a uma decisão. Este é o único nível de conhecimento que pode ser especificado num Shell de Sistema Especialista.

Conhecimento de Suporte: Este é um nível de conhecimento mais profundo e é onde se encontram as razões *por que* algo deve ou não ser feito. Na maioria dos Sistemas Especialistas, os profissionais envolvidos no desenvolvimento, optam por incluir esse tipo de conhecimento, e existem sistemas em que as decisões não podem ser tomadas sem ele. Porém, deve-se tomar cuidado ao diferenciar um conhecimento que seria útil de um conhecimento que é necessário, diferença essa que muitas vezes não é muito clara.

Metaconhecimento – Regras sobre Regras: este nível de conhecimento afeta a maneira como o motor de inferência usa as regras de decisões ao invés de afetar as decisões.

As meta-regras acrescentam uma qualidade de especificidade de domínio ao motor de inferência mesmo se as especificações não são fortemente associadas dentro do código [KELLER, 1991].

2.2.6 REGRAS COMO CONHECIMENTO

Regras para representar o conhecimento, geralmente, tem o seguinte formato [KELLER, 1991]:

SE alguma(s) coisa(s) é(são) verdadeira(s)

ENTÃO alguma(s) outra(s) coisa(s) é(são) verdadeira(s)

Uma regra parecida sempre formulada para os sistemas tradicionais poderia ser assim [KELLER, 1991]:

SE a transação de entrada é Incluir Registro

ENTÃO execute o processo Incluir-Registro

Porém, a grande diferença entre as regras SE-ENTÃO usadas nos sistemas tradicionais e as regras SE-ENTÃO usadas nos sistemas baseados no conhecimento é a certeza e o dinamismo nos sistemas tradicionais [KELLER, 1991].

Em um programa tradicional, quando escrevemos regras SE-ENTÃO, estamos seguros de que, se as condições forem definitivamente verdadeiras, então as conclusões são definitivamente verdadeiras. Nesse tipo de regras, a veracidade das condições é que determina as conclusões, e são denominadas regras determinísticas [KELLER, 1991].

As regras de sistemas baseados no conhecimento tendem a diferir, por não sabermos a veracidade tanto das premissas quanto das condições e, além do mais, cada novo fator pode ser verdadeiro até certo ponto e, com certeza, este ponto varia de pessoa para pessoa, por isso essas regras são chamadas heurística, que significa um pouco de informação que coletamos ao longo de nossa experiência e que pode ser aplicada ao tomarmos decisões em situações similares, mas não iguais. A heurística não diz o que é certo ou errado, ela simplesmente ajuda a descobrir em qual de dois ou mais caminhos alternativos pode-se chegar a solução do problema [KELLER, 1991].

Em geral, os sistemas baseados no conhecimento possuem centenas ou até milhares de heurísticas e o motor de inferência utiliza essas heurísticas para tomar decisões complexas e fazer planejamento. Muitos são os problemas gerados pela utilização dessas heurísticas para tomar decisões, um deles é como usar a certeza da conclusão de uma regra para derivar a certeza para a próxima regra [KELLER, 1991].

2.2.7 RESOLUÇÃO DE CONFLITOS E CERTEZA

2.2.7.1 Resolução de conflitos

Independente de qual técnica se esteja utilizando para trabalhar com regras é comum ocorrerem situações onde mais de uma regra se aplica a um determinado momento. Isso se apresenta como um conflito sobre que regra usar ou qual deve ser aplicada primeiro [KELLER, 1991].

As formas de resolver os conflitos podem até ser simples, mas elas têm que ser realmente aplicáveis ao domínio de conhecimento que está sendo trabalhado pelo sistema. Essa é uma condição muito importante que também se aplicará à discussão de fatores de certeza. Quaisquer técnicas que pareçam servir podem ser usadas, mas elas devem ser próprias de cada domínio individual com base nas comparações entre o desempenho do sistema e do especialista humano. Isso traz à tona um dos maiores problemas com os shells de sistemas especialistas comerciais, porque eles têm regras embutidas e inflexíveis sobre as técnicas de inferência, resolução de conflitos e sobre a certeza. Portanto, ao definir o Shell a ser utilizado tem que saber se suas regras funcionam para o seu domínio, ou se existem artifícios dentro do código do Shell que permitem alterações em suas regras, se umas dessas

respostas for SIM então ele pode ser uma boa escolha. Mas, se ele não oferece uma adequação às regras e métodos do especialista humano, é possível que se possa utilizar o Shell para a prototipação e experimentação inicial, mas será impossível amadurecer o sistema a um estado de desempenho realmente especialista [KELLER, 1991].

2.2.7.2 Certeza

Geralmente, o conhecimento do especialista tem algum tipo de certeza a ele associado. As questões importantes quanto à certeza do conhecimento são: como decidimos que certeza (grau de confiabilidade) uma dada quantidade de conhecimento tem a princípio e como combinar as certezas de premissas incertas para chegarmos a uma regra [KELLER, 1991]?

Em alguns casos, é possível usar teorias formais de probabilidades bem desenvolvidas para chegar à probabilidade das premissas. Mas como elas não se aplicam a todos os casos, é melhor considerar que o fator associado a uma regra seja uma questão de a melhor escolha possível em relação à quão provável alguma coisa é [KELLER, 1991].

As formas como os fatores de certeza são combinados podem variar muito de domínio para domínio. Certamente, cada Shell de Sistema Especialista tem seu próprio modo de aplicação. Alguns podem tentar uma aproximação de uma teoria formal, outros podem calcular a média das certezas de todos os fatores. Mas, independente disso, o modo como um Shell lida com a certeza deve ser muito simples e deve se adequar a cada domínio. E, assim como na resolução de conflitos, essa adequação deverá ser baseada em comparações experimentais do desempenho do sistema em relação ao desempenho do especialista humano [KELLER, 1991].

2.2.8 AQUISIÇÃO DO CONHECIMENTO

Esta é a fase do desenvolvimento onde o conhecimento necessário para a construção do sistema especialista é adquirido [RABELLO, 2003].

No contexto dos sistemas especialistas, essa fase busca obter o raciocínio do especialista no que se refere a como ele resolve o problema para depois ser jogado na base de conhecimentos do sistema [RABELLO, 2003].

A aquisição do conhecimento não acontece de uma só vez, ela é um processo cíclico e possui quatro etapas: coleta, interpretação, análise e projeto [RABELLO, 2003].

- Coleta: é nesta etapa que o conhecimento do especialista é adquirido. Exige que o engenheiro de conhecimento tenha treinamento, técnicas de entrevista, boas ferramentas de intercomunicação pessoal e habilidade para obter a cooperação do especialista.
- Interpretação: as informações coletadas são interpretadas e as peças chave do conhecimento são identificadas.
- Análise: as peças chave do conhecimento são estudadas. Esta etapa relaciona a formação de teorias na organização sobre o conhecimento e estratégias de resolução de problema.
- Projeto: nesta última etapa do ciclo o engenheiro de conhecimento já possui um novo conhecimento do problema, mas desse novo conhecimento ele precisa identificar novos conceitos e estratégias que necessitam de maior investigação, para começar um novo ciclo de aquisição do conhecimento.

As principais dificuldades na aquisição do conhecimento são [RABELLO, 2003]:

- Inconsciência do conhecimento: o especialista pode esquecer de informar fatos importantes na descrição dos métodos de resolução de problemas ou fornecer informações inconscientes.
- Dificuldade de verbalizar o conhecimento.
- Aquisição de informações irrelevantes para a resolução dos problemas.
- Conhecimento incompleto: o próprio especialista pode não saber a resolução completa do problema.
- Conhecimento incorreto: as informações fornecidas pelo especialista podem estar incorretas.

Como já foi visto, o sucesso de um sistema especialista depende da qualidade das informações contidas na base de conhecimentos, e para se ter uma base de conhecimento de

qualidade é necessário que a aquisição do conhecimento também seja de qualidade, e isso depende da formação de uma equipe de trabalho com indivíduos habilidosos e cooperativos. A sobreposição de tarefas dos integrantes da equipe e a necessidade de muita interação devem ser consideradas [RABELLO, 2003].

2.2.9 PROCESSOS DE APRENDIZAGEM

A aprendizagem comum se dá de diversas formas:

- Análise estatística de dados;
- Experiências (tentativa e erro);
- Leituras, palestras, estudos, etc;
- Troca de experiência com outras pessoas.

A capacidade do ser humano de aprender é resultado de um conjunto de habilidades: capacidade de generalizar, de induzir, de fazer analogias e de receber instruções [MANCHINI, 2003].

Os Sistemas Especialistas, assim como os especialistas humanos, devem ser capazes de aprender e aumentar seu conhecimento básico sobre o assunto [MANCHINI, 2003].

Essa é a parte mais sensível na fase de desenvolvimento. Não pode limitar-se à adição de novos fatos e heurísticas à base de conhecimento; é necessário integrar o novo conhecimento ao conhecimento já disponível, definindo as relações entre os elementos que constituem o novo conhecimento e os elementos já armazenados na base. Para isso, foram propostos dois tipos de mecanismos: ligar os elementos de conhecimento através de ponteiros ou reunir diversos elementos relacionados em grupos [BITTENCOURT, 2003].

Porém, dependendo da forma como o novo conhecimento é adquirido, pode haver erros de aquisição. Estes erros podem resultar da própria natureza do conhecimento – dados obtidos através de sensores sujeitos a ruídos – ou podem ser gerados pela interface humana que existe entre o mundo real e o sistema de representação [BITTENCOURT, 2003].

Algumas técnicas foram desenvolvidas para evitar esse tipo de erro, como, por exemplo, a especificação de regras de aquisição onde o tipo de conhecimento esperado é definido. Pode-se também examinar periodicamente a base de conhecimentos com o objetivo de detectar incoerências eventualmente introduzidas no processo de aquisição. Mas esta técnica é limitada pelo fato de linguagens de representação razoavelmente expressivas não contarem com procedimentos completos de verificação conhecidos [BITTENCOURT, 2003].

Pode-se concluir que para que o processo de aquisição seja eficiente é necessário que a forma de representar as informações seja adequada ao tipo de conhecimento do mundo real a ser representado [BITTENCOURT, 2003].

2.2.10 RESPOSTAS DE UM SISTEMA ESPECIALISTA

Existem três técnicas possíveis e diferentes para um sistema especialista emitir a solução do problema [MANCHINI, 2003], são elas:

- Primeiro modo: o sistema emite como resposta um grupo onde, provavelmente, a resposta será encontrada. Porém, ele não garante que a resposta esteja naquele grupo, o que o sistema garante é que com certeza a resposta não será encontrada fora dele. Um exemplo é a resposta que um sistema especialista vai emitir a uma empresa interessada em saber onde existe petróleo. O sistema, através das características gerais dos continentes, determina um grupo de lugares onde, provavelmente, tem petróleo.
- Segundo modo: nesse modo o sistema é mais preciso e determina um resultado final, sendo esse resultado um valor exato ou um pequeno número de respostas no conjunto de valores possíveis.
- Terceiro modo: nesse modo o sistema não emite resultado algum, ele apenas interage com o usuário, fazendo ele pensar em determinadas consequências, e, com isso, formar sua opinião.

2.2.11 SHELLS

Quando surgiram os sistemas especialistas, era desenvolvido um sistema para cada problema. Passado o tempo, quando vários sistemas especialistas já tinham sido desenvolvidos, percebeu-se que todos eles tinham muito em comum, todos eram constituídos de um conjunto de representações declarativas, geralmente regras, combinadas com um interpretador dessas representações. E percebeu-se também que era possível separar o interpretador do conhecimento específico do domínio da aplicação, e criar um sistema para ser utilizado para outros domínios, bastando apenas inserir o conhecimento do novo domínio na base de conhecimentos. Esses sistemas receberam o nome de SHELL [MANCHINI, 2003].

Há, atualmente, vários shells disponíveis no mercado, como por exemplo o Expert SINTA e o EMYCIN. Em geral, eles oferecem mecanismos para representação do conhecimento, raciocínio, explicações e ferramentas para aquisição do conhecimento [MANCHINI, 2003].

Geralmente, os sistemas especialistas estão embutidos em outros aplicativos maiores, que usam técnicas de programação convencional, portanto, o Shell de um sistema especialista precisa ter uma interface entre o sistema e um ambiente de programação maior e, provavelmente, mais convencional [MANCHINI, 2003].

2.3 ÁREA DE APLICAÇÃO: DIABETES MELITUS

As informações que os médicos dispõem sobre seus pacientes, assim como o conhecimento do mundo real, se caracterizam por serem imprecisas, incompletas e até de natureza contraditória e, ainda assim, eles têm que ser capazes de chegar a conclusões a respeito desses dados [LINARES, 1997].

Os dados que eles possuem de seus pacientes, para tomar decisões clínicas, são [LINARES, 1997]:

- 1- História do Paciente: A informação cedida pelo paciente é subjetiva. Ele exagera nos sintomas, não sabe exatamente o histórico de doenças de sua família e, às vezes, nem dele próprio e pode errar na descrição de cirurgias

prévias. Contudo, as informações que levam ao correto diagnóstico é, muitas vezes, encontrada na história do paciente.

- 2- Exame Físico: Os médicos fazem um exame físico no paciente a fim de obterem dados mais objetivos. Porém, eles mesmos podem cometer erros não considerando indicações importantes ou enganando-se ao realizar o exame, e também podem interpretar inadequadamente outras indicações.
- 3- Resultados de Exames Laboratoriais: Os resultados de exames laboratoriais são considerados dados objetivos e que também podem conter erros. Uma troca de etiquetas das amostras, medições erradas, amostras erradas e até o comportamento do paciente horas antes da realização do exame podem levar a imprecisões e a dados incorretos. Além disso, os limites entre resultados normais e patológicos são, na maioria das vezes, imprecisos.
- 4- Resultados de Exames Complementares: Exames do tipo raios X, ultra-som, tomografia, ressonância magnética e outros exames clínicos e histológicos dependem da correta interpretação do médico e são informações consideráveis para o médico diagnosticar corretamente.

Enfim, pode-se afirmar que os dados com os quais o médico tem que lidar são informações imprecisas, inexatas e incertas [LINARES, 1997].

Teoricamente, o processo de tomada de decisão passa pelas seguintes etapas:

- 1- Estabelecimento das estratégias e/ou ações possíveis;
- 2- Determinação das conseqüências de cada decisão;
- 3- E a escolha da solução mais apropriada.

Devido ao fato de as informações clínicas iniciais serem, geralmente, imperfeitas, subjetivas ou não específicas, os médicos raramente passam por essas etapas antes de chegarem na solução. Por isso a decisão médica é uma decisão baseada em incerteza e imprecisão. O médico expressa sua decisão por um juízo que está geralmente unido à preferência por uma conduta julgada ótima. O objetivo dele é reduzir ao máximo a incerteza [LINARES, 1997].

Com a informática é possível tornar mais fácil a tomada de decisão médica, e melhorar a qualidade do diagnóstico ou a eficiência da atividade terapêutica. Mas construir um Sistema Especialista de apoio à decisão exige uma atitude introspectiva para formalizar os problemas e as soluções consideradas [LINARES, 1997].

2.3.1 CONCEITO

O Diabetes Mellitus é um distúrbio do metabolismo causado pela falta total ou parcial de insulina no organismo. É uma doença muito comum hoje em dia e não tem cura, mas pode ser controlada [LIMA, 2003].

Um indivíduo com diabete sofre de hiperglicemia, que é excesso de açúcar no sangue. Isso ocorre porque o órgão responsável pela produção da insulina, o pâncreas, não consegue produzir a quantidade suficiente desse hormônio para a glicose entrar na célula, onde seria consumida, o que causa o acúmulo no sangue. A deficiência ou falta total de insulina causa também diversos outros problemas no organismo. O Diabetes não afeta só a capacidade do organismo de usar o açúcar, mas também a capacidade de utilizar outras fontes de energia como as proteínas e as gorduras [LIMA, 2003].

Existem dois tipos principais de diabetes: o diabetes tipo 1, que afeta principalmente os jovens, e o diabetes tipo 2, que, geralmente, afeta as pessoas adultas e idosas [MAZZAFERRI, 1988].

2.3.2 CLASSIFICAÇÃO

- **TIPO 1:** é também conhecido como insulino-dependente e resulta da destruição das células do pâncreas que produzem insulina. A destruição dessas células é um processo lento e os sintomas só se desenvolvem quando 85% das células já foram destruídas. Uma vez que essas células são destruídas não há como recuperá-las. Sem insulina no organismo o corpo não consegue absorver a glicose do sangue, acarretando a elevação do nível de açúcar. É por isso que pessoas que têm esse tipo de diabetes precisam injetar insulina, para

que essa possa ser absorvida pelo sangue controlando o nível de açúcar [MARTINS, 2003].

Por enquanto, o tratamento para esse tipo de diabetes é a injeção de insulina e uma dieta correta sob a orientação de um médico.

A causa dessa destruição das células produtoras de insulina ainda é desconhecida. Acredita-se que fatores hereditários tenham seu papel, mas, praticamente, o diabetes tipo 1 não é herdado diretamente [MARTINS, 2003].

- **TIPO 2:** ocorre muito mais freqüente que o tipo 1, representando cerca de 90% dos pacientes diabéticos. Indivíduos com esse tipo de diabetes não são insulino-dependentes, e, geralmente, são pessoas com mais de 30 anos [MARTINS, 2003].

A causa do desenvolvimento desse tipo de diabetes também é desconhecida, mas é certo que o fator hereditário tem importância bem maior que no tipo 1, e também existe uma relação com a obesidade, mas não necessariamente a obesidade leva ao diabetes [MARTINS, 2003].

Esse tipo de diabetes pode ser controlado apenas com dieta, ou, no máximo, dieta mais comprimidos.

O indivíduo com diabetes do tipo 2 consegue produzir insulina e, certamente, continuará produzindo pelo resto da vida, o problema nele que faz com que o nível de glicose no sangue aumente é que as células adiposas e dos músculos são incapazes de utilizar toda a insulina que o pâncreas produz, aproveitando muito pouco da glicose presente no sangue. Esta ação reduzida da insulina é denominada resistência insulínica [MARTINS, 2003].

2.3.3 SINTOMAS

O excesso de açúcar acumulado no sangue de um indivíduo diabético tem de ser eliminado e o caminho mais fácil para sua eliminação é a urina, porém, ele necessita de água para ser eliminado pela urina, fazendo com que um diabético urine mais que o normal. Eliminando muita água, o indivíduo fica desidratado, tem sede e passa a beber água exageradamente [MARTINS, 2003].

A insulina, além de controlar a glicose, controla também proteínas e gorduras, Se esse hormônio está deficiente ou totalmente em falta, ele também não controla as proteínas e gorduras e o cérebro pensa que falta energia no corpo e ativa mecanismos para arranjar alimentos. Esses mecanismos ativados pelo cérebro solicitando energia para o corpo fazem o fígado produzir mais glicose e enviar para o sangue, e ainda obriga o tecido gorduroso a queimar suas reservas para produzir energia para manter o corpo humano. Devido a essa falta de energia no organismo, mesmo comendo muito, o paciente começa a emagrecer e sentir-se fraco. Tudo isso leva o paciente a sentir mais fome, o que aumenta ainda mais o nível de glicose no sangue, além disso, a queima de gorduras, com a finalidade de produzir energia para o corpo humano, acarreta na produção de Acetona, que é eliminada pela respiração e pela urina também, sendo que quando eliminada pela respiração dá um hálito com cheiro adocicado [MARTINS, 2003].

Além disso, também são sintomas do diabetes a obesidade, cansaço, visão borrada, infecções de pele e de urina, dormência, vermelhidão na pele, principalmente nas pernas. Esses sintomas vão variar dependendo do tipo de diabetes [LIMA, 2003].

Quando o diabetes já está em um estágio mais avançado, os sintomas podem ser mais graves e incluem derrame cerebral, ataque cardíaco, falência dos rins e gangrena, que é uma infecção muito grave podendo levar o paciente a amputar dedos do pé ou a perna [LIMA, 2003].

2.3.4 CRITÉRIOS DIAGNÓSTICOS

Um médico deve suspeitar de diabetes em um paciente quando ele apresentar sintomas característicos de tal doença, ou também quando o paciente se encaixa dentro das

condições de risco. O esquema abaixo resume os sintomas e as condições de risco do diabetes [SAÚDE, 1996].

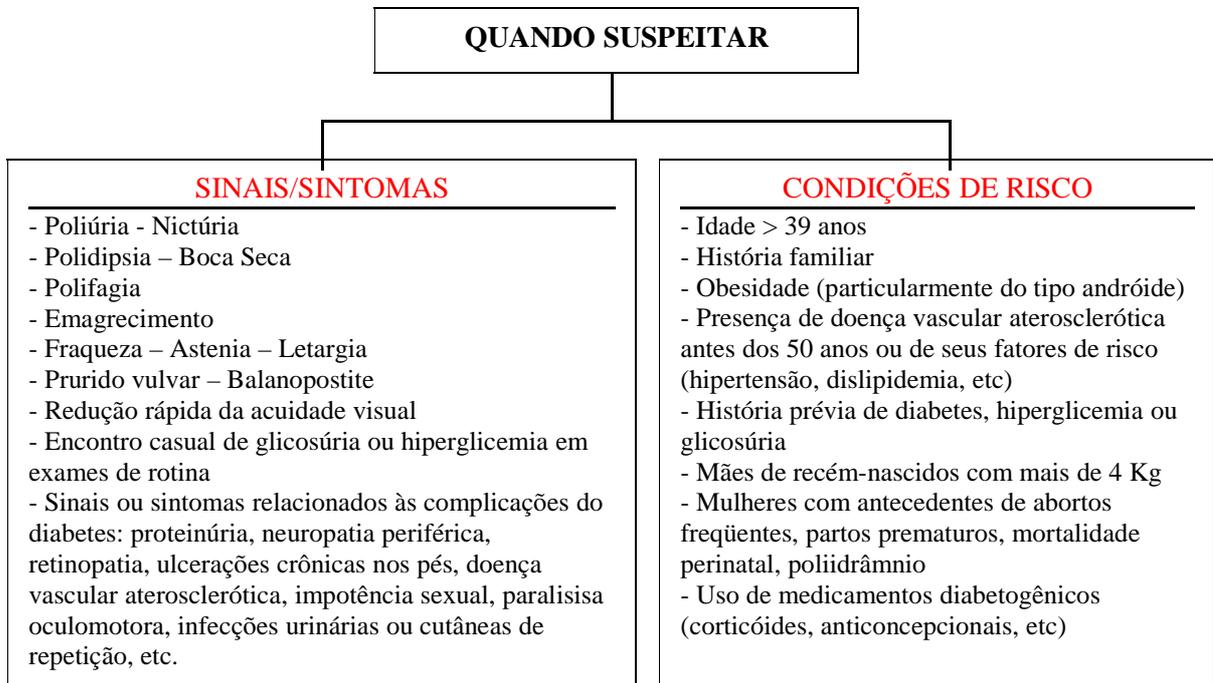


Tabela 2.1: Sintomas e Condições de Risco do Diabetes Mellitus

Se um paciente possui algum desses sintomas e/ou se encontram nas condições de risco, é necessário que seja realizado o teste de glicemia ao acaso (sem jejum). Se o resultado desse exame for < 100 mg/dl no plasma o diabetes é improvável, se der > 199 o paciente é diabético, mas, se não houver sintomas óbvios, é necessário que esse mesmo teste seja realizado novamente, e se esse segundo resultado também for > 199, então pode-se afirmar que o paciente tem diabetes. Agora, se o resultado da glicemia ao acaso estiver entre 100 e 199 é necessário que seja realizado o exame de glicemia de jejum. Se o resultado desse segundo exame for < 100 mg/dl no plasma o diabetes é improvável, se der > 139 o paciente é diabético, mas, se não houver sintomas óbvios, é necessário que esse mesmo teste seja realizado novamente, e se esse segundo resultado também for > 139, então pode-se afirmar que o paciente tem diabetes. Agora, se o resultado da glicemia de jejum estiver entre 100 e 139 é necessário que seja realizado o TTG – Teste de Tolerância à Glicose. Se o resultado do TTG, após duas horas da ingestão da glicose, for < 140 mg/dl o resultado é normal e o diabetes é improvável. Se for > 199 mg/dl o paciente é diabético, e se o valor desse resultado estiver entre 140 e 199 mg/dl o paciente sofre de Intolerância à Glicose [SAÚDE, 1996].

Se o resultado dos exames acima diagnosticar que o diabetes é improvável, deve-se realizar o teste de glicemia de jejum a cada dois anos se o paciente não tiver sintomas, mas pertencer ao grupo de risco. Se for diagnosticado Intolerância à Glicose a vigilância deve ser anual. E se for diagnosticado que o paciente é diabético, o médico deve classificar a doença e iniciar o tratamento imediatamente [SAÚDE, 1996].

2.3.5 TRATAMENTO

O tratamento do diabetes mellitus depende do tipo da doença, mas indiferente do tipo, os principais objetivos do tratamento são aliviar os sintomas, melhorar a qualidade de vida do indivíduo, prevenir complicações, reduzir a mortalidade e tratar doenças associadas [SAÚDE, 1996].

O tratamento do diabetes tipo 1 consiste, principalmente, na reposição da insulina que está em falta no organismo. Ela é aplicada no tecido logo abaixo da pele e deve ser realizada pelo menos duas aplicações diárias, juntamente com uma dieta rigorosa com restrição de açúcares, regularidade nos horários das refeições e aumento da atividade física [LIMA, 2003].

O tratamento do diabetes tipo 2 é feito a base de dieta com restrição de açúcares, aumento de atividades físicas e uso de medicamentos anti-diabéticos não insulínicos. Perder peso para o diabético desse tipo é muito importante, pois controla o nível de açúcar no sangue e pode até diminuir os medicamentos. Se o controle da glicemia for ruim ou o paciente tiver sintomas de descompensação diabética é necessário injeções de insulina para manter a glicemia sob controle [LIMA, 2003].

De acordo com as complicações da doença o tratamento de um diabético pode envolver vários especialistas como oftalmologista, cardiologista, ortopedista, neurologista, neurocirurgião, cirurgião vascular e angiologista. É importante também cuidar da pressão arterial e dos níveis de lipídios. Se um diabético apresenta uma infecção ele deve ser tratado de forma mais intensa que a habitual [LIMA, 2003].

O próprio diabético deve monitorar freqüente e periodicamente seu nível de açúcar no sangue [LIMA, 2003].

2.4 EXPERT SINTA

2.4.1 O SHELL

O Expert SINTA é uma ferramenta computacional que utiliza técnicas de Inteligência Artificial para geração automática de sistemas especialistas. Seu principal objetivo é simplificar o trabalho de implementação de sistemas especialistas [SINTA, 1996].

O Shell Expert SINTA foi implementado na linguagem de programação orientada a objetos Borland Delphi 1.0, e permite o desenvolvimento modular de bases de conhecimentos através de uma interface de fácil manipulação e de utilitários criados para depuração [SINTA, 1996].

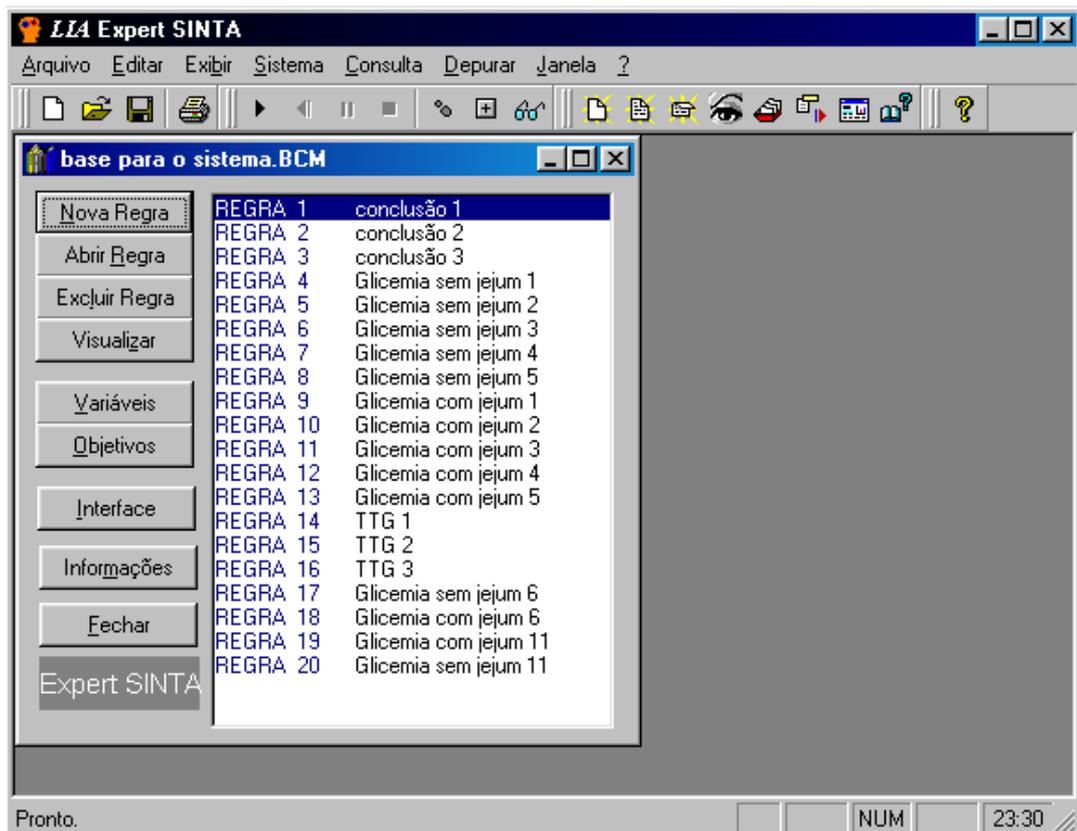


Figura 2.1: Tela principal do Shell Expert SINTA

Essa é a tela principal do Shell. Possui uma barra de ferramentas que tem todas as opções para a edição de bases e também uma janela chamada “Knowledge-in-a-box” (KIB),

que possui uma lista com todas as regras presentes até o momento e tem também as mesmas opções para edição de bases presentes na barra de ferramentas [SINTA, 1996].

As bases de conhecimento geradas no Shell Expert SINTA possuem a extensão *.bcm, e sua arquitetura é baseada em regras de produção e probabilidades. Essas regras são um conjunto de condições somente no estilo SE... ENTÃO..., permitindo a inclusão dos conectivos lógicos E, OU e NÃO, para relacionar as condições de uma regra, e também a inclusão de graus de confiança em uma determinada conclusão. O Expert SINTA oferece uma máquina de inferência básica que é fundamentada no encadeamento para trás (backward chaining) [SINTA, 1996].

```

REGRA 4
SE PrimCons = Não
E Etapa de glicemia sem jejum concluída = Não
E Quantas vezes realizou o exame de glicemia sem jejum = 0
ENTÃO Indicação de Procedimento = Realize o teste de glicemia sem jejum. CNF 100%
Doença = DESCONHECIDO CNF 100%
FimConsulta = Sim CNF 100%

```

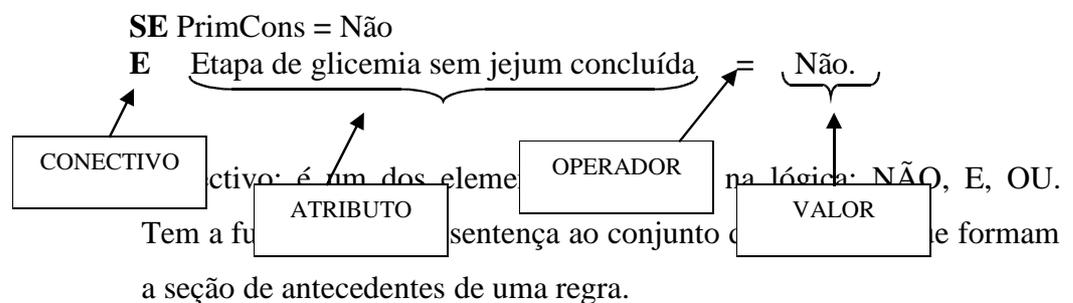
Figura 2.2: Esquema de regra de produção

A figura 2.2 apresenta um exemplo de regra de produção. Cada regra é composta de premissa(s) e conclusão(ões). As premissas também são conhecidas como **caudas** e as conclusões como **cabeças**. O conjunto de todas as caudas é chamado de **antecedentes** de uma regra e o conjunto de todas as cabeças é chamado de **conseqüentes** de uma regra [SINTA, 1996].

As caudas possuem a seguinte estrutura [SINTA, 1996]:

Conectivo -> Atributo -> Operador -> Valor

Ex:

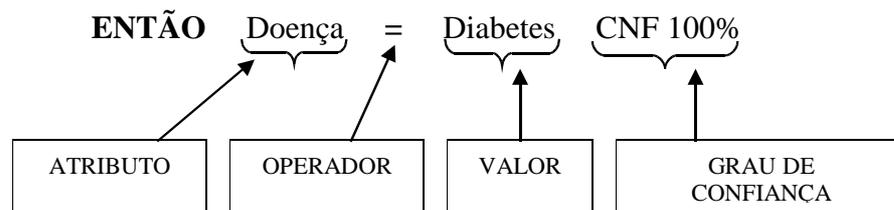


- Atributo: é uma variável que pode assumir uma ou várias instanciações no decorrer da consulta à base de conhecimentos. O tipo do atributo é definido pelo desenvolvedor do sistema.
- Operador: elo de ligação entre o atributo e o valor da premissa que define o tipo de comparação a ser realizada. Ex: =, >, <=, <>. Esses operadores variam de atributo para atributo e estão diretamente relacionados ao tipo do atributo.
- Valor: é um item de uma lista a qual foi previamente criada e relacionada a um atributo. Também variam de acordo com o atributo e seu tipo.

As cabeças possuem a seguinte estrutura [SINTA, 1996]:

Atributo -> = -> Valor -> Grau de Confiança

Ex:



- Atributo: é uma variável que pode assumir uma ou várias instanciações no decorrer da consulta à base de conhecimentos. O tipo do atributo é definido pelo desenvolvedor do sistema.
- “=”: é um operador que **atribui** o valor ao atributo.
- Valor: é um item de uma lista a qual foi previamente criada e relacionada a um atributo. Também variam de acordo com o atributo e seu tipo.
- Grau de Confiança: é uma porcentagem indicando o grau de certeza da conclusão específica da regra em questão. Varia de 0% a 100%.

2.4.1.1 Edição da base de conhecimentos

Criando Variáveis:

Antes de criar as regras é necessário criar todas as variáveis utilizadas e seus respectivos valores. A figura 2.3 mostra a janela de edição de variáveis, que possui várias opções como: adicionar novas variáveis, associar novos valores às variáveis já existentes, indicar se uma determinada variável pode ou não assumir múltiplas instâncias, e também eliminar variáveis e valores [SINTA, 1996].

No Expert SINTA existem três tipos de variáveis [SINTA, 1996]:

- Numérica: não podem ter valores pré-definidos. Nesse caso a lista de valores pode atuar como lista de intervalo, onde o valor associado para a variável deve estar entre o intervalo definido. Não é obrigatório a definição desse intervalo, mas somente um intervalo pode ser definido por variável. Os intervalos devem ser da forma **a;b** ou **;b** ou **a**; onde **a** e **b** representam números reais. Se o valor de uma variável numérica for:
 - ❖ **a;b** indica que a variável pode assumir um valor entre a e b;
 - ❖ **;b** indica que a variável pode assumir um valor maior ou igual a **b**;
 - ❖ **a**; indica que a variável pode assumir um valor menor ou igual a **a**;
- Multivalorada: uma variável é dita como multivalorada quando pode assumir mais de um valor. É muito comum em variáveis objetivo.
- Univalorada: uma variável é dita univalorada quando pode assumir somente um valor, por exemplo: SIM ou NÃO.

Se nenhum valor for definido para uma variável, o Expert SINTA assume que ela é uma variável lógica que aceita apenas valores SIM e NÃO [SINTA, 1996].

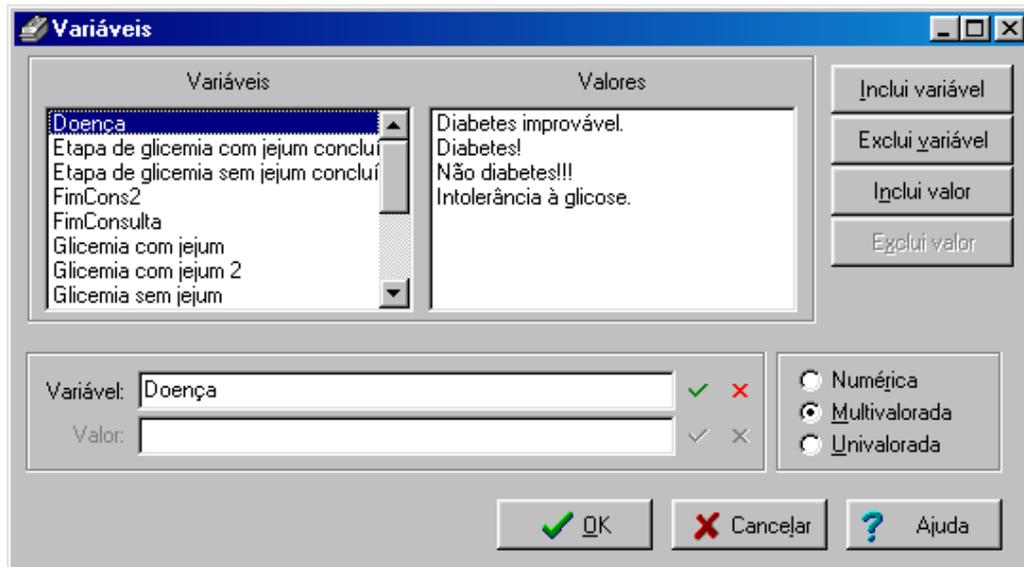


Figura 2.3: Tela para criação de variáveis e valores

Definindo os objetivos:

Após criar as variáveis, já é possível definir as variáveis objetivo. É necessário criá-las antes de executar o sistema, pois são elas que contêm as possíveis soluções do problema em questão, e também controlam o comportamento da máquina de inferência. A figura 2.4 mostra a janela para definir as variáveis objetivo [SINTA, 1996].

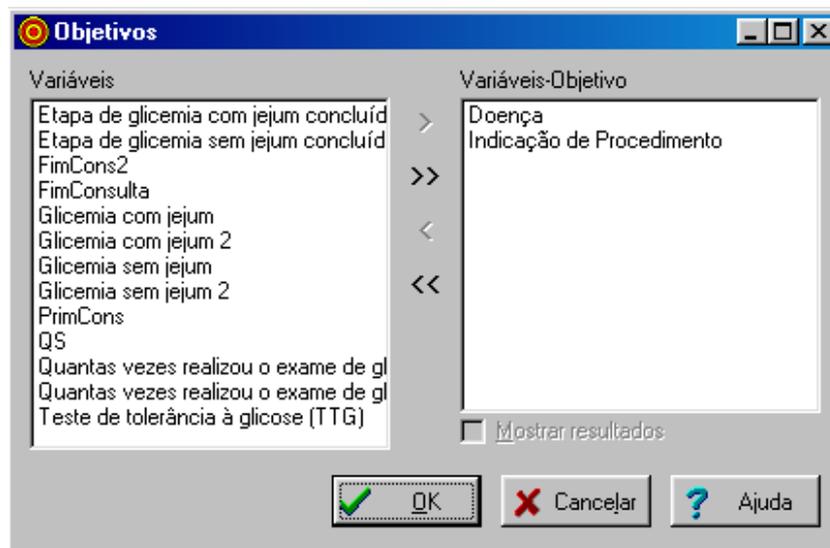


Figura 2.4: Definir variáveis objetivo

Criando as regras:

Para criar uma regra basta selecionar o botão *Nova Regra* da janela KIB e a seguinte tela aparecerá [SINTA, 1996]:



Figura 2.5: Criar uma regra

Essa caixa de diálogo aparece sempre antes da criação de uma nova regra. Ela inicia uma nova regra com as seguintes informações: posição da regra em relação às outras e o modelo no qual a nova regra se baseia. Se ela for parecida com alguma regra antes criada, basta selecionar no campo “Modelo” o número da regra em que ela se baseia, mas se ela não for parecida com nenhuma é só escolher a opção “*NENHUMA*” [SINTA, 1996].

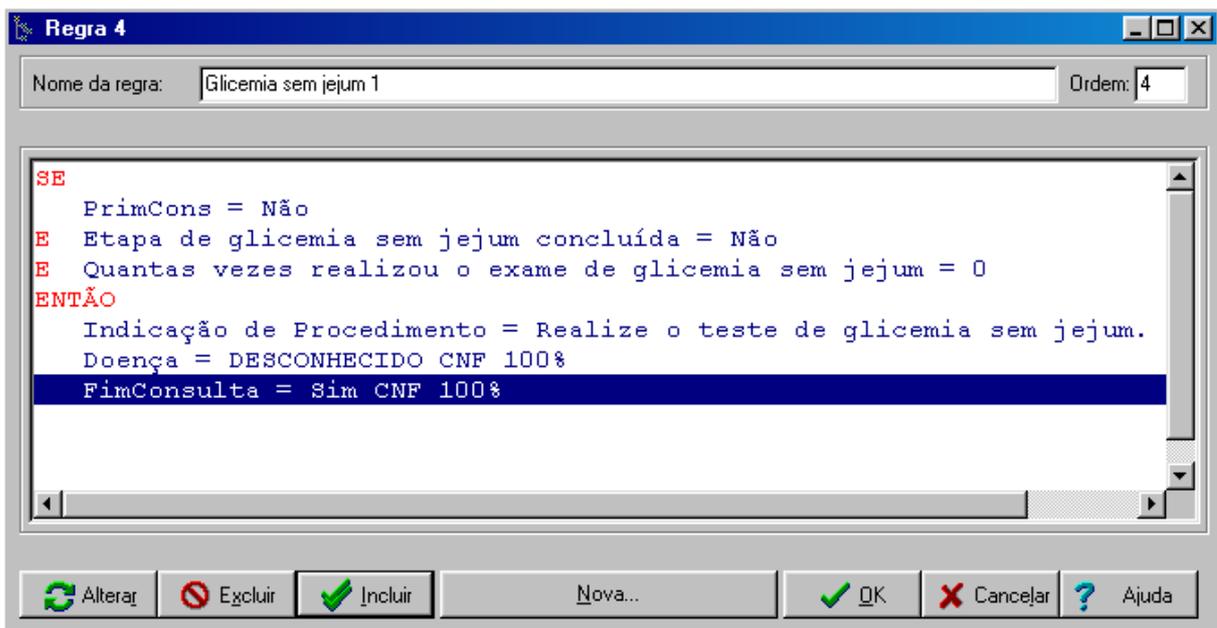


Figura 2.6: Construção de regras

Nessa tela o desenvolvedor pode definir a(s) premissa(s) e conclusão(ões) da nova regra. Uma regra pode ter uma ou mais premissas e uma ou mais conclusões. Para associar

uma premissa à outra é necessário utilizar um conectivo lógico E ou OU. A(s) conclusão(ões) só pode(m) utilizar o operador “=” que indica atribuição [SINTA, 1996].

Definindo a interface com o usuário:

Os menus de múltipla escolha utilizados para a comunicação dos Sistema Especialista com o usuário são construídos, automaticamente, pela Shell, mas para isso o desenvolvedor deve fornecer alguns detalhes como: quais variáveis vão conter perguntas, a pergunta a ser feita pelo sistema para o usuário, explicações sobre a pergunta e decidir se uma pergunta vai ou não permitir a entrada do grau de confiança das respostas [SINTA, 1996].

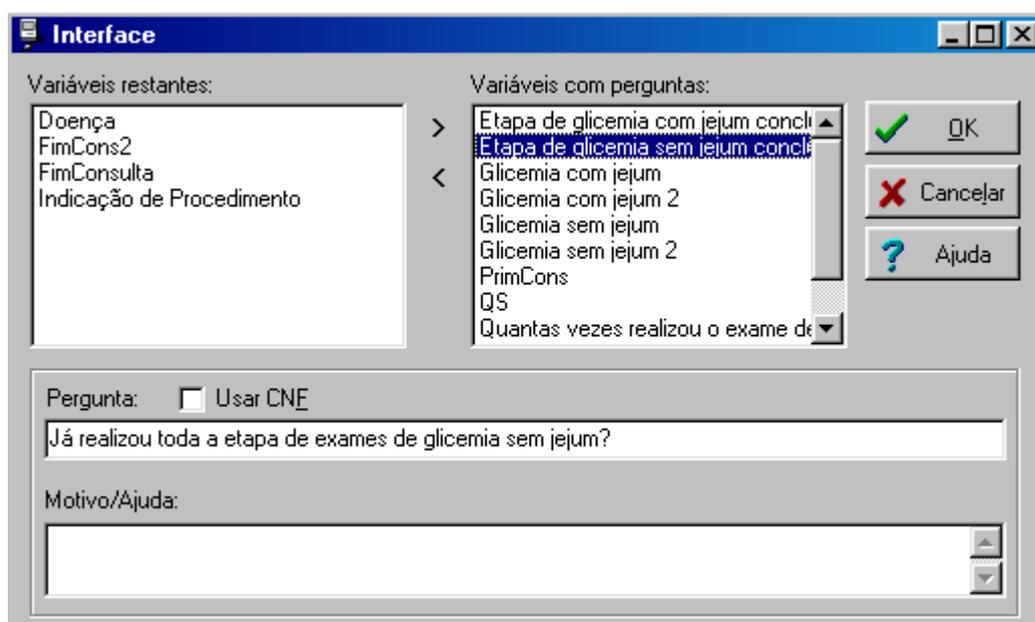


Figura 2.7: Interface

É muito importante que as perguntas que o sistema realiza ao usuário tenham um texto claro. Se não for definida uma pergunta para uma variável que necessite de uma, o próprio sistema gera uma pergunta com a seguinte estrutura: “Qual o valor de X?” onde X é o nome da variável, o que para o usuário do sistema pode não ser inteligível. Além disso, é possível incluir os motivos pelos quais determinada pergunta é necessária, deixando ainda mais claro quais os objetivos do sistema. Se isso for feito, quando o usuário estiver consultando o sistema estará disponível um botão “Por que?”, e ao pressioná-lo, uma outra janela com um texto criado pelo desenvolvedor aparecerá explicando a importância daquela

pergunta específica. É através da janela mostrada na figura 2.7 que o desenvolvedor define a interface com o usuário [SINTA, 1996].

Informações adicionais:

Após criar a base de conhecimentos desejada, é natural que o desenvolvedor deseje incluir informações adicionais como: nome da base, autor(es), texto de abertura e textos didáticos relativos às soluções encontradas. A inclusão desse tipo de informação no Expert SINTA é feita através da janela ilustrada na figura 2.8 [SINTA, 1996].

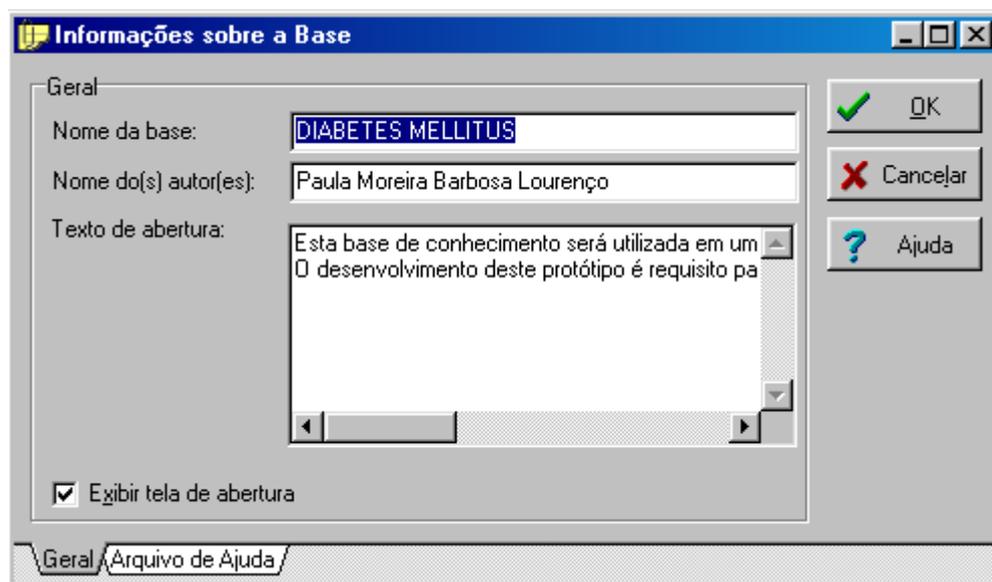


Figura 2.8: Informações sobre a base

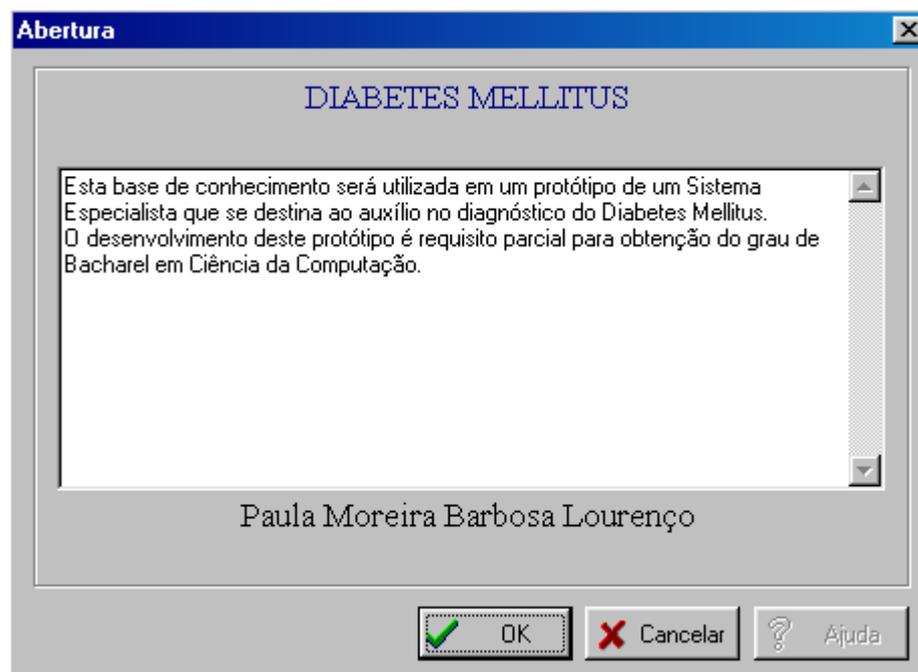


Figura 2.9: Tela de abertura

Um arquivo de ajuda no formato Microsoft Windows Help pode ser associado à base de conhecimento, garantindo um melhor aproveitamento da base, com explicações mais esclarecedoras. A figura 2.10 mostra a associação do arquivo de ajuda “secaju.hlp” à base de conhecimento do Sistema Especialista SECAJU [SINTA, 1996].

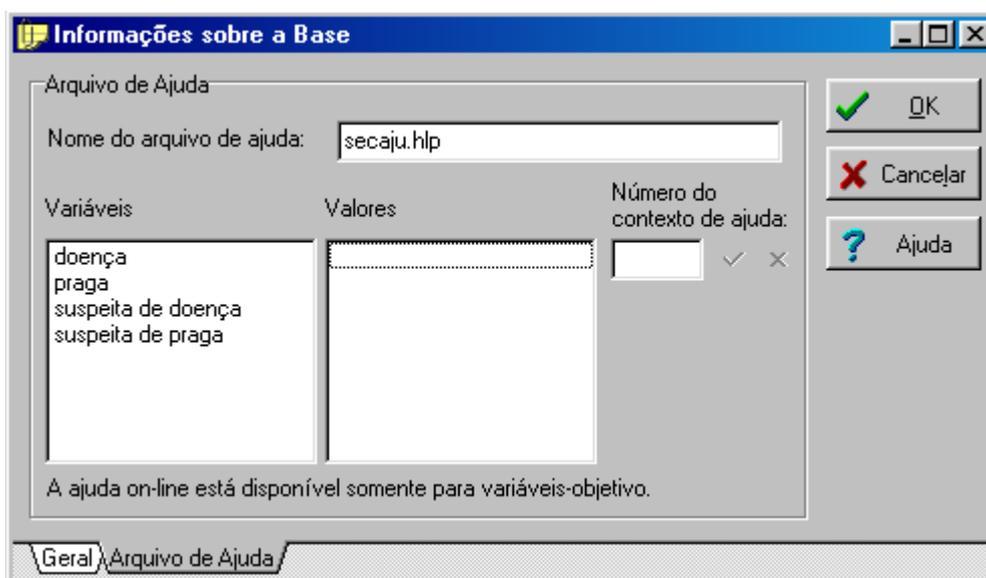


Figura 2.10: Associação de arquivos de ajuda

2.4.1.2 Visualização de resultados

Os resultados obtidos durante uma consulta são exibidos em uma janela que aparece sempre que uma consulta ao sistema chega ao fim. Ela contém uma espécie de uma tabela com duas colunas, a primeira contém os possíveis resultados classificados em ordem decrescente dos valores de confiança que por sua vez encontram-se na segunda coluna [SINTA, 1996].

Nessa mesma janela é possível visualizar um histórico dos resultados em que uma estrutura hierárquica relaciona todos os passos seguidos para obtenção do(s) resultado(s) [SINTA, 1996].

Ainda nessa mesma janela é possível descobrir todos os valores atribuídos às variáveis presentes na base de conhecimento durante a consulta [SINTA, 1996].

Alguns sistemas ainda apresentam uma outra guia nessa mesma janela chamada “o sistema” que mostra todas as regras da base de conhecimentos [SINTA, 1996].

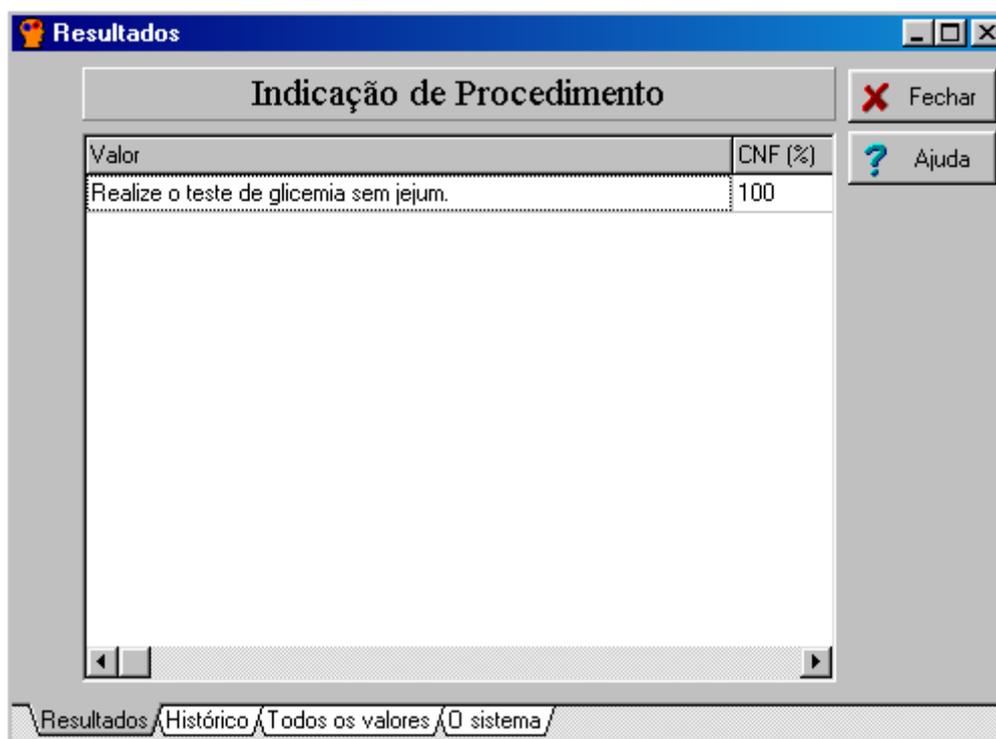


Figura 2.11: Tela de resultados

2.4.1.3 Depuração

O Expert SINTA possibilita a utilização de um módulo de execução passo-a-passo em que a assertiva (premissa) na qual a máquina de inferência está posicionada aparece em destaque em uma janela especial que exhibe todas as regras [SINTA, 1996].

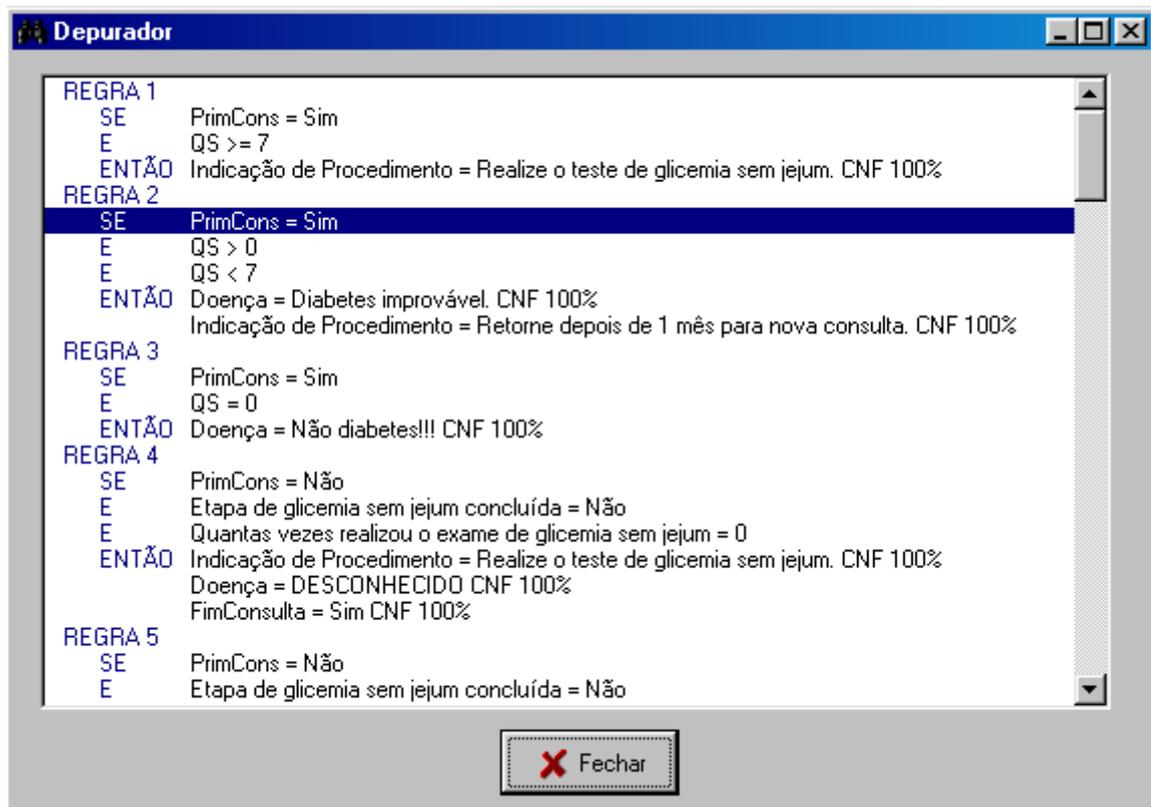


Figura 2.12: Módulo de depuração

2.4.2 A VCL

Após a criação da base de regras, para que seja possível aproveitá-la em uma aplicação desenvolvida em Delphi, por exemplo, é necessário a utilização da VCL Expert SINTA – Visual Component Library – que permite a importação da base de regras para um aplicativo padrão Windows [SINTA, 1998].

A Expert SINTA VCL é composta de onze componentes que permitem a implementação de front ends para bases de conhecimentos e inclui também o código fonte do Expert SINTA Run Time que executa consultas a bases de conhecimento. A biblioteca está disponível apenas para ambientes Delphi 1.0 ou superior [SINTA, 1998].

Os onze componentes da biblioteca são [SINTA, 1998]:

- TExpertSystem: é o componente principal, que centraliza em si todas as relações dos demais componentes;
- TRuleView: exibe as regras da base de conhecimento contida em um respectivo objeto TexpertSystem em uma caixa de listagem;
- TExpertPrompt: constrói um menu de opções automático para entrada de respostas a perguntas realizadas pelo sistema especialista ao usuário final;
- TLabelQuestion: exibe automaticamente em um label a pergunta definida pelo projetista da base de conhecimento no Expert SINTA Shell;
- TWhyDialog: chama uma caixa de diálogo exibindo as respectivas explicações sobre a importância de uma dada pergunta;
- TDebugPanel: um depurador para consultas a um sistema especialista;
- TWatchPanel: exibe as instâncias de cada variável durante uma consulta;
- TValuesGrid: exibe as instâncias de uma dada variável em um grid;
- TConsultTree: uma “árvore” que demonstra todos os passos seguidos pela máquina de inferência durante uma consulta;
- TAllVars: também exibe todas as instâncias de todas as variáveis, mas no formato de árvore;
- TExNavigator: um navegador (“browser”) para a consulta a uma base de conhecimento.

Esses componentes podem ser divididos em quatro categorias [SINTA, 1998]:

- Componente principal: TExpertSystem;
- Componentes gerais de interface gráfica: TRuleView

TExpertPrompt

TLabelQuestion

TValuesGrid

- Componentes de depuração: TWhyDialog

TDebugPanel

TWatchPanel

TConsultTree

TAllVars

- Componente de navegação: TExNavigator.

Existe também outra forma de classificar a VCL [SINTA, 1998]:

- Componentes de atualização automática: esses componentes se modificam automaticamente sempre que um fato relevante ocorre durante uma consulta;
- Componentes passivos: precisam da chamada de um método para exibir funcionalidade.

Com exceção dos componentes TConsultTree e TAllVars todos os outros nove componentes da VCL são automáticos, bastando relacioná-los a um componente TExpertSystem para que as atualizações se procedam [SINTA, 1998].

Para informações adicionais sobre a VCL Expert SINTA acesse <http://lia.ufc.br>.

3 DESENVOLVIMENTO

Desenvolver um Sistema Especialista não é algo muito fácil. É necessária a colaboração de vários especialistas na área para obter as informações que vão compor a base de conhecimentos.

O sistema desenvolvido neste projeto tem a função de auxiliar no diagnóstico do Diabetes Mellitus. O paciente, ao consultar pela primeira vez, responde a uma série de perguntas ao médico, que, simultaneamente, vai alimentando o sistema. Essas perguntas correspondem aos dados clínicos do paciente, e as respostas são necessárias para que o Sistema Especialista possa fazer sua primeira avaliação em relação à saúde do paciente. Após essa primeira avaliação, se indicado, o paciente realizará exames de glicemia, e, quando ele retornar com o resultado, o médico novamente vai alimentar o sistema com esse resultado e este fará uma nova avaliação sobre a saúde do paciente. E assim ocorre até que o sistema consiga concluir, com as informações já obtidas, o diagnóstico do paciente.

3.1 BASE DE CONHECIMENTO

O protótipo implementado neste projeto possui uma base de conhecimento desenvolvida no Shell Expert SINTA versão 1.1, cujas informações foram obtidas através de estudos sobre a área em questão e entrevistas a pessoas que tem conhecimento, mas não exatamente o especialista. Devido a dificuldades encontradas em obter informações do especialista na área, a base não está completa, as informações contidas são o mínimo necessário para a realização de uma consulta através do sistema especialista. Porém, muitos outros itens poderiam ser avaliados para ter uma conclusão melhor justificada.

Essa base possui as seguintes variáveis, tipos e valores respectivamente:

VARIÁVEIS	TIPOS	VALORES
Doença	Multivalorada	Diabetes improvável Diabetes Não diabetes Intolerância à glicose
Etapa de glicemia com jejum concluída	Univalorada	SIM/NÃO
Etapa de glicemia sem jejum concluída	Univalorada	SIM/NÃO
FimCons2	Univalorada	SIM/NÃO
FimConsulta	Univalorada	SIM/NÃO
Glicemia com jejum	Numérica	
Glicemia com jejum 2	Numérica	
Glicemia sem jejum	Numérica	
Glicemia sem jejum 2	Numérica	
Indicação de procedimento	Multivalorada	Realize o teste de glicemia sem jejum Realize outro teste de glicemia sem jejum Realize o teste de glicemia com jejum Realize outro teste de glicemia com jejum Realize o teste de tolerância à glicose Retorne depois de 1 mês para nova consulta
PrimCons	Univalorada	SIM/NÃO
QS	Numérica	
Quantas vezes realizou o exame de glicemia com jejum	Numérica	
Quantas vezes realizou o exame de glicemia sem jejum	Numérica	
Teste de tolerância à glicose (TTG)	Numérica	

Tabela 3.2: Variáveis, tipos e valores da base de conhecimento

As variáveis objetivo da base de conhecimento são *Doença* e *Indicação de Procedimento*. Os valores que essas variáveis podem assumir estão listados na tabela 3.1.

As regras que compõem a base de conhecimento são as seguintes:

- REGRA 1**
 SE PrimCons = Sim
 E QS \geq 7
 ENTÃO Indicação de Procedimento = Realize o teste de glicemia sem jejum. CNF 100%
- REGRA 2**
 SE PrimCons = Sim
 E QS $>$ 0
 E QS $<$ 7
 ENTÃO Doença = Diabetes improvável. CNF 100%
 Indicação de Procedimento = Retorne depois de 1 mês para nova consulta. CNF 100%
- REGRA 3**
 SE PrimCons = Sim
 E QS = 0
 ENTÃO Doença = Não diabetes!!! CNF 100%
- REGRA 4**
 SE PrimCons = Não
 E Etapa de glicemia sem jejum concluída = Não
 E Quantas vezes realizou o exame de glicemia sem jejum = 0
 ENTÃO Indicação de Procedimento = Realize o teste de glicemia sem jejum. CNF 100%
 Doença = DESCONHECIDO CNF 100%
 FimConsulta = Sim CNF 100%
- REGRA 5**
 SE PrimCons = Não
 E Etapa de glicemia sem jejum concluída = Não
 E Quantas vezes realizou o exame de glicemia sem jejum \geq 1
 E Glicemia sem jejum $<$ 100
 ENTÃO Doença = Não diabetes!!! CNF 100%
 Indicação de Procedimento = DESCONHECIDO CNF 100%
 FimConsulta = Sim CNF 100%
- REGRA 6**
 SE PrimCons = Não
 E Etapa de glicemia sem jejum concluída = Não
 E Quantas vezes realizou o exame de glicemia sem jejum \geq 1
 E Glicemia sem jejum \geq 100
 E Glicemia sem jejum $<$ 200
 ENTÃO Indicação de Procedimento = Realize o teste de glicemia com jejum. CNF 100%
 FimConsulta = Sim CNF 100%
 Doença = DESCONHECIDO CNF 100%
- REGRA 7**
 SE PrimCons = Não
 E Etapa de glicemia sem jejum concluída = Não
 E Quantas vezes realizou o exame de glicemia sem jejum = 1
 E Glicemia sem jejum \geq 200
 ENTÃO Indicação de Procedimento = Realize outro teste de glicemia sem jejum. CNF 100%
 Doença = DESCONHECIDO CNF 100%
 FimConsulta = Sim CNF 100%
- REGRA 8**
 SE PrimCons = Não
 E Etapa de glicemia sem jejum concluída = Não
 E Quantas vezes realizou o exame de glicemia sem jejum $>$ 1
 E Glicemia sem jejum \geq 200
 E Glicemia sem jejum 2 \geq 200
 ENTÃO Doença = Diabetes! CNF 100%
 FimConsulta = Sim CNF 100%
 Indicação de Procedimento = DESCONHECIDO CNF 100%

REGRA 9

SE PrimCons = Não
 E FimConsulta = Não
 E Etapa de glicemia com jejum concluída = Não
 E Quantas vezes realizou o exame de glicemia com jejum ≥ 1
 E Glicemia com jejum < 100
 ENTÃO Doença = Não diabetes!!! CNF 100%
 FimCons2 = Sim CNF 100%
 Indicação de Procedimento = DESCONHECIDO CNF 100%

REGRA 10

SE PrimCons = Não
 E FimConsulta = Não
 E Etapa de glicemia com jejum concluída = Não
 E Quantas vezes realizou o exame de glicemia com jejum ≥ 1
 E Glicemia com jejum ≥ 100
 E Glicemia com jejum ≤ 139
 ENTÃO Indicação de Procedimento = Realize o teste de tolerância à glicose. CNF 100%
 FimCons2 = Sim CNF 100%
 Doença = DESCONHECIDO CNF 100%

REGRA 11

SE PrimCons = Não
 E FimConsulta = Não
 E Etapa de glicemia com jejum concluída = Não
 E Quantas vezes realizou o exame de glicemia com jejum = 1
 E Glicemia com jejum ≥ 140
 ENTÃO Indicação de Procedimento = Realize outro teste de glicemia com jejum. CNF 100%
 Doença = DESCONHECIDO CNF 100%
 FimCons2 = Sim CNF 100%

REGRA 12

SE PrimCons = Não
 E FimConsulta = Não
 E Etapa de glicemia com jejum concluída = Não
 E Quantas vezes realizou o exame de glicemia com jejum > 1
 E Glicemia com jejum ≥ 140
 E Glicemia com jejum 2 ≥ 140
 ENTÃO Doença = Diabetes! CNF 100%
 FimCons2 = Sim CNF 100%
 Indicação de Procedimento = DESCONHECIDO CNF 100%

REGRA 13

SE PrimCons = Não
 E FimConsulta = Não
 E Etapa de glicemia com jejum concluída = Não
 E Quantas vezes realizou o exame de glicemia com jejum = 0
 ENTÃO Indicação de Procedimento = Realize o teste de glicemia com jejum. CNF 100%
 FimCons2 = Sim CNF 100%
 Doença = DESCONHECIDO CNF 100%

REGRA 14

SE PrimCons = Não
 E FimConsulta = Não
 E FimCons2 = Não
 E Teste de tolerância à glicose (TTG) < 140
 ENTÃO Doença = Não diabetes!!! CNF 100%

REGRA 15
 SE PrimCons = Não
 E FimConsulta = Não
 E FimCons2 = Não
 E Teste de tolerância à glicose (TTG) >= 200
 ENTÃO Doença = Diabetes! CNF 100%

REGRA 16
 SE PrimCons = Não
 E FimConsulta = Não
 E FimCons2 = Não
 E Teste de tolerância à glicose (TTG) >= 140
 E Teste de tolerância à glicose (TTG) <= 199
 ENTÃO Doença = Intolerância à glicose. CNF 100%

REGRA 17
 SE PrimCons = Não
 E Etapa de glicemia sem jejum concluída = Sim
 ENTÃO FimConsulta = Não CNF 100%

REGRA 18
 SE PrimCons = Não
 E FimConsulta = Não
 E Etapa de glicemia com jejum concluída = Sim
 ENTÃO FimCons2 = Não CNF 100%

REGRA 19
 SE PrimCons = Não
 E FimConsulta = Não
 E Etapa de glicemia com jejum concluída = Não
 E Quantas vezes realizou o exame de glicemia com jejum > 1
 E Glicemia com jejum >= 140
 E Glicemia com jejum 2 < 140
 ENTÃO Doença = DESCONHECIDO CNF 100%
 FimCons2 = Sim CNF 100%
 Indicação de Procedimento = Realize o teste de tolerância à glicose. CNF 100%

REGRA 20
 SE PrimCons = Não
 E Etapa de glicemia sem jejum concluída = Não
 E Quantas vezes realizou o exame de glicemia sem jejum > 1
 E Glicemia sem jejum >= 200
 E Glicemia sem jejum 2 < 200
 ENTÃO Doença = DESCONHECIDO CNF 100%
 FimConsulta = Sim CNF 100%
 Indicação de Procedimento = Realize o teste de glicemia com jejum. CNF 100%

As variáveis que possuem pergunta, definindo a interface com o usuário, são:

VARIÁVEIS	PERGUNTAS
Etapa de glicemia com jejum concluída	Já realizou toda a etapa de exames de glicemia com jejum?
Etapa de glicemia sem jejum concluída	Já realizou toda a etapa de exames de glicemia sem jejum?
Glicemia com jejum	Qual o resultado do primeiro teste de glicemia com jejum?
Glicemia com jejum 2	Qual o resultado do segundo teste de glicemia com jejum?
Glicemia sem jejum	Qual o resultado do primeiro teste de glicemia sem jejum?
Glicemia sem jejum 2	Qual o resultado do segundo teste de glicemia sem jejum?
PrimCons	É a primeira consulta?
QS	Quantas perguntas tiveram resposta SIM?

Quantas vezes realizou o exame de glicemia com jejum	Quantas vezes realizou o exame de glicemia com jejum?
Quantas vezes realizou o exame de glicemia sem jejum	Quantas vezes realizou o exame de glicemia sem jejum?
Teste de Tolerância à Glicose (TTG)	Qual o resultado do teste de tolerância à glicose?

Tabela 3.3: Relação das variáveis com pergunta da base de conhecimento

Nenhuma das variáveis listadas acima permitem ao usuário entrar com grau de confiança da resposta, pois não é necessário para essas perguntas.

3.2.0 PROTÓTIPO

O protótipo foi implementado na ferramenta de desenvolvimento Delphi 7. Para que fosse possível importar a base de conhecimentos desenvolvida ao protótipo foi necessária a utilização da VCL Expert SINTA.

O motivo que levou a desenvolver o protótipo em Delphi, ao invés de utilizar o próprio Shell Expert SINTA para realizar as consultas, foi para que se tornasse possível utilizar os dados obtidos na consulta para avaliações posteriores, armazenando-os em um banco de dados associado ao sistema, e utilizar também os dados clínicos dos pacientes contidos nesse banco de dados para responder, diretamente, algumas perguntas essenciais para que o sistema possa tirar as conclusões, não sendo mais necessário que ele as faça ao usuário.

O banco de dados do protótipo é composto de quatro tabelas: empresa, usuário, paciente, consulta. Sendo que entre a tabela de paciente e de consulta há um relacionamento 1 pra 1, e o campo utilizado para realizar esse relacionamento é o código do paciente. A estrutura do banco de dados encontra-se no Anexo A.

A seguir serão apresentadas as telas do protótipo e seu funcionamento.

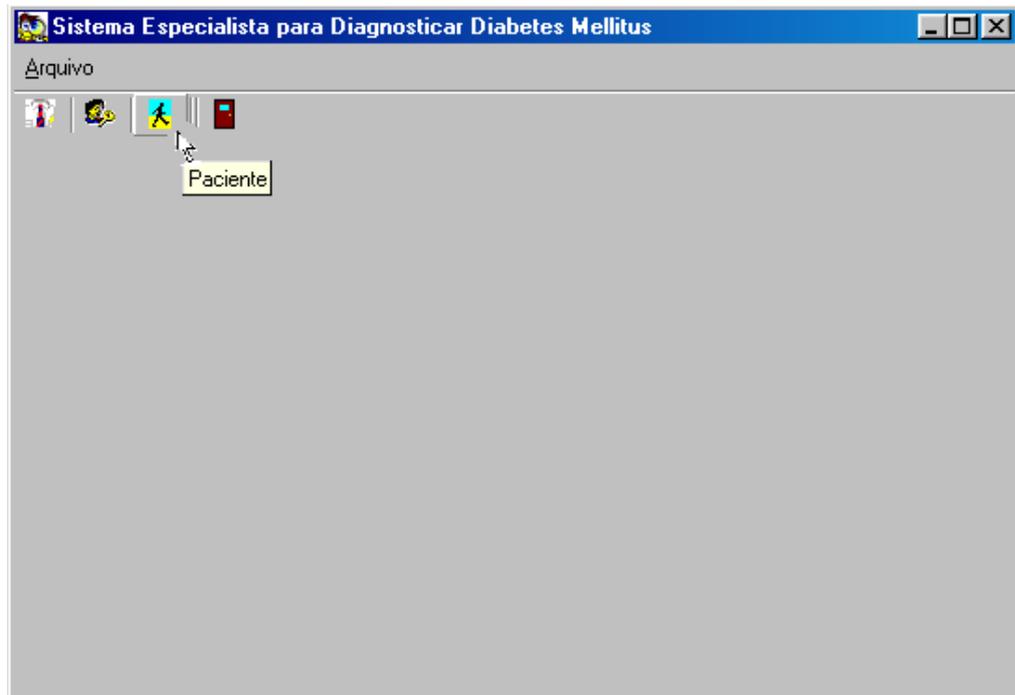


Figura 3.13: Tela principal do protótipo

Essa é a tela principal do sistema. Nela é possível cadastrar os dados da empresa, cadastrar dados de usuário e cadastrar dados dos pacientes, seja através da barra de ferramentas ou pelo menu “Arquivo”.

Figura 3.14: Cadastro da empresa

O objetivo de se cadastrar dados do usuário é para que possa ser desenvolvido, posteriormente, um controle de acesso ao banco de dados. Normalmente programas desse tipo são ligados em rede, onde a secretária do consultório, por exemplo, tem um nível de acesso mais baixo, cadastrando apenas os dados pessoais do paciente como nome, data de nascimento, filiação, endereço, telefone(s), etc., e o médico tem um nível de acesso mais alto, cadastrando os dados clínicos do paciente e podendo consultar o sistema especialista.

The screenshot shows a Windows application window titled "Usuário". The form contains the following fields and values:

Codigo	Nome	Dtnasc
0006	PAULA MOREIRA BARBOSA LOURENÇO	14/09/82
Pai		
PAULO AFONSO BARBOSA LOURENÇO		
Mae		
MARCELINA MARIA MOREIRA LOURENÇO		
Rua		Numero
Complemento	UF	Bairro
	MG	
Cidade	Cep	
BARBACENA	36200-000	
Fone1	Fone2	Fone3
() : -	() : -	() : -

At the bottom of the window, there are three buttons: "Esc - Sair", "F2 - Gravar", and an empty button.

Figura 3.15: Cadastro de usuário

Para excluir um usuário é necessário acessar o menu “Arquivo”, a opção “Usuário” e o sub-menu “Localizar”, selecionar qual usuário deseja excluir teclando “enter” e excluir apertando a tecla F9.

Para alterar dados de usuário é necessário acessar o mesmo menu para exclusão e selecionar o paciente, porém, basta editar os dados a serem alterados e apertar a tecla F2 para salvar as alterações.

A tela para controle de paciente possui um DBGrid que relaciona o nome de todos os pacientes com suas respectivas datas de nascimento e planos de saúde.



Figura 3.16: Tela de acesso à consulta ao especialista, alteração e inclusão de pacientes

É possível a busca tanto pelo nome como pelo código do paciente. Se a opção escolhida for “Alterar” a tela apresentada na figura 3.5 irá aparecer, e, com exceção do campo “Código”, todos os outros estarão habilitados para edição.

Alteração de Dados de Pacientes

Dados Pessoais | Dados Clínicos

Codigo: 000010 Nome: ALINE MOREIRA

Nascimento: 25/12/92 Plano: unimed Inclusao: 22/11/03

Pai: _____

Mae: _____

Rua: _____

Numero: _____ Complemento: _____ Bairro: _____

Cidade: _____ UF: _____ CEP: _____

Fone1: () - _____ Fone2: () - _____ Fone3: () - _____

Esc - Fechar F2 - Gravar F9 - Excluir

Figura 3.17: Alteração de dados de pacientes

A exclusão de algum registro de paciente é possível tanto apertando F9 na tela de alteração como apertando “Delete” no DBGrid da tela principal de pacientes.

Se a opção escolhida for “Incluir” a seguinte tela aparece:

A janela "Cadastro de Paciente" possui duas abas: "Dados Pessoais" (ativa) e "Dados Clínicos". O formulário contém os seguintes campos:

- Código: 000016
- Nome: []
- Nascimento: []
- Plano: []
- Inclusao: []
- Pai: []
- Mãe: []
- Rua: []
- Número: []
- Complemento: []
- Bairro: []
- Cidade: []
- UF: []
- CEP: []
- Fone1: [() - []]
- Fone2: [() - []]
- Fone3: [() - []]

Na barra de status inferior, há os botões "Esc - Sair" e "F2 - Gravar".

Figura 3.18: Inclusão de registro de paciente

Essa janela permite o cadastro dos dados pessoais e dos dados clínicos dos pacientes. O código do paciente é incrementado automaticamente, e ele não é acessível para alterações, nem mesmo na hora de incluir o paciente.

Se for escolhida a opção “Consultar Especialista” a tela representada na figura 3.7 se abrirá.

The image shows a software window titled "Consulta Especialista" with three tabs: "Dados Pessoais", "Dados Clínicos", and "Consulta". The "Consulta" tab is active. The interface is divided into four sections, each with a button and two text input fields:

- Primeira Consulta:** The button is highlighted. The "Indicação de Procedimento" field contains "Realize o teste de glicemia sem jejum." and the "Doença" field contains "DESCONHECIDO".
- Glicemia sem Jejum:** Both the "Indicação de Procedimento" and "Doença" fields are empty.
- Glicemia com Jejum:** Both the "Indicação de Procedimento" and "Doença" fields are empty.
- TTG:** Both the "Indicação de Procedimento" and "Doença" fields are empty.

At the bottom left, there is a button labeled "Esc - Fechar".

Figura 3.19: Consulta ao Sistema Especialista

Através do relacionamento entre a tabela de paciente e de consulta é possível armazenar os resultados obtidos na consulta de cada paciente, assim, quando ele voltar para uma nova consulta, os dados de todas as consultas anteriores serão visualizados automaticamente, conforme a figura 3.8.

Para concluir o diagnóstico do paciente, a consulta pode ter até quatro etapas, mas uma etapa sempre vai depender da etapa anterior, por exemplo, se a indicação de procedimento da primeira consulta for “Realize o teste de glicemia sem jejum” então o paciente será orientado pelo médico a realizar um exame de glicemia sem jejum, e assim

sucessivamente até que, se necessário, chegue à etapa de realização do TTG – Teste de Tolerância à Glicose – que é a última etapa da consulta.

The screenshot shows a software window titled "Consulta Especialista" with four tabs: "Dados Pessoais", "Dados Clínicos", "Consulta", and "Resultados". The "Consulta" tab is active. The form contains the following fields and values:

- Código do Paciente: 000024
- Indicação de Procedimento da Primeira Consulta: Realize o teste de glicemia sem jejum.
- Doença: DESCONHECIDO
- Indicação de Procedimento da Segunda Consulta: Realize o teste de glicemia com jejum.
- Doença: DESCONHECIDO
- Indicação de Procedimento da Terceira Consulta: (empty)
- Doença: (empty)
- Indicação de Procedimento da Quarta Consulta: (empty)
- Doença: (empty)

At the bottom, there are input fields for test results:

1° Teste de Glicemia Sem Jejum	210	2° Teste de Glicemia Sem Jejum	190
1° Teste de Glicemia Com Jejum	0	2° Teste de Glicemia Com Jejum	0
Teste de Tolerância à Glicose	0		

At the bottom left, there is a button labeled "Esc - Fechar".

Figura 3.20 Resultados de consultas já realizadas

O sistema sempre vai retornar para o usuário valores para *Indicação de Procedimento* e *Doença*, que são as variáveis objetivo do sistema, e sendo que um desses valores sempre será DESCONHECIDO. Isso ocorre porque a base foi gerada de modo que informe ou o diagnóstico da doença ou uma indicação de procedimento, sendo que a última sempre indicará a realização um determinado tipo de exame ou então o retorno após 1 mês para nova consulta.

O resultado da primeira consulta é obtido apenas através da análise, pelo sistema especialista, dos dados clínicos do paciente, sem fazer nenhuma pergunta direta ao usuário do sistema.

Na consulta de “Glicemia sem Jejum”, “Glicemia com Jejum” e “TTG”, há interação do usuário com o sistema, para que ele possa, através dos resultados obtidos nos exames realizados pelo paciente, tirar conclusões a respeito desses valores. Todas as outras respostas necessárias para a conclusão do diagnóstico serão obtidas pelo próprio sistema, sem a necessidade de interação com o usuário.

Consulta Especialista

SISTEMA ESPECIALISTA PARA DIAGNÓSTICO DE DIABETES MELLITUS

Quantas vezes realizou o exame de glicemia sem jejum?

Valor:

Qual o resultado do primeiro teste de glicemia sem jejum?

Valor:

Qual o resultado do segundo teste de glicemia sem jejum?

Valor:

Consultar

Esc - Fechar

Figura 3.21: Consulta de Glicemia sem Jejum

Após o usuário responder as perguntas feitas pelo sistema, basta que se dê um clique no botão “Consultar” e o resultado é mostrado na tela da figura 3.7.

Consulta Especialista

SISTEMA ESPECIALISTA PARA DIAGNÓSTICO DE DIABETES MELLITUS

Quantas vezes realizou o exame de glicemia com jejum?

Valor: 2

Qual o resultado do primeiro teste de glicemia com jejum?

Valor: 140

Qual o resultado do segundo teste de glicemia com jejum?

Valor: 190

Consultar

Esc - Fechar

Figura 3.22: Consulta de glicemia com jejum

Consulta Especialista

SISTEMA ESPECIALISTA PARA DIAGNÓSTICO DE DIABETES MELLITUS

Qual o resultado do teste de tolerância à glicose?

Valor: 160

Consultar

Esc - Fechar

Figura 3.23: Consulta do teste de tolerância à glicose

À medida que as consultas vão sendo realizadas e as etapas concluídas, os botões que dão acesso às consultas vão sendo desabilitados, como é mostrado na figura 3.11. Se, por exemplo, na consulta de “Glicemia sem Jejum”, o sistema retornar para o paciente, como

indicação de procedimento, que ele realize outro teste de glicemia sem jejum, o botão que dá acesso à consulta de “Glicemia sem Jejum” não será desabilitado até que ele retorne com o resultado do outro exame de glicemia sem jejum, e o sistema possa concluir ou uma doença ou então outro tipo de indicação de procedimento diferente de “Realize outro teste de glicemia sem jejum”.

Consulta Especialista

Dados Pessoais | Dados Clínicos | Consulta

Primeira Consulta

Indicação de Procedimento

Realize o teste de glicemia sem jejum.

Doença

DESCONHECIDO

Glicemia sem Jejum

Indicação de Procedimento

Realize o teste de glicemia com jejum.

Doença

DESCONHECIDO

Glicemia com Jejum

Indicação de Procedimento

DESCONHECIDO

Doença

Diabetes!

TTG

Indicação de Procedimento

Doença

Esc - Fechar

Figura 3.24: Botões desabilitados

Mesmo que o sistema chegue a conclusão da doença antes de chegar na quarta etapa, o(s) botão(ões) da(s) etapa(s) não consultada(s) fica(m) habilitado(s), deixando o médico à vontade para solicitar um exame adicional se achar necessário.

4 CONCLUSÕES

Foi desenvolvido neste trabalho um protótipo de um sistema especialista com a finalidade de auxiliar no diagnóstico do Diabetes Mellitus.

Os resultados obtidos com os sistema foram os esperados, ou seja, o sistema encontrou o diagnóstico certo com base em seus conhecimentos. Deve-se ressaltar que a dificuldade de obter informações dos especialistas na área não permitiu o desenvolvimento de uma base de conhecimentos completa.

Não é objetivo do sistema substituir o especialista humano, até porque os pontos contra a utilização de Sistemas Especialistas para apoio às decisões médicas são muitos. Se a base de conhecimentos for otimizada o sistema será útil para servir como uma memória adicional ao especialista humano, fazendo-o lembrar de casos não comuns.

A sugestão para trabalhos futuros é implementar o aprendizado do sistema, de modo que esse possa incrementar sua base de conhecimentos baseado nas conclusões que ele encontrar nas consultas realizadas. Outra sugestão é melhorar a base de conhecimentos para que o sistema possa ser capaz de prever qual a probabilidade que um paciente tem de desenvolver Diabetes Mellitus. E também desenvolver um aplicativo, com uma ótima base de

conhecimentos, que possa ser disponibilizado para médicos em uma página da internet, assim, os médicos que se interessassem “alugariam” o sistema, receberiam um login e uma senha e a consulta à base de conhecimentos seria feita pela internet.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- [BITTENCOURT, 2003] BITTENCOURT, Guilherme. **Sistemas Especialistas**. <<http://www.das.ufsc.br/gia/siesp/>> Acesso em 05 ago. 2003.
- [BOTELHO, 2003] BOTELHO, Júlia Maria Antunes Botelho. **Aspectos Clínicos e Epidemiológicos do Diabetes Mellitus**. Coordenadoria de Doenças e Agravos Não Transmissíveis - Superintendência de Epidemiologia/SES SUS – MG, 2003.
- [CARVALHO, 2001] CARVALHO, Luís Alfredo Vidal de. **Datamining – A Mineração de Dados no Marketing, Medicina, Economia, Engenharia e Administração**. São Paulo: Editora Érica, 2001.
- [CHAIBEN, 2003] CHAIBEN, Hamilton. **Inteligência Artificial na Educação**. <<http://www.cce.ufpr.br/~hamilton/iaed/iaed.htm>> Acesso em 05 ago. 2003.
- [FURNIVAL, 2003] FURNIVAL, Ariadne Chloë. **Delineando as limitações: Sistemas especialistas e conhecimento tácito**. <<http://www.ibict.br/cionline>> Acesso em 23 ago. 2003.
- [KELLER, 1991] KELLER, Robert. **Tecnologia de Sistemas Especialistas: Desenvolvimento e Aplicação**. Tradução: Reinaldo Castello. São Paulo: Makron Books, 1991.
- [LEVINE, 1988] LEVINE, Robert I., DRANG, Diane E., EDELSON, Barry. **Inteligência Artificial e Sistemas Especialistas – Aplicações e exemplos práticos**. Editora McGraw-Hill, 1988.
- [LIMA, 2003] LIMA, Melissa. **Diabetes Melitus**. <<http://www.padovan.agd.com.br/index.asp?modo=n&cod=246>> Acesso em 01 set. 2003.

- [LINARES, 1997] LINARES, Kathya Silvia Collazos. **Sistema Especialista Nebuloso para Diagnóstico Médico**, 1997. Monografia – Universidade Federal de Santa Catarina, UFSC, Santa Catarina.
- [MANCHINI, 2003] MANCHINI, Daniella Patrícia. PAPPÀ, Gisele Lobo. **Sistemas Especialistas**. <<http://www.din.uem.br/ia/intelige/especialistas/especialistas>> Acesso em 05 set. 2003.
- [MARIZ, 2003] MARIZ, Daniel. **Sistemas Especialistas Baseados em Regras de Produção**. <http://educa.iteci.com.br/adm_upload/imagens/sistemas_especialistas.htm/> Acesso em 23 ago. 2003.
- [MARTINS, 2003] MARTINS, Luciano. **Sou Diabético**. <<http://planeta.terra.com.br/servicos/maxicom/sites/soudiabetico/diabete.htm>> Acesso em 01 set. 2003.
- [MAZZAFERRI, 1988] MAZZAFERRI, Ernest L. **Endocrinologia**. Columbus, Ohio: Guanabara, 1988.
- [MENDES, 2003] MENDES, Raquel Dias. **Inteligência Artificial: Sistemas Especialistas no Gerenciamento da Informação**. <<http://www.ibict.br/cionline/260197>> Acesso em 07 ago. 2003.
- [PEROTO, 2003] PEROTO, Filipo Studzinski. **Modelagem do Conhecimento, Sistemas Especialistas e o Projeto SEAMED**. <<http://www.sbc.org.br/.../2001e1/cientificos.htm>> Acesso em 23 ago. 2003.
- [RABELLO, 2003] RABELLO, Roberto dos Santos. **Inteligência Artificial na Educação**. <www.upf.tche.br> Acesso em 21 ago. 2003.
- [SAÚDE, 1996] SAÚDE, MINISTÉRIO. **Diabetes Mellitus: Guia Básico para Diagnóstico e Tratamento**. Brasília, 1996.
- [SILVA, 2002] SILVA, Daniel Rodrigues da; POZZEBON, Eliane; ALMEIDA, Maria Aparecida Fernandes. **SEMAÇÃ – Sistema Especialista para Auxílio no diagnóstico de doenças da maçã e macieiras**, 2002. III Simpósio de Informática do Planalto Médio, UPF – Passo Fundo – RS.
- [SINTA, 1996] SINTA, Grupo. **Expert SINTA – Uma ferramenta visual para criação de sistemas especialistas – Versão 1.1 – Manual do Usuário**. – Laboratório de Inteligência Artificial/LIA – UFC – 1996.
- [SINTA, 1998] SINTA, Grupo. **Expert SINTA – Visual Component Library – Versão 1.1 – Manual do Desenvolvedor**. – Laboratório de Inteligência Artificial/LIA – UFC – 1998.

ANEXO A – ESTRUTURA DO BANCO DE DADOS

Tabela: Consulta

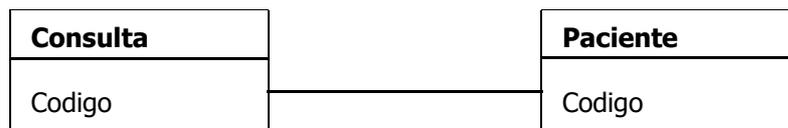
Colunas

Nome	Tipo	Tamanho
Codigo	Texto	6
PrimCons	Sim/Não	1
QS	Inteiro longo	4
IndProced1	Texto	50
Doenca1	Texto	50
IndProced2	Texto	50
Doenca2	Texto	50
IndProced3	Texto	50
Doenca3	Texto	50
IndProced4	Texto	50
Doenca4	Texto	50
GlicSemJejumConclui	Sim/Não	1
GlicComJejumConclui	Sim/Não	1
FimConsulta	Sim/Não	1
FimConsulta2	Sim/Não	1
GlicemiaSemJejum	Inteiro longo	4

GlicemiaSemJejum2	Inteiro longo	4
GlicemiaComJejum	Inteiro longo	4
GlicemiaComJejum2	Inteiro longo	4
ExameGlicSemJejum	Inteiro longo	4
ExameGlicComJejum	Inteiro longo	4
TTG	Inteiro longo	4

Relacionamentos

ConsultaPaciente



Atributos:

Cardinalidade:

Exclusivo, Não imposto

Um-para-um

Tabela: Empresa

Colunas

Nome	Tipo	Tamanho
Nome	Texto	40
Rua	Texto	30
Numero	Texto	6
Complemento	Texto	15
Bairro	Texto	25
Cidade	Texto	25
Cep	Texto	10
UF	Texto	2
Fone1	Texto	15
Fone2	Texto	15
Fone3	Texto	15
CNPJ	Texto	20
Inestadual	Texto	20
Nomefantasia	Texto	50

Tabela: Paciente**Colunas**

Nome	Tipo	Tamanho
Nome	Texto	50
Codigo	Texto	6
Data de Nascimento	Data/Hora	8
Plano	Texto	20
Pai	Texto	50
Mae	Texto	50
Rua	Texto	30
Numero	Texto	6
Complemento	Texto	12
Bairro	Texto	25
Cidade	Texto	30
UF	Texto	2
CEP	Texto	10
Fone1	Texto	15
Fone2	Texto	15
Fone3	Texto	15
Observação	Memorando	-
Inclusao	Data/Hora	8
Cansaco	Sim/Não	1
Emagrecimento	Sim/Não	1
FeridaCorpo	Sim/Não	1
Fraqueza	Sim/Não	1
Hereditariedade	Sim/Não	1
Obesidade	Sim/Não	1
Polidipsia	Sim/Não	1
Polifagia	Sim/Não	1
Poliuria	Sim/Não	1
ProbEmocional	Sim/Não	1
Tonteira	Sim/Não	1
Sedentarismo	Sim/Não	1
Visaoturva	Sim/Não	1

Relacionamentos**ConsultaPaciente**

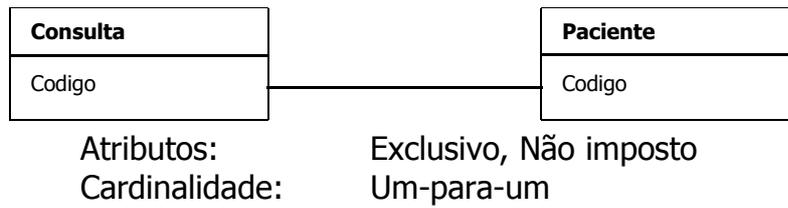


Tabela: Usuario

Colunas

Nome	Tipo	Tamanho
Codigo	Texto	5
Nome	Texto	50
Dtnasc	Data/Hora	8
Pai	Texto	50
Mae	Texto	50
Rua	Texto	30
Numero	Texto	6
Complemento	Texto	15
Bairro	Texto	25
Cidade	Texto	25
UF	Texto	2
Cep	Texto	10
Fone1	Texto	15
Fone2	Texto	15
Fone3	Texto	15