

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

**PROTÓTIPO DE UM SISTEMA ESPECIALISTA PARA
ELABORAÇÃO DE ROTEIROS TURÍSTICOS
PERSONALIZADOS.**

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

JULIANA MICHELE VICENTIN

BLUMENAU, JULHO/2000

2000/1-37

PROTÓTIPO DE UM SISTEMA ESPECIALISTA PARA A ELABORAÇÃO DE ROTEIROS TURÍSTICOS PERSONALIZADOS.

JULIANA MICHELE VICENTIN

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

BACHAREL EM CIÊNCIAS DA COMPUTAÇÃO

Prof. Roberto Heinzle — Orientador na FURB

Prof. José Roque Voltolini da Silva — Coordenador do TCC

BANCA EXAMINADORA

Prof. Roberto Heinzle

Prof. Oscar Dalfovo

Prof. Everaldo Artur Grahl

*A meus pais NELSON e LUZIA,
que são os alicerces de minha vida.*

AGRADECIMENTOS

A DEUS pela iluminação e força recebida para que fosse possível esta realização tão almejada em minha vida.

Ao meu orientador, professor Roberto Heinzle, pela dedicação, apoio e idéias que foram fundamentais na realização deste trabalho.

A meus colegas de curso, por estarem junto comigo em quase todas as batalhas.

Enfim a todos os amigos que sempre acreditaram em meus sonhos e em minha capacidade.

SUMÁRIO

AGRADECIMENTOS	iv
SUMÁRIO.....	v
LISTA DE FIGURAS	vii
RESUMO	ix
<i>ABSTRACT</i>	x
1 INTRODUÇÃO	11
1.1 OBJETIVOS.....	12
1.2 MOTIVAÇÃO.....	13
1.3 METODOLOGIA	14
1.4 LIMITAÇÕES.....	14
1.5 ESTRUTURA	14
2 SISTEMAS ESPECIALISTAS	15
2.1 CONCEITOS.....	15
2.2 CARACTERÍSTICAS.....	15
2.3 ABORDAGEM HISTÓRICA	16
2.4 COMPONENTES DE UM SISTEMA ESPECIALISTA	18
2.4.1 BASE DE CONHECIMENTOS	18
2.4.2 MECANISMO DE APRENDIZAGEM E AQUISIÇÃO DE CONHECIMENTO.....	19
2.4.3 MOTOR OU MÁQUINA DE INFERÊNCIA	20
2.4.4 SISTEMA DE CONSULTA	22
2.4.5 SISTEMA DE JUSTIFICAÇÃO	22
2.4.6 QUADRO NEGRO	23
2.5 REPRESENTAÇÃO DO CONHECIMENTO	23

2.6 SISTEMAS BASEADOS EM REGRAS DE PRODUÇÃO	24
2.6.1 RACIOCÍNIO E ENCADEAMENTO	26
2.7 FERRAMENTAS PARA DESENVOLVIMENTO	27
2.7.1 LISP	27
2.7.2 PROLOG.....	28
2.7.3 <i>SHELLS</i>	28
3 A <i>SHELL EXPERT SINTA</i>	30
3.1 UTILIZAÇÃO.....	31
3.1.1 CRIANDO UMA BASE DE CONHECIMENTO.....	34
3.2 HISTÓRICO.....	30
3.3 ARQUITETURA DE UM SISTEMA ESPECIALISTA NO <i>EXPERT SINTA</i>	42
4 APLICAÇÃO.....	44
4.1 AMBIENTE COMPUTACIONAL.....	44
4.2 AQUISIÇÃO DE CONHECIMENTO.....	45
4.3 DESENVOLVIMENTO DO SISTEMA ESPECIALISTA.....	46
4.4 ESPECIFICAÇÃO DO MÓDULO INTERFACE.....	46
4.5 UTILIZAÇÃO DO PROTÓTIPO	53
5 CONCLUSÃO	59
5.1 SUGESTÕES	59
ANEXO 1 - VARIÁVEIS	61
ANEXO 2 - VARIÁVEIS OBJETIVO	65
ANEXO 3 - REGRAS	66
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	71

LISTA DE FIGURAS

FIGURA 1 - COMPONENTES DE UM SISTEMA ESPECIALISTA	18
FIGURA 2 - TELA INICIAL DO <i>EXPERT SINTA SHELL</i>	31
FIGURA 3 - MENU PARA CRIAR NOVA BASE DE CONHECIMENTO	32
FIGURA 4 - TELA PRINCIPAL DA FERRAMENTA <i>EXPERT SINTA SHELL</i>	32
FIGURA 5 - MENU ARQUIVO	33
FIGURA 6 - MENU EXIBIR	33
FIGURA 7 - MENU SISTEMA	34
FIGURA 8 - MENU DEPURAR	35
FIGURA 9 - CRIAR VARIÁVEL.....	35
FIGURA 10 - INCLUIR VARIÁVEL.....	36
FIGURA 11 - INCLUIR VALOR	36
FIGURA 12 - DEFINIR VARIÁVEL OBJETIVO.....	37
FIGURA 13 - SELECIONAR VARIÁVEL OBJETIVO.....	37
FIGURA 14 - CRIAR REGRA	38
FIGURA 15 - JANELA DE CRIAÇÃO DE REGRA.....	38
FIGURA 16 - DEFINIR NOME DA REGRA.....	39
FIGURA 17 - INCLUIR PREMISA	39
FIGURA 18 - SELECIONAR PREMISA	39
FIGURA 19 - ALTERNAR PARA CONCLUSÃO.....	40
FIGURA 20 - EDITAR CONCLUSÃO DA REGRA.....	40
FIGURA 21 - REGRA PRONTA	40
FIGURA 22 - INFORMAÇÕES SOBRE A BASE DE CONHECIMENTO.....	41
FIGURA 23 - PERSONALIZAR INTERFACE	41
FIGURA 24 - ARQUITETURA DE UM SISTEMA ESPECIALISTA.....	42
FIGURA 25 - PALETA DE COMPONENTES <i>EXPERT SINTA SHELL</i> NO AMBIENTE <i>DELPHI 3</i>	44
FIGURA 26 - TELA INICIAL PARA ELABORAÇÃO DE UMA NOVA BASE DE CONHECIMENTO.....	45
FIGURA 27 - DIAGRAMA DE CONTEXTO	ERRO! INDICADOR NÃO DEFINIDO.
FIGURA 28 - DIAGRAMA DE FLUXO DE DADOS.....	ERRO! INDICADOR NÃO DEFINIDO.
FIGURA 29 - TELA INICIAL DO PROTÓTIPO	53
FIGURA 30 - MENU MANTER DADOS DOS PONTOS TURÍSTICOS	54
FIGURA 31 - MENU DE ACESSO AO REGISTRO DAS PREFERENCIAS DO TURISTA	54
FIGURA 32 - MENU DE ACESSO A ELABORAÇÃO DO ROTEIRO	55
FIGURA 33 - TELA DE AJUDA SOBRE O PROGRAMA	56
FIGURA 34 - TELA DE MANUTENÇÃO DOS PONTOS TURÍSTICOS	56
FIGURA 35 - REGISTRAR OPÇÕES DO TURISTA	57
FIGURA 36 - ELABORAR ROTEIRO.....	57

FIGURA 37 - OPÇÃO ELABORAR.....	58
FIGURA 38 - OPÇÃO IMPRIMIR E EXEMPLO DE ROTEIRO DE LOCAIS INDICADOS.	58

RESUMO

O objetivo deste trabalho é desenvolver um sistema especialista que ajude na elaboração de roteiros turísticos personalizados. O sistema especialista fará um levantamento das preferências do turista e o módulo de interface fornecerá um roteiro de locais que adaptem as preferências. Para o desenvolvimento do protótipo é utilizada a ferramenta *Expert SINTA Shell* e a linguagem de programação Delphi.

ABSTRACT

The objective of this work is to develop a specialist system, which assists in the elaboration of a personalized tour. The expert system will make a tourist preference survey and an interface module will provide a list of places that attend the preference tourist. The tool utilized to implement the prototype is the Shell Expert SINTA and the programming language is Delphi.

1 INTRODUÇÃO

Sistemas Especialistas são programas de computador que procuram atingir soluções de determinados problemas do mesmo modo que se supõe que os especialistas humanos resolvam, se estiverem sob as mesmas condições. Apesar das limitações das máquinas, é possível, atualmente, a construção de sistemas especialistas com alto grau de desempenho, dependendo da complexidade de sua estrutura e do grau de abrangência desejado [LIA1997].

Essas técnicas procuram simular, em um programa de computador, a forma como os mesmos especialistas humanos tomariam suas decisões para resolver uma determinada situação. O grau de eficiência destes sistemas depende diretamente de sua quantidade de conhecimento e da qualidade destes conhecimentos ([GIA1995] [HAR1988] [RIB1987]).

Uma arquitetura comum de sistemas especialistas é a que utiliza regras de produção. Essas regras são simplesmente um conjunto predeterminado de condições do tipo SE...ENTÃO... e representam algum conhecimento sobre um assunto, podendo ou não utilizar operadores lógicos como E, OU, NÃO ([HEI1995] [LIA1997]). Um exemplo de regra de produção é encontrado no quadro 1.

Quadro 1 – Exemplo de regra de produção

SE carne = vermelha **E** cor preferida = tinto **OU** temperatura = ambiente
ENTÃO melhor vinho = exemplo CNF 70;

De acordo com [HEI1995] o motor ou máquina de inferência é “o elemento do sistema especialista que é capaz de buscar na base o conhecimento necessário a ser avaliado em cada situação, direcionar o processo de raciocínio, gerenciar situações de incerteza e levar ao resultado final”.

Visando uma maior viabilidade econômica na implementação de um sistema especialista, e considerando-se que os sistemas compartilham uma máquina de inferência e outras características comuns de ambiente, foram criadas ferramentas, denominadas *shells*, aptas a fazer grande parte do trabalho necessário para transpor um sistema especialista para um computador. *Shells* é o nome de uma família de ferramentas que objetiva simplificar o

processo de construção de um sistema especialista. Estas ferramentas são melhor estudadas no capítulo 3.

Nos últimos anos as ferramentas *shells* tem sido cada vez mais utilizados para o desenvolvimento de sistemas especialistas. A procura pela utilização de ferramentas do tipo *shells* tem como causas fatores tecnológicos e econômicos-sociais, tais como: a dificuldade de acesso a especialistas humanos em algumas regiões e épocas, o armazenamento e formalização do conhecimento de muitos especialistas humanos, ferramenta de apoio a tomada de decisão por especialistas e imparcialidade nas tomadas de decisões.

Sistemas especialistas servem para fornecer um parecer final sobre uma situação em que tem-se de analisar e tomar uma decisão definitiva sobre um determinado assunto, assim sendo será utilizado sistemas especialistas para a seleção do perfil do turista para o qual será sugerido locais turísticos que satisfazem a suas preferências. Para a representação do conhecimento deste sistema especialista será utilizado regras de produção.

Pretende-se neste trabalho realizar uma pesquisa sobre sistemas especialistas baseados em regras de produção. Como resultado da pesquisa pretende-se implementar um sistema especialista para a auxilie na elaboração de roteiros turísticos de acordo com o perfil do turista, sendo utilizada a ferramenta *Expert SINTA Shell* para a elaboração do sistema especialista e o ambiente Delphi para a implementação do módulo de interface com uma base de dados. Para a especificação do módulo de interface será utilizada a análise essencial, sendo as etapas utilizadas na especificação o diagrama de contexto, o diagrama de fluxo de dados, o dicionário de dados.

1.1 OBJETIVOS

O trabalho proposto tem como objetivo principal desenvolver um sistema especialista para a elaboração de roteiros turísticos personalizados através de um sistema especialista. Os objetivos específicos incluem estudos sobre:

- a) sistemas especialistas baseados em regras de produção.
- b) ferramenta “*Expert SINTA Shell*”;
- c) formalização do conhecimento;

1.2 MOTIVAÇÃO

Alguns dos fatores que motivaram este trabalho foram o recente crescimento do número de trabalhos e pesquisas em Inteligência Artificial que procuram capturar e simular o comportamento de especialistas humanos, bem como a utilização de sistemas especialistas por empresas para auxiliar na resolução de problemas.

Outro motivo para o desenvolvimento deste trabalho foi a disciplina de Empreendedor em Informática na qual, através de um estudo sobre uma área para o estabelecimento de um empreendimento, observou-se a dificuldade existente em empresas ligadas ao turismo de elaborarem um roteiro turístico para cada um dos vários tipos de turistas que os procuram, já que eles tem gostos e padrões de vida diferentes e os roteiros tem que ser adaptados a estas diferenças. Para o desenvolvimento do produto observou-se que a utilização de sistemas especialistas seria um diferencial para o mesmo, além de existir uma verificada aceitação desta tecnologia no mercado.

Uma vez que o roteiro deve adequar-se as preferências e características do turista o especialista da área de turismo pode ter uma grande variedade de roteiros a elaborar, por exemplo o roteiro turístico elaborado para uma criança de dez anos e de classe média terá características diferentes do roteiro elaborado para uma mulher de aproximadamente trinta anos e de classe alta. A elaboração de um roteiro é um trabalho que exige bastante tempo, dedicação e informações para que o especialista desta área consiga concluir o roteiro satisfazendo as expectativas do turista.

Assim sendo, a importância deste trabalho está intimamente ligada a diversos fatores tecnológicos e econômicos-sociais, tais como: dificuldade de encontrar especialistas humanos em algumas regiões, o custo do trabalho destes profissionais, empecilhos para armazenar e formalizar o conhecimento dos especialistas, a demora no treinamento dos especialistas, bem como a uma grande demanda na área de turismo, gerando uma necessidade nas empresas de turismo de acelerar o processo de elaboração dos roteiros para atender a seus clientes. Existe, também, um grande interesse por parte das empresas de incorporar tecnologia de sistemas especialistas em seus ambientes de trabalho.

1.3 ESTRUTURA

O capítulo 1 apresenta a introdução do trabalho, com os objetivos, motivação, metodologia, limitações e a estrutura.

No capítulo 2 serão enfocados alguns conceitos, características dos sistemas especialistas, seus componentes, o histórico da sua evolução, as principais formas de representação do conhecimento, sistemas baseados em regras de produção e algumas ferramentas para desenvolvimento.

No capítulo 3 será apresentada a ferramenta “*Expert SINTA Shell*”, onde serão apresentadas as principais características, histórico, arquitetura, método de extração procedural do conhecimento, fatores de confiança e o gerenciamento da base.

No capítulo 4 é abordada a especificação e a implementação do protótipo para a elaboração de roteiros turísticos, também é mostrado como utilizar o mesmo.

O capítulo 5 relata as conclusões e sugestões para o aprimoramento do trabalho.

2 SISTEMAS ESPECIALISTAS

2.1 CONCEITOS

De acordo com [RIB1987] e [LEV1988] sistemas especialistas são sistemas de inteligência artificial projetados e desenvolvidos para resolver problemas de uma determinada área através do conhecimento do especialista humano da mesma e assim como este emitir uma decisão partir de uma base de informações com conhecimento justificado.

Conforme [LIA1997], “sistemas especialistas são programas de computador que procuram atingir soluções de determinados problemas do mesmo modo que se supõe que os especialistas humanos resolvam, se estiverem sob as mesmas condições”. Assim como um especialista humano deve ser capaz de emitir decisões justificadas acerca de um determinado assunto o sistema deve ser capaz de fazer o mesmo a partir de uma substancial base de conhecimentos. Para tomar uma decisão o especialista busca em sua memória conhecimentos prévios, formula hipóteses, verifica os fatos que encontra e compara-os com as informações já conhecidas e então emite a decisão.

Segundo [RAB1995] os “sistemas especialistas devem, também, ter habilidade para aprender com a experiência e explicar o que estão fazendo e porque o fazem. Esta última é uma das principais características que distinguem estes sistemas dos tradicionais sistemas de informação”.

De acordo com [WEI1988] um sistema especialista é aquele que lida com problemas complexos do mundo real que necessitam da análise e interpretação de um especialista humano e soluciona estes problemas através do uso de um modelo computacional do raciocínio de um especialista humano de forma a chegar as mesmas conclusões que este especialista chegaria caso se defrontasse com um problema semelhante.

2.2 CARACTERÍSTICAS

Segundo [RIB1997] os sistemas tradicionais são estabelecidos para resolverem problemas bem especificados que podem ser colocados de forma algoritmizada. Estes sistemas são projetados para sempre emitirem uma solução final correta e, também, possuem seus algoritmos planejados para processarem volumes de dados de maneira repetitiva. Um

sistema especialista caracteriza-se pela manipulação de informações compostas por fatos a respeito do assunto e de regras que descrevem estas relações. Este conjunto de informações compõem a chamada base de conhecimento, e os dados são ajustados contra ela. O processamento é feito em cima desta base de conhecimento. O sistema especialista processa, portanto, o conhecimento não existindo o processamento de dados típico de sistemas convencionais.

Conforme [HEI1995], outra característica própria dos sistemas especialistas e que os distingue dos sistemas tradicionais é a utilização de técnicas de inferência para manipular informações visando uma solução. O mecanismo de inferência utiliza estratégias genéricas para adquirir conhecimento, processá-lo, tirar conclusões e dar explicações a respeito do processo de raciocínio. Esta abordagem baseada em conhecimento oferece a possibilidade de separar o conhecimento que descreve o domínio do problema do código de procedimentos que examina este conhecimento.

Um sistema especialista tem seu funcionamento básico apoiado em heurística, por isto ele é a solução para problemas para os quais, na forma tradicional, não é possível fazer-se um algoritmo ou, se feito, irá obrigar a um processamento muito demorado para a obtenção de solução. Deve-se buscar um processo heurístico para a solução. Um processo heurístico normalmente conduz a soluções de maneira rápida, porém eventualmente pode não conduzir a solução alguma [RIB1987]. Quando fala-se em não conduzir a solução alguma é necessário ressaltar que todo sistema especialista deve chegar a uma conclusão final, mesmo que esta conclusão seja a de não haver solução para o problema levantado.

2.3 ABORDAGEM HISTÓRICA

No início da década de 1960 começaram os primeiros trabalhos nos sistemas que hoje são chamados de especialistas. Inicialmente pretendia-se construir máquinas inteligentes com grande poder de raciocínio e solução de problemas. imaginava-se que a partir de um pequeno conjunto de normas ou regras de raciocínio introduzidas num poderoso computador criariam-se sistemas de capacidade superior a humana. Não tardou para que os pesquisadores observassem o engano e verificassem as reais dimensões do trabalho.

Em 1964 foi construído o DENDRAL, por Joshua Lederberg da Universidade de Stanford. O DENDRAL a partir de um determinado conjunto de dados como massa espectrográfica e ressonância magnética, deduz a possível estrutura de um determinado composto químico. Este programa era do tipo algorítmico. Foi construído em LISP e mostrou a viabilidade dos sistemas especialistas. Em 1968, surge no MIT – *Massachusetts Institute of Technology*, o MACSYMA, destinado a auxiliar matemáticos na resolução de problemas complexos. O programa foi originalmente elaborado por Carol Engleman, William Martin e Joel Mores.

Nos anos 70, surgiu o CASNET (*Casual Associational Network*), para diagnósticos de glaucoma, doença que aumenta a tensão intra-ocular e que pode trazer perturbações visuais transitórias ou definitivas. O CASNET deu origem ao EXPERT, uma ferramenta para construção de sistemas especialistas. Foi desenvolvido ainda, o MYCIN na Stanford University, um sistema especialista para fornecer conselhos sobre o tratamento de doenças infecciosas, particularmente meningite e infecções que envolvem bactérias no sangue. O MYCIN deu origem ao EMYCIN, uma *shell* para desenvolvimento de sistemas especialistas. Ele tem sido utilizado para desenvolver sistemas especialistas na área médica e em diagnósticos nas mais diferentes áreas. Um outro produto do MYCIN foi o TEIESIAS, uma ferramenta para construção de grandes bases de conhecimento, ajudando a transferir o conhecimento de especialistas para a base de conhecimento.

Surgiu ainda um sistema para auxiliar na exploração de minerais chamado de PROSPECTOR, desenvolvido por Richard Duda, Peter Hard e Reneh Reboh. O objetivo principal do sistema é apoiar um geólogo que esteja nas fases iniciais de uma exploração ou prospecção. O usuário informa as principais características da prospecção, como tipo de rocha, minerais, entre outros, e o programa usa as informações para tentar satisfazer os seus modelos internos para chegar a conclusões relacionadas a existência e viabilidade de exploração de certos tipos de minerais.

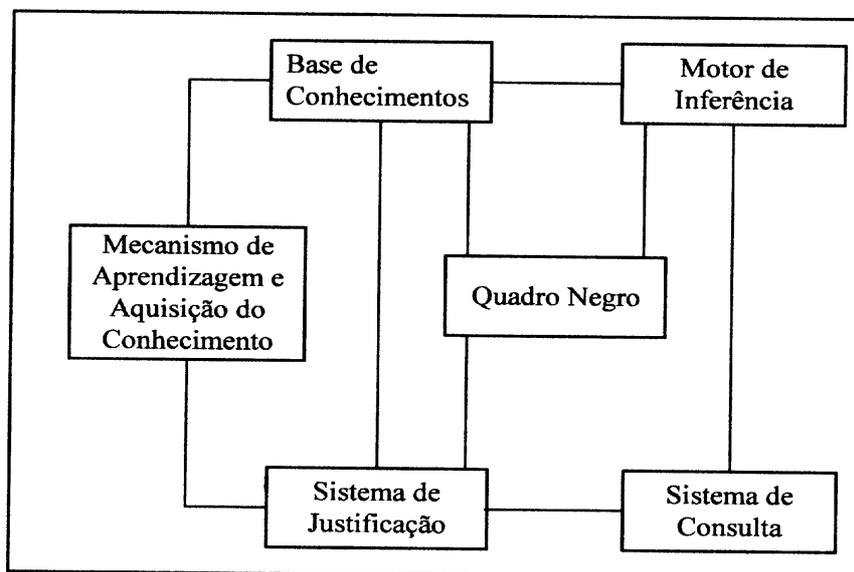
No Brasil, a Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro, desenvolveu, nos anos 80, importantes trabalhos com sistemas especialistas. O principal resultado da universidade nesta área é um sistema chamado SAFO cuja finalidade é a demonstração de teoremas matemáticos. Outra referência histórica no Brasil, é o Instituto Militar de Engenharia que há alguns anos vem desenvolvendo sistemas de recuperação em grandes bases de conhecimentos.

Quanto aos produtos comerciais brasileiros vale citar o surgimento, também nos anos 80, do sistema PATER. Este produto é um software para a construção de sistemas especialistas de caráter geral e foi projetado para utilização em micro-computadores [HEI1995].

2.4 COMPONENTES DE UM SISTEMA ESPECIALISTA

Conforme [RAB1995], “a composição de um sistema especialista sofre influências, as mais diversas, desde a generalidade pretendida, os objetivos que motivaram sua construção, a representação interna do conhecimento e as implementações usadas”. Entretanto, o modelo geral de arquitetura apresentada por um grande número de autores é mostrado na figura 1. Também na terminologia empregada há diferenças entre os autores, mas de uma forma geral o sistema é constituído de seis elementos básicos que são: base de conhecimentos, mecanismo de aprendizagem e aquisição de conhecimento, máquina ou motor de inferência, sistema de justificação, sistema de consulta e quadro negro.

Figura 1 - Componentes de um sistema especialista



Fonte: [HEI1995], p.13

2.4.1 BASE DE CONHECIMENTOS

Conforme [RAB1995] a base de conhecimento, a parte mais importante de todo sistema especialista. Ela contém o conhecimento propriamente dito, representado sob a forma de regras de produção, quadros, rede semânticas ou outra forma qualquer. A forma de representação do conhecimento afeta diretamente o desenvolvimento, a eficiência e a manutenção dos sistemas especialistas. As regras de produção são a forma mais utilizada para representar o conhecimento, sendo compostas de premissa e conclusão (na forma 'IF <premissa(s)> THEN <conclusão(ões)>', onde premissa e conclusão são proposições lógicas) ([LIA1997] [HEC1998]). A popularidade das regras de produção pode ser devida a fatores como a facilidade de encapsulamento do conhecimento e expansão do sistema especialista por desenvolvimento incremental, a facilidade na construção do módulo de construção do módulo de explicação e a facilidade para explicar ao especialista a estrutura de conhecimento que tenta-se extrair dele [HEC1998].

A fase de construção da base de conhecimento de um sistema especialista, freqüentemente chamada de engenharia de conhecimento, é uma das mais complexas na implementação pois o conhecimento de um especialista não se encontra formalizado, precisando portanto de um trabalho prévio para tal. A base de conhecimentos está interligada com quase todos os demais elementos do sistema, especialmente com a máquina de inferência, o mecanismo de aprendizagem e aquisição do conhecimento e quadro negro.

[GEN1986] diz que "a base de conhecimentos de um sistema especialista compreende o conhecimento de uma área específica. É constituída de fatos sobre este domínio e regras que descrevam relações deste domínio. As regras podem ser heurísticas que permitam resolver problemas dentro do domínio de conhecimento específico a que se destina o sistema especialista".

A base de conhecimento dá as características de funcionamento do sistema. Este terá o conhecimento do que for colocado na sua base de conhecimento, isto é, se ela for projetada para receber as informações de uma determinada ciência, o sistema será especialista nesta ciência [RIB1987].

2.4.2 MECANISMO DE APRENDIZAGEM E AQUISIÇÃO DE CONHECIMENTO

Os sistemas especialistas devem possuir meios que permitam ampliar, alterar ou atualizar o seu conhecimento. Geralmente existe um módulo no sistema que se utiliza de recursos como editores de textos e classificadores, que permitem adequar ou formatar o conhecimento para ser introduzido na base de conhecimentos [HEI1995].

Conforme [GEN1986], “a aquisição de conhecimento é o processo de extração e formalização do conhecimento de um perito para uso em um sistema especialista. Exemplos de conhecimento são descrição de objetos, identificação de relacionamentos e explanação de procedimentos”.

[LEV1988] escreve que a fase de aquisição de conhecimento é a que apresenta maior dificuldade devido a inexistência de uma linguagem comum de entendimento entre as partes envolvidas no projeto. O especialista, em geral, não tem suas idéias organizadas usando processos indutivos ou dedutivos na obtenção de soluções. Desta forma cabe ao engenheiro de conhecimento tentar organizar estes elementos e obter as informações necessárias.

A tarefa de extrair o conhecimento e utilizá-lo adequadamente é bastante complexa. Este aspecto tem sido motivo de intensas pesquisas visando a simplificação e otimização deste processo. Segundo [RAB1995] “a aquisição do conhecimento tende a caracterizar áreas de pesquisa específicas nas universidades e centros de pesquisa, geralmente ligadas à engenharia do conhecimento. Obter o conhecimento é a parte mais crítica da construção de um sistema especialista”.

Segundo [RIC1993], o processo convencional, ou seja, entrevistas com o especialista, formalização e introdução do conhecimento na base, é caro e lento e que vale a pena procurar maneiras mais automatizadas de construir bases de conhecimentos. Afirma ainda que embora já existam muitos programas úteis que interagem com os especialistas para extrair conhecimento especializado com eficiência, ainda não existe nenhum sistema de aquisição de conhecimento totalmente automatizado.

2.4.3 MOTOR OU MÁQUINA DE INFERÊNCIA

O processo de inferência está diretamente associado com a estrutura utilizada para o armazenamento do conhecimento. Entretanto, de forma geral, pode-se afirmar que o processo envolve um encadeamento lógico que permite tirar conclusões a partir do conhecimento existente. Conforme [HEI1995], “o motor de inferência é portanto, o responsável pela ação repetitiva de buscar, analisar e gerar novos conhecimentos”.

Para [GEN1986], “a tarefa do mecanismo de inferência é selecionar e então aplicar a regra mais apropriada em cada passo da execução do sistema especialista, o que contrasta com técnicas de programação convencional, onde o programador seleciona a ordem na qual o programa deverá executar os passos, ainda em tempo de programação”.

Nos sistemas de avaliação de regras, o mecanismo de inferência busca as regras na base de conhecimento e as avalia. Essa busca depende dos fatos e das hipóteses que existem e que se quer determinar a cada momento. Os objetivos a serem determinados pelo sistema de inferência devem ser relacionados com uma determinada ordem. Essas relações podem ser guardadas sob a forma de grafos, mas normalmente isto se fará na forma de uma árvore que determinará os objetivos que o sistema de inferência deverá procurar.

Assume-se que o programa está sempre tentando identificar algum objetivo. Ele recupera todas as regras necessárias para a obtenção de um desses objetivos. Para atender a um objetivo, algumas vezes é necessário determinarem-se submetas e para atender a estas novas regras serão buscadas e avaliadas, determinando novas submetas, e assim por diante. Isto irá gerar um processo de avaliação que irá ser dependente dos fatos que encontra.

A busca de regras é feita de maneira automática para que uma meta ou submeta seja atingida. Entretanto, existem casos em que a resposta pode ser obtida de maneira mais imediata e, nesses, casos, são estabelecidas estratégias de avaliação imediata, evitando todo o processo natural de busca e avaliação de regras. Algumas dessas estratégias consistem em recuperar todas as regras necessárias para se chegar a uma submeta. Nessas regras, procuram-se determinar todas as cláusulas com certeza de 100% e avaliar imediatamente essas regras, com o que é corretamente conhecido. Essa busca pode ser feita em uma sequência de regras, e o resultado é chamado de caminho único [RIB1987].

Outra estratégia usada consiste em o mecanismo de inferência proceder antes à busca das novas regras que foram causadas pela necessidade de se atender a uma meta, e avaliar essas regras a serem pesquisadas. Como os atributos são encontrados em diversas regras, o valor de uma cláusula já pode ter sido estabelecido. Esse valor, sozinho, permite determinar antecipadamente que a premissa da regra é falsa, e que não há razões para novas buscas.

2.4.4 SISTEMA DE CONSULTA

Os usuários de sistemas especialistas interagem de forma intensa com o sistema pois além de receberem dele as conclusões alcançadas também participam ativamente do processo de inferência e da construção da base de conhecimentos. Estes sistemas devem portanto oferecer bons recursos de comunicação que permitam, até ao usuário sem conhecimentos computacionais, tirar proveito dos mesmos [HEI1995].

Ainda segundo [HEI1995], aspectos internos dos sistemas, terminologia computacional devem ser evitados e detalhes técnicos relativos a implementação devem ser transparentes ao usuário. A linguagem a ser utilizada deve ser orientada para o problema ou para a área do especialista e o mais perto possível da linguagem natural.

A maioria dos sistemas existentes usam técnicas simples de interação com o usuário, quase sempre utilizando perguntas já pré-formatadas e resposta tipo múltipla escolha. Outra técnica é a definição de uma gramática sintética simples com um vocabulário restrito e limitado, própria para utilização no sistema.

2.4.5 SISTEMA DE JUSTIFICAÇÃO

O módulo de justificação tem a função de esclarecer o usuário a respeito de uma conclusão apresentada pelo sistema ou ainda explicar por que uma pergunta está sendo feita. Ele é na verdade um recurso de questionamento fornecido ao usuário.

A justificação é um requisito importante dos sistemas especialistas. Em muitos dos domínios nos quais os sistemas operam, as pessoas não aceitam resultados se estes não estiverem devidamente justificados. Na medicina, por exemplo, onde um médico tem a responsabilidade final por um diagnóstico, certamente um sistema teria que mostrar os motivos que o levaram a alcançar uma determinada conclusão [HEI1995].

Segundo [RIB1987] este módulo interage com o usuário esclarecendo-o de como o sistema chegou a determinada conclusão, ou por que está fazendo determinada pergunta. Utiliza diversos recursos e estruturas próprias para atender ao seu objetivo, mostrando que regras e que fatos foram usados na base de conhecimento, sempre que isso for solicitado por quem utiliza o sistema.

2.4.6 QUADRO NEGRO

Conforme [RIB1987] o quadro-negro, também denominado rascunho, é uma área de memória onde o sistema vai gravando e apagando os dados que vai usando, no processo de inferência, até chegar a uma solução. Para se chegar a uma solução, há necessidade de se avaliarem regras que são recuperadas da base de conhecimento para uma área de trabalho na memória, nesse local essas regras são ordenadas periodicamente em uma nova ordem para serem avaliadas. Durante essa avaliação deve-se verificar fatos e hipóteses e também há necessidade de uma área onde são guardados os valores das variáveis para se trabalhar tais fatos e hipóteses. As conclusões dessas regras irão gerar novos fatos e novas hipóteses que precisam ser guardados temporariamente durante o processo de inferência, em algum local. Essa área na memória usada para a execução das operações descritas acima chama-se quadro-negro ou rascunho.

2.5 REPRESENTAÇÃO DO CONHECIMENTO

Para que um sistema especialista possa resolver problemas é imprescindível que esteja associado a ele um razoável volume de conhecimentos relativos ao domínio do problema [HEI1995]. Este conhecimento, por sua vez, deve ser transformado em organizadas estruturas de dados que permitam a sua utilização pelo computador e ao mesmo tempo sejam facilmente administradas pelo especialista e usuário do sistema.

De forma geral, pode-se afirmar que representa-se o conhecimento para posteriormente recuperá-lo, para raciocinar com ele e para adquirir mais conhecimento. A representação do conhecimento é a formalização do conhecimento do sistema. Para que isto seja possível existem técnicas que permitem modelar o conhecimento de forma eficiente e deixá-lo pronto para ser acessado facilmente.

As formas mais comuns de representação do conhecimento são:

a) redes semânticas: foram originariamente desenvolvidas para modelagem psicológica da memória humana, constituindo-se agora num método de representação padrão. Podem ser ilustradas por diagramas que contém nós e arcos;

b) quadros ou *frames*: este tipo de representação, organiza conhecimento de maneira a tornar evidente a compreensão de como a inferência pode ser feita. Ajuda o sistema a interpretar significado de acordo com o contexto e provê o armazenamento de detalhes associados com ele para inferir objetos. Um quadro consiste de uma coleção de indicadores que descrevem aspectos da situação, ação, objeto ou evento;

c) lógica das proposições e dos predicados: na lógica das proposições, será atribuído o valor lógico verdadeiro se as informações disponíveis permitirem tirar esta conclusão a respeito de uma proposição; caso contrário é atribuído o valor falso. Para se trabalhar com várias proposições utiliza-se operadores de conexão para assim obter as chamadas proposições compostas e aumentar a capacidade de expressão. A lógica dos predicados também permite que as expressões tenham variáveis. Com as variáveis consegue-se generalizar declarações sobre classes ou entidades;

d) regras de produção: o termo “sistemas de produção” é atualmente usado para descrever os sistemas que têm em comum o fato de serem constituídos de um conjunto de regras para descrever condições e ações. As regras são armazenadas como uma coleção de declarações SE - ENTÃO (SE <premissas> ENTÃO <conclusões>).

2.6 SISTEMAS BASEADOS EM REGRAS DE PRODUÇÃO

Para [RIB1987], “uma regra é um par ordenado de símbolos, com um lado esquerdo e um lado direito. O conjunto de regras é predeterminado e ordenado, e representa algum conhecimento sobre um assunto. A base de dados é uma coleção de informações sobre fatos e hipóteses que já foram informados como válidos para serem usados. O interpretador é um mecanismo simples de operadores para percorrer o lado esquerdo de cada regra, até encontrar-se uma que possa ser ajustada com um ou mais fatores e hipóteses da base de dados”.

Quando há ajuste, o lado direito da regra é verificado e executado dando por terminada a avaliação dessa regra, continuando-se com a próxima regra. E tudo começa novamente até se atingir um objetivo ou situação preestabelecida.

Num sistema baseado em regras de produção o conhecimento a ser processado é representado através do uso de regras com uma arquitetura previamente definida. Estas regras utilizam um par condição - ação onde as condições são premissas e a ação é a conclusão.

No processo de inferência o sistema busca uma primeira regra arbitrariamente, ou em alguns casos aquela predefinida como uma regra inicial, e tenta atender as premissas da regra. As premissas descritas na regra são apresentadas ao usuário em forma de questionamentos. As respostas fornecidas pelo usuário são então armazenadas na lista de verdades fazendo com que estas informações fiquem disponíveis ao longo do processo de raciocínio e possam ser utilizadas para a validação de outras regras. Se as respostas fornecidas pelo usuário atenderem as premissas da regra e a regra contiver na sua parte conclusiva uma solução para o problema o processo de inferência estará concluído com sucesso [HEI1995].

Se, por outro lado, a regra não permitiu alcançar uma solução para o problema, o sistema seguirá avaliando regras, sempre acumulando o conhecimento adquirido ao longo do processo na sua lista de verdades, O processo continua até que seja alcançada uma regra que leve à solução do problema, ou quando não for mais possível continuá-lo.

Um exemplo de um pequeno conjunto de regras para diagnósticos de problemas em veículos, extraído de [HEI1995], é mostrado abaixo.

Regra 1

SE tem combustível no tanque

E tem combustível no carburador

ENTÃO o motor recebe combustível

Regra 2

SE o motor recebe combustível

E o motor vira

ENTÃO o problema é nas velas

Regra 3

SE o motor não vira

E as lâmpadas não acendem

ENTÃO o problema é na bateria ou nos cabos

Regra 4

SE o motor não vira

E as lâmpadas não acendem

ENTÃO o problema é o motor de partida

Observa-se no exemplo apresentado que existe um encadeamento lógico entre as regras. Esta rede de encadeamento é chamada de árvore de busca. O raciocínio com regras de produção envolve, portanto, a aplicação de um algoritmo para fazer a busca dos possíveis caminhos da árvore. Este algoritmo, por sua vez, deve oferecer recursos para que o usuário possa optar por estratégias diferenciadas de raciocínio ou encadeamento.

2.6.1 RACIOCÍNIO E ENCADEAMENTO

[WEI1988] cita dois métodos de encadeamento para regras de produção, que são:

a) encadeamento progressivo: também chamado de encadeamento para-frente ou *forward*. Este encadeamento vai da conclusão de uma regra para as premissas de outra regra. O sistema não se inicia com quaisquer dos objetivos definidos, isto é, ele não tem nenhum subgrupo inicial de regras de realização que estabeleça um ponto de partida. Ao contrário, o sistema inicia com um subconjunto de evidências e prossegue invocando as regras de realização na direção para frente, continuando até que não haja mais regras de realização a serem invocadas;

b) encadeamento regressivo: também chamado de *backward* ou para-trás. O encadeamento regressivo difere do encadeamento progressivo pelo fato de que inicia numa conclusão e passa então a usar as regras para provar esta conclusão. O sistema tem um conjunto de objetivos iniciais, e as regras são invocadas em ordem inversa.

O sistema começa examinando um conjunto limitado de regras de realização em cujos lados direitos estão os objetivos. Na área médica, por exemplo, eles poderiam ser o conjunto de diagnósticos finais. O sistema então prossegue com o exame do lado esquerdo das regras para ver quais objetivos estão satisfeitos. Enquanto as premissas são examinadas neste desenrolar de volta, algumas delas (do lado esquerdo das regras) permanecem ignoradas e, portanto, elas se transformam em novos subobjetivos. Se um subobjetivo é desconhecido, uma pergunta deve ser feita para determinar o estado correspondente.

2.7 FERRAMENTAS PARA DESENVOLVIMENTO

Existem uma série de ferramentas próprias para o uso de técnicas de inteligência artificial, porém pode-se usar qualquer boa linguagem de programação para se construir sistemas inteligentes. Há, também, as ferramentas *shells* que visam simplificar a construção e gerência da base de conhecimentos nos sistemas especialistas. Estas ferramentas geralmente possuem recursos internos que facilitam a construção de mecanismos para a inferência, ou permitam processar listas, que são fatores fundamentais em um sistema especialista.

2.7.1 LISP

LISP, uma abreviação de “*List Processing*”, é uma linguagem de programação que foi criada por John McCarthy em 1958 no MIT – *Massachusetts of Intitute of Technology*. Originalmente a linguagem destinava-se à computação simbólica tendo sido posteriormente estendida e refinada para atender às necessidades dos programas na área de inteligência artificial.

LISP é usada principalmente pela comunidade científica americana de pesquisas em Inteligência Artificial, há bastante tempo. Por esse motivo é uma linguagem bastante experimentada, e com bastante confiabilidade e eficiência de desempenho. Muitas das ferramentas mais específicas de Inteligência Artificial são desenvolvidas em LISP. Esta linguagem foi utilizada por John McCarthy em 1960, para possibilitar a implementação dos seus principais conceitos. Implementa alguns dos princípios que caracterizam uma linguagem funcional, onde deve-se ter um conjunto de funções primitivas poderosas que permitam que se escreva novas funções mais poderosas que as primeiras, que também passarão a pertencer ao conjunto de funções iniciais que irão gerar novas funções. Logo nesta filosofia de

funcionamento, não existe dependência da máquina, apenas dependência de conceitos matemáticos. Por isso o LISP é considerado uma linguagem funcional se tem como característica principal manusear listas e símbolos.

2.7.2 PROLOG

PROLOG, uma abreviação de “*Programing in Logic*”, é uma linguagem de programação nascida em Edimburgo, na Escócia, no início da década de 1970. Inicialmente sua utilização ficou restrita a algumas universidades e centros de pesquisa europeus.

PROLOG é usada principalmente pela comunidade científica europeia e japonesa que estuda Inteligência Artificial. É uma linguagem apoiada em princípios de lógica matemática e foi escolhida pelos japoneses como a linguagem básica de desenvolvimento dos computadores do projeto 5G (Quinta geração). Por isso, tem recebido grande impulso nos últimos anos. Apesar de relativamente nova, vários projetos de Inteligência Artificial vem sendo desenvolvidos nesta linguagem. A PROLOG tem uma nova filosofia de programação, que consiste em se definirem apenas as relações e fatos para o que se deseja fazer. Como o fazer é um problema da estrutura de controle da própria linguagem. Já existem versões desta linguagem sendo comercializadas, e várias ferramentas mais específicas de Inteligência Artificial, tem sido desenvolvidas mais recentemente nesta linguagem, inclusive na própria comunidade americana. Assim como o LISP, também manuseia listas e símbolos. Como uma primeira linguagem de uma nova filosofia, espera-se ainda muita evolução [R1B1987].

2.7.3 SHELLS

Shells é o nome dado a uma família de ferramentas, não linguagens de programação, que objetivam apoiar e simplificar o processo de construção de sistemas especialistas. São softwares que contêm alguns dos principais elementos de um sistema especialista, tais como, o motor de inferência, o justificador e outros. Estas ferramentas também pré-definem a estruturação do conhecimento a ser utilizada pelo sistema. Ao projetista do sistema especialista usuário de uma *shell* cabe apenas a tarefa de construir a base de conhecimentos.

Nos primeiros sistemas especialistas desenvolvidos construía-se todos os módulos do sistema antes que fosse criada a base de conhecimentos sobre a qual o sistema iria agir. Posteriormente, observou-se que muitos deles tinham em comum alguns destes módulos, pois

eles eram construídos como um conjunto de representações declarativas, especialmente em forma de regras, que eram combinadas com um interpretador destas representações [HEI1995]. Assim, constatou-se que seria possível criar sistemas genéricos que poderiam ser usados para criar novos sistemas especialistas pela simples adição ou criação da base de conhecimentos correspondente ao domínio do problema. Estes sistemas de uso genérico receberam o nome de *shells*.

As primeiras *shells* surgiram a partir dos sistemas especialistas MYCIN, PROSPECTOR e CASNET, dos quais foram retiradas as bases de conhecimento específicas, dando origem, respectivamente, as *shells* EMYCIN, KAS e EXPERT. Atualmente existem muitas destas ferramentas comercialmente disponíveis que servem de apoio a muitos sistemas especialistas em desenvolvimento. Elas suportam vários dos mecanismos de raciocínio e utilizam as representações de conhecimento e interfaces para bancos de dados de sistemas convencionais.

3 A SHELL EXPERT SINTA

O *Expert SINTA* é uma ferramenta computacional que utiliza técnicas de inteligência artificial para geração automática de sistemas especialistas. Esta ferramenta utiliza um modelo de representação do conhecimento baseado em regras de produção e probabilidades, tendo como objetivo principal simplificar o trabalho de implementação de sistemas especialistas através do uso de uma máquina de inferência compartilhada, da construção automática de telas e menus, do tratamento probabilístico das regras de produção e da utilização de explicações sensíveis ao contexto da base de conhecimento modelada. Um sistema especialista baseado em tal tipo de modelo é bastante útil em problemas de classificação. O usuário responde a uma seqüência de menus, e o sistema encarregar-se-á de fornecer respostas que se encaixem no quadro apontado pelo usuário. Como exemplos, têm-se sistemas de diagnósticos médicos e configuração de redes de computadores [LIA1997].

Entre outras características inerentes ao *Expert SINTA*, têm-se:

- a) utilização do encadeamento para trás (*backward chaining*);
- b) utilização de fatores de confiança;
- c) ferramentas de depuração;
- d) possibilidade de incluir ajudas on-line para cada base.

3.1 HISTÓRICO

O *Expert SINTA* é um *shell* implementado na linguagem de programação orientada a objetos *Borland Delphi*. Ele permite o desenvolvimento modular de bases de conhecimento através de uma interface de manipulação e de utilitários criados para depuração, com isto, é proporcionado uma economia de tempo para os desenvolvedores da base de conhecimento e também um melhor aproveitamento por parte do usuário final ao permitir a inclusão de hipertextos explicativos sobre as possíveis soluções encontradas pelo sistema. Além destas facilidades, o *Expert SINTA* traz um ambiente de trabalho de forma a possibilitar, tanto ao projetista do conhecimento quanto ao usuário final, o uso de facilidades mencionadas. Isto é conseguido através de um modelo visual, ao contrário de outras ferramentas que utilizam pseudo-linguagens para projeto e adaptação do conhecimento do especialista.

O *software* foi desenvolvido por bolsistas da CAPES e CNPq ligados ao Laboratório de Inteligência Artificial (LIA), unidade localizada na Universidade Federal do Ceará. Os responsáveis pelo programa formam o grupo Sistemas INTeligentes Aplicados (SINTA).

3.2 UTILIZAÇÃO

A ferramenta *Expert SINTA Shell* possui menus que permitem que facilitam a criação de uma base de conhecimento. A tela inicial da ferramenta pode ser observada na figura 2, nela podemos observar somente três menus disponíveis: arquivo, exibir e “?” (ajuda).

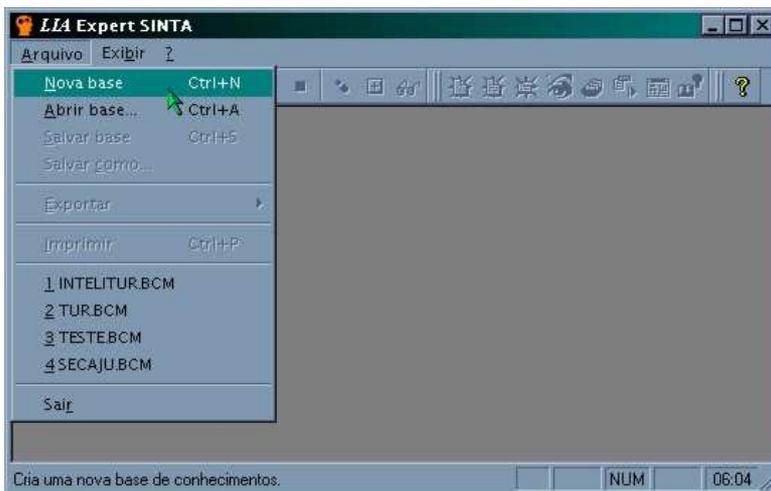
Inicialmente o menu arquivo permite que se crie uma nova base de conhecimento ou se abra uma base já existente, o menu exibir mostra/oculta as barras de ferramentas disponíveis no *Expert SINTA Shell* e o menu “?” permite acesso a informações e ajuda sobre a ferramenta.

Utilizando a opção Arquivo/Nova Base (figura 3) iniciamos a criação de uma base de conhecimentos e então poderemos acessar outros menus que estarão disponíveis na ferramenta durante a criação da base, podemos também ver todos os menus disponíveis abrindo uma base de conhecimento já existente. A tela principal com os menus disponíveis durante o desenvolvimento pode ser observada na figura 4, detalhes sobre as principais opções da barra de menus serão descritos a seguir.

Figura 2 - Tela inicial do *Expert SINTA Shell*



Figura 2 - Menu para criar nova base de conhecimento



No menu arquivo temos, além das opções já citadas, a possibilidade de salvar a base de conhecimento e suas alterações, imprimi-la e no submenu exportar podemos ainda exportar para um arquivo texto as informações sobre a base, tais como informações sobre os autores, as variáveis, valores, códigos, regras, perguntas que serão feitas ao usuário para satisfazer as necessidades das regras e a ajuda a essas perguntas (figura 5).

Figura 3 - Tela principal da ferramenta *Expert SINTA Shell*

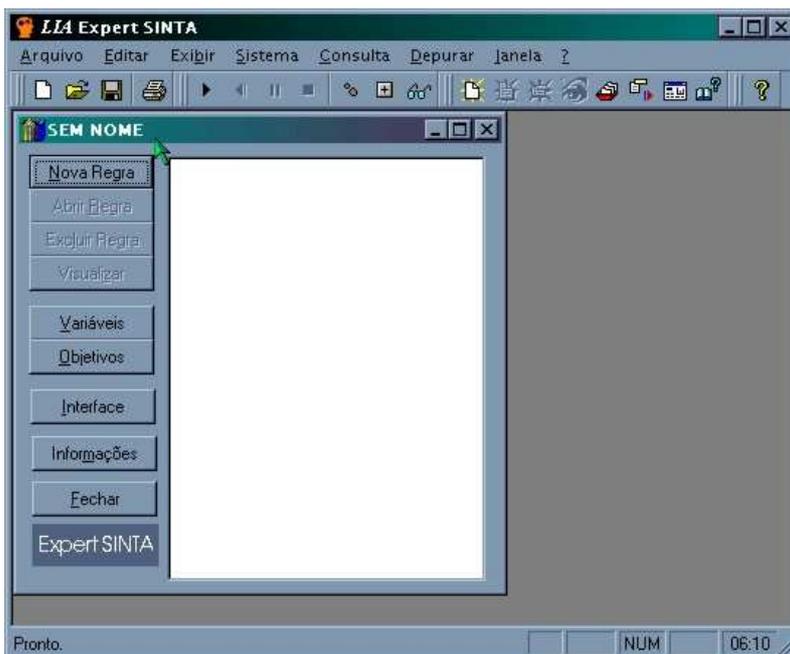
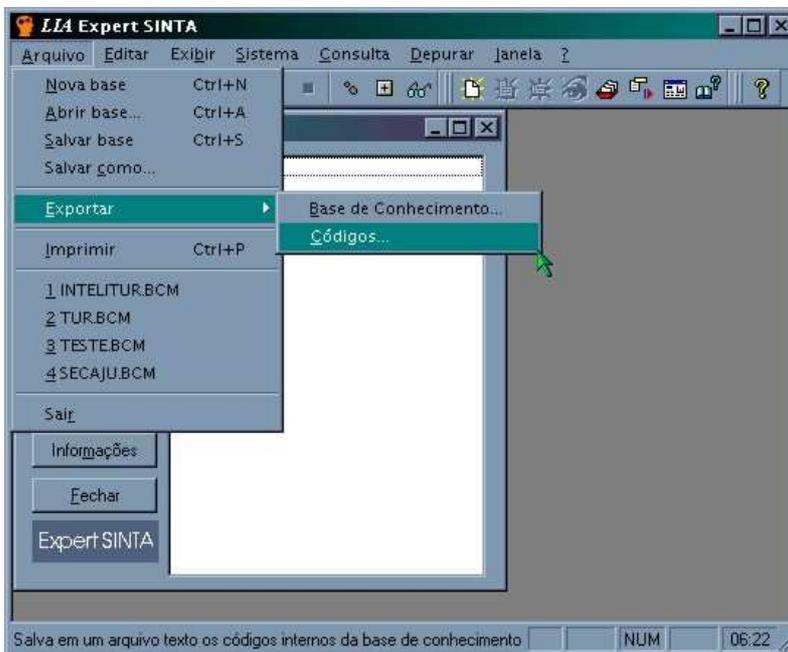
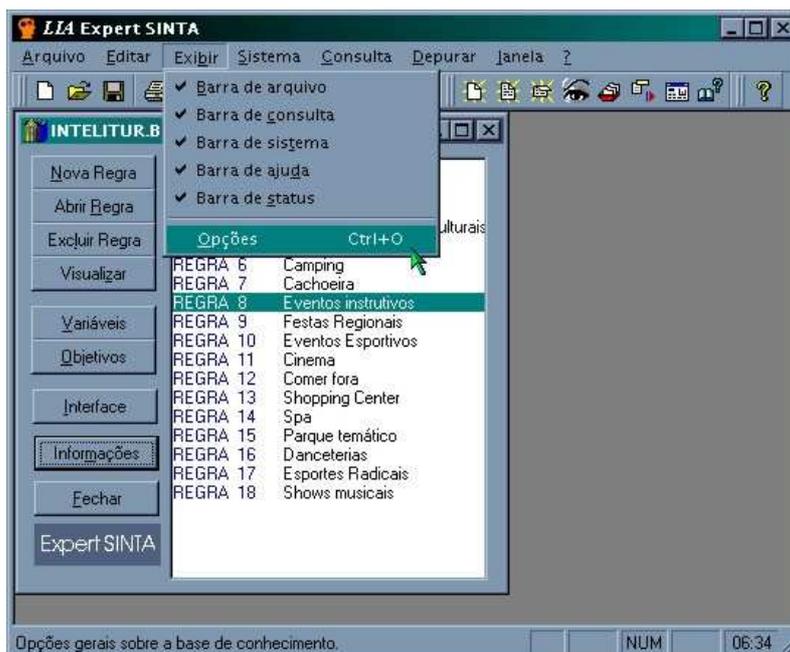


Figura 4 - Menu arquivo



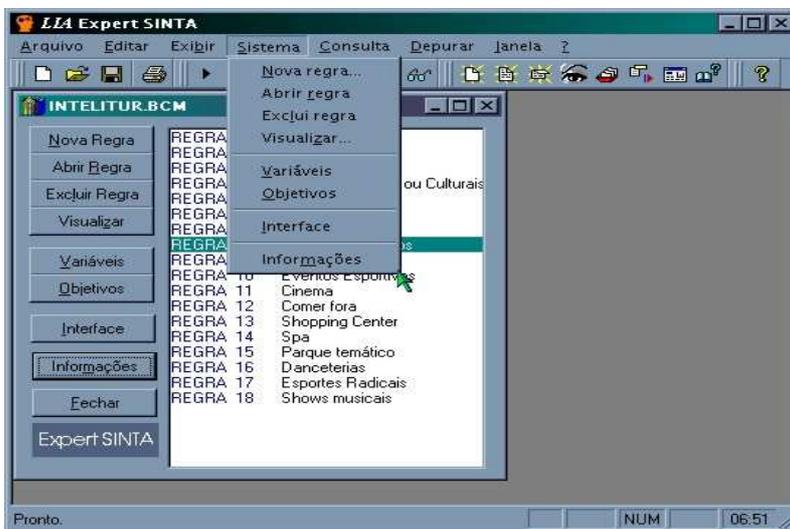
No menu exibir além do já comentado temos a opção “opções”, que pode ser observada na figura 6, através dela podemos alterar algumas das preferências sobre a máquina de inferência, fatores de confiança e senhas para a nossa base de conhecimento.

Figura 5 - Menu exibir



O menu seguinte é o sistema, visto na figura 7, nele encontramos as principais opções para trabalharmos com a base de conhecimento criada, podemos trabalhar com as regras, visualizar as todas as regras ou somente as regras que tenham uma determinada variável na conclusão, manter as variáveis do sistema, definir as variáveis objetivo, alterar a interface que é gerada automaticamente pela ferramenta, incluir informações sobre a base de conhecimento e a ajuda para a base de conhecimento.

Figura 6 - Menu sistema



Na seqüência tem-se o menu depurar, que pode ser visto na figura 8, nele encontramos as seguintes opções: passo, que serve para que possamos observar em uma janela de depuração cada passo que o sistema percorre na base de conhecimento; ver variáveis, exibe o visualizador de variáveis onde podemos ver as variáveis e os valores que lhe são atribuídos; adicionar variáveis, permite incluir as variáveis que serão observadas no visualizados de variáveis e, por fim, a opção dependência onde podemos verificar se a valor variável depende do usuário ou de outra variável.

3.2.1 CRIANDO UMA BASE DE CONHECIMENTO

Após a aquisição de conhecimento com o especialista da área em que se pretende desenvolver o sistema especialista deve-se seguir os passos que serão detalhados a seguir para o desenvolvimento do sistema especialista utilizando-se a ferramenta *Expert SINTA Shell*.

- a) criar uma nova base de conhecimento (figura 2 ou 3);

Criar as variáveis necessárias a representação do conhecimento (figura 9 e 10) e os valores para as mesmas¹ (figura 11);

Figura 7 - Menu depurar

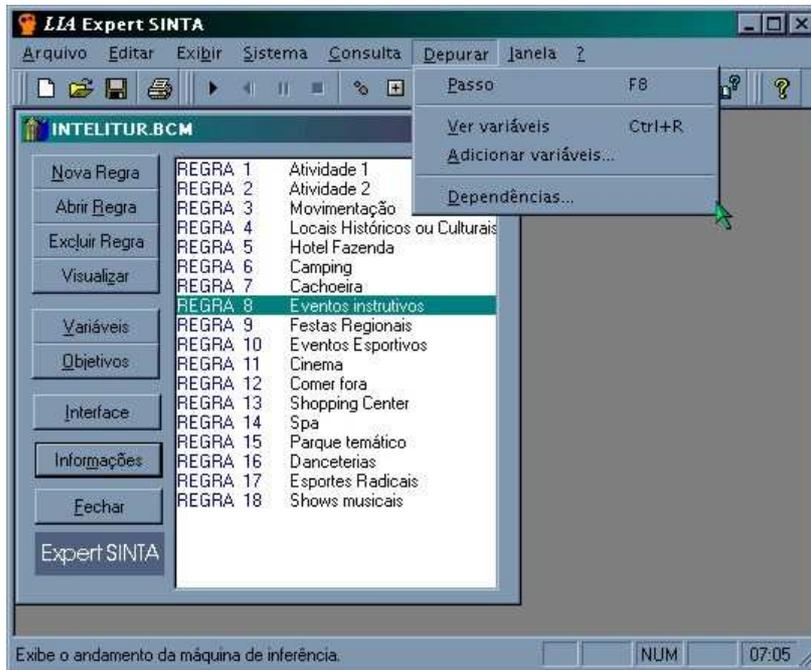
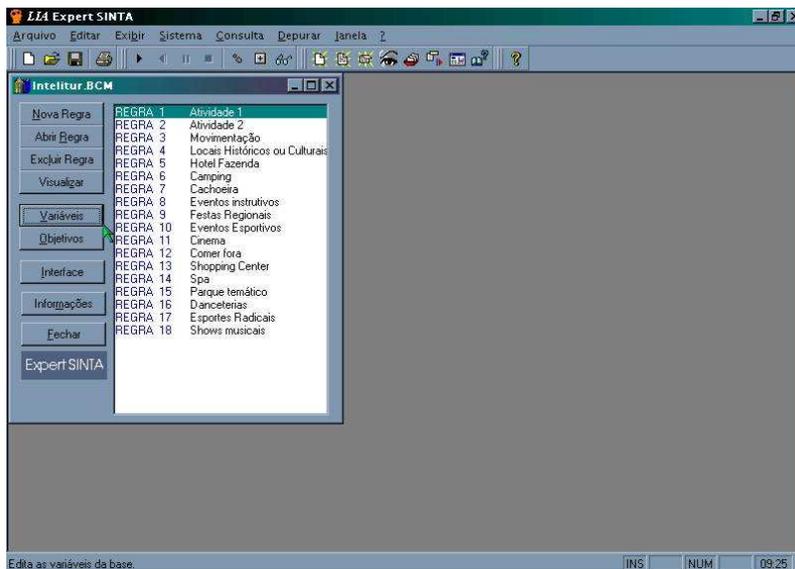


Figura 8 - Criar variável



¹ Se necessário pode-se incluir e excluir variáveis e valores a qualquer momento do desenvolvimento do sistema especialista, somente tomando o cuidado pois as alterações podem afetar as regras já criadas.

Figura 9 - Incluir variável

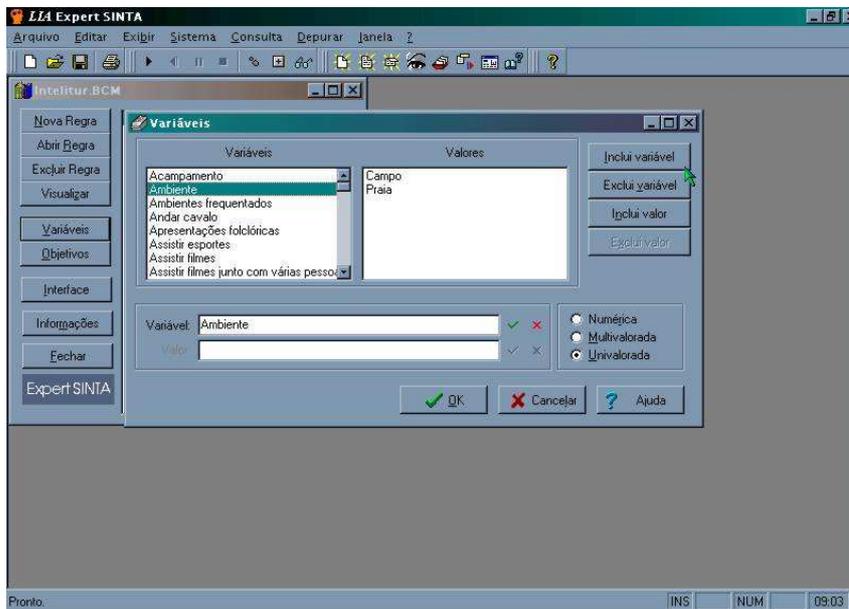
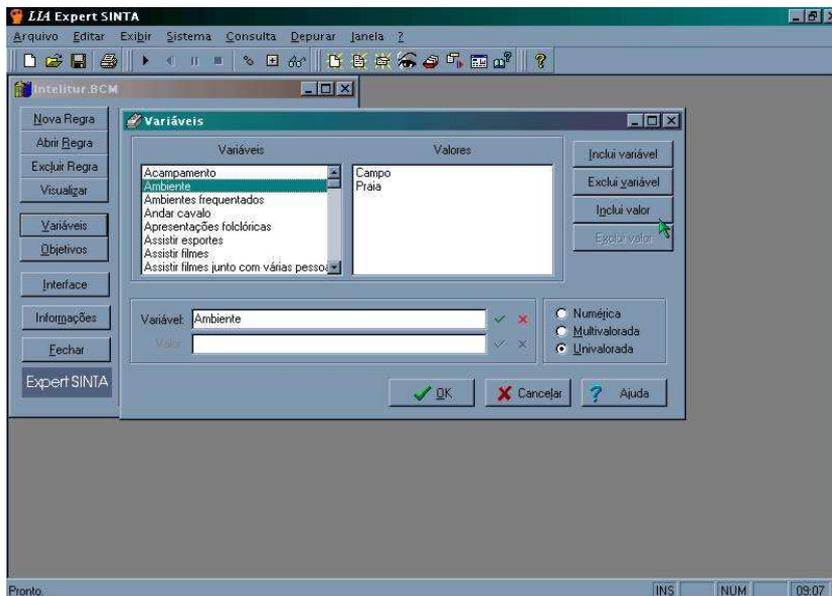


Figura 10 - Incluir valor



- b) Definir as variáveis objetivo do sistema especialista, ou seja, as variáveis para as quais ele deve encontrar um valor com base nas regras que serão desenvolvidas. Para a definição destas variáveis seleciona-se a variável na lista variáveis e move-se a variável para a lista de variáveis objetivo (figura 12 e figura 13);

Figura 11 - Definir variável objetivo

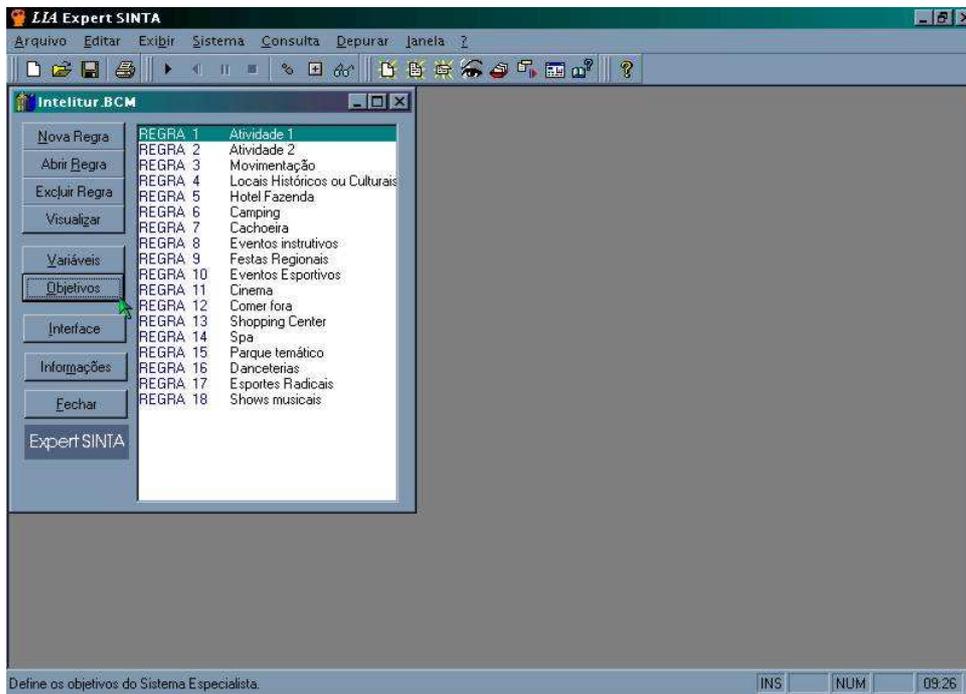
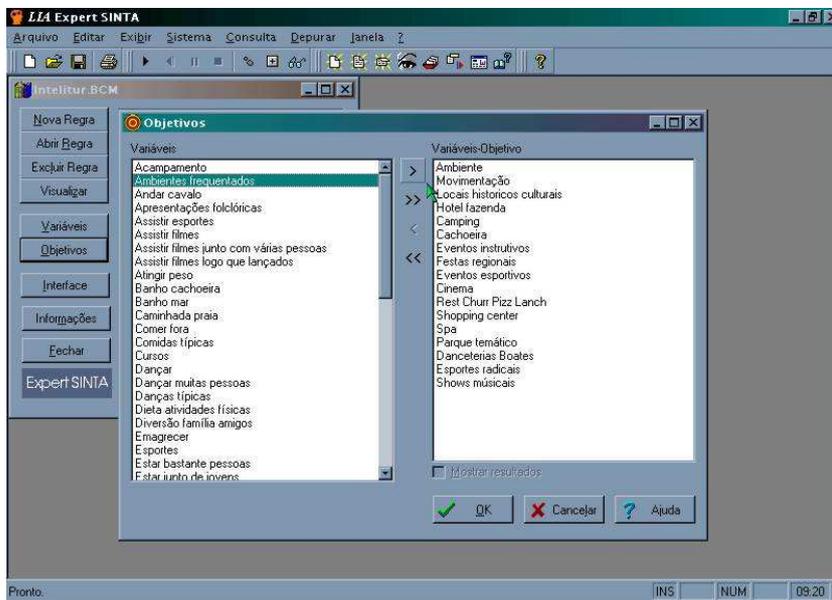
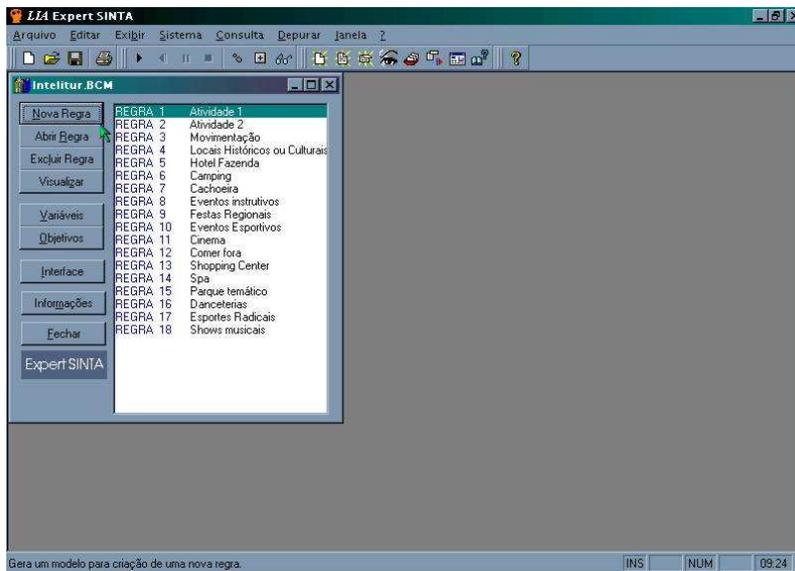


Figura 12 - Selecionar variável objetivo



c) Criar as regras do sistema especialista (figura 14) da forma como é exemplificado a seguir:

Figura 13 - Criar regra



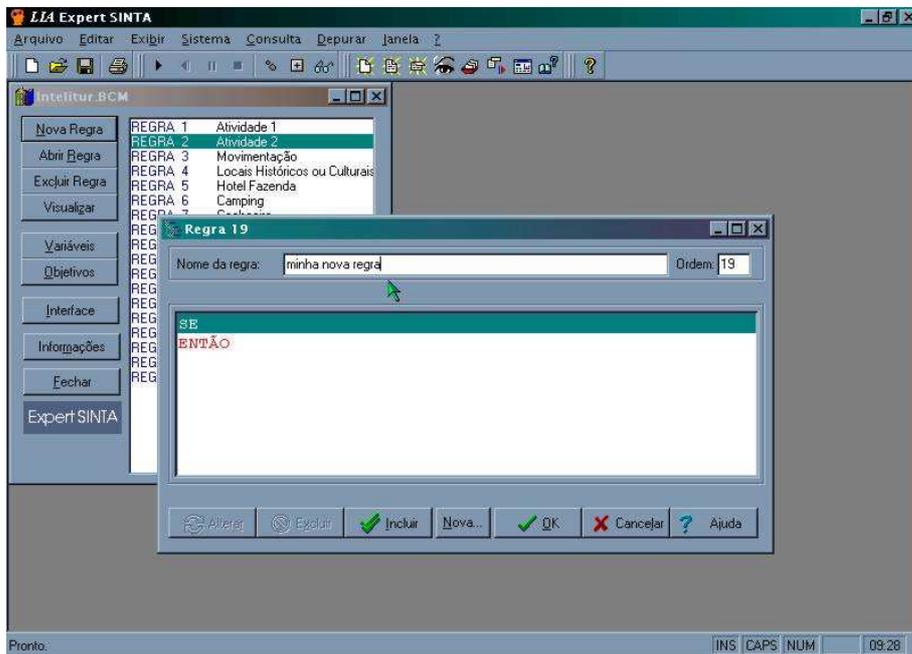
- na janela de criação da nova regra (figura 15) define-se a ordem da regra, ou seja qual a ordem de execução da regra, tal como primeira, segunda ou terceira regra a se executada e se ela se baseia no modelo de alguma regra já criada;

Figura 14 - Janela de criação de regra



- define-se o nome da regra. Caso o nome não seja escolhido constará como sem nome(figura 16);

Figura 15 - Definir nome da regra



- em seguida deve-se incluir as premissas da regra (figura 17), selecionando na janela de edição de regra (figura 18) a variável, a condição de teste e o valor como no exemplo mostrado na figura 19. A seguir deve-se alterar (figura 20) para a janela própria para a edição de conclusões da regra e definir a conclusão (figura 21). Um exemplo de regra pronta pode ser observado na figura 22.

Figura 16 - Incluir premissa



Figura 17 - Selecionar premissa



Figura 18 - Alternar para conclusão

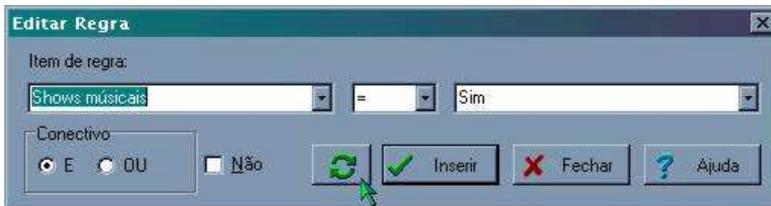
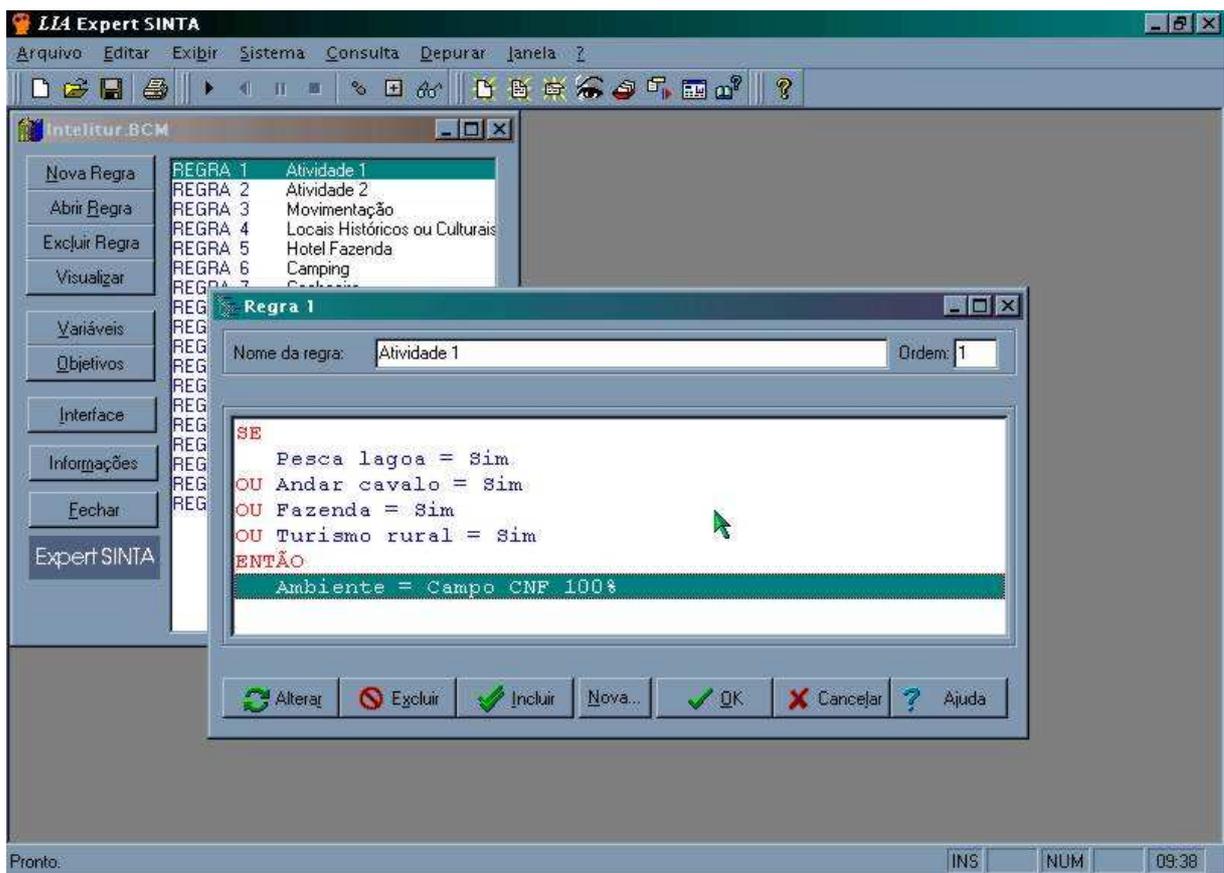


Figura 19 - Editar conclusão da regra

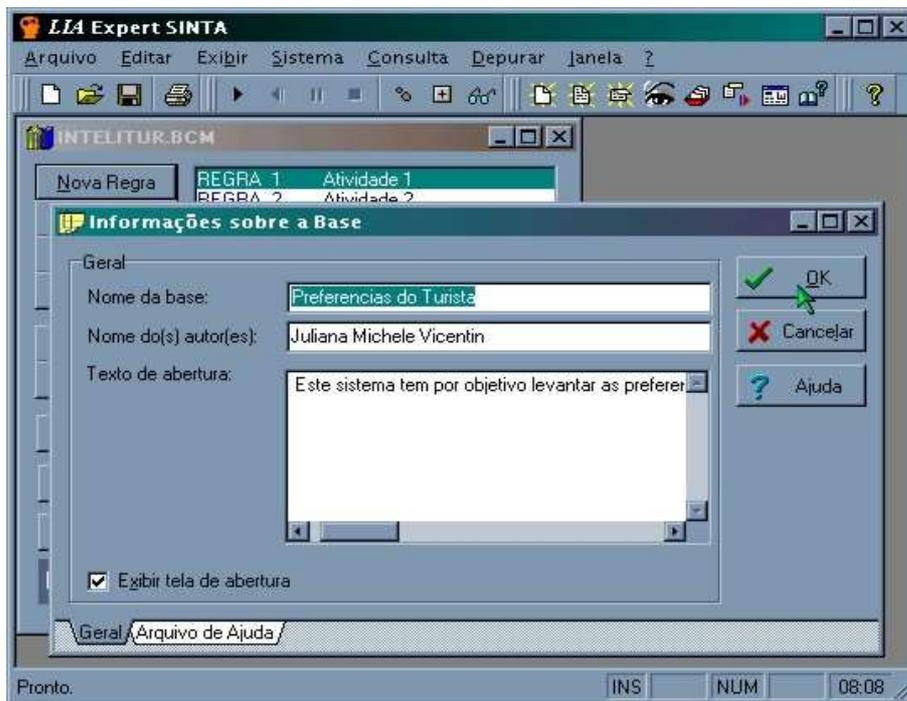


Figura 20 - Regra pronta



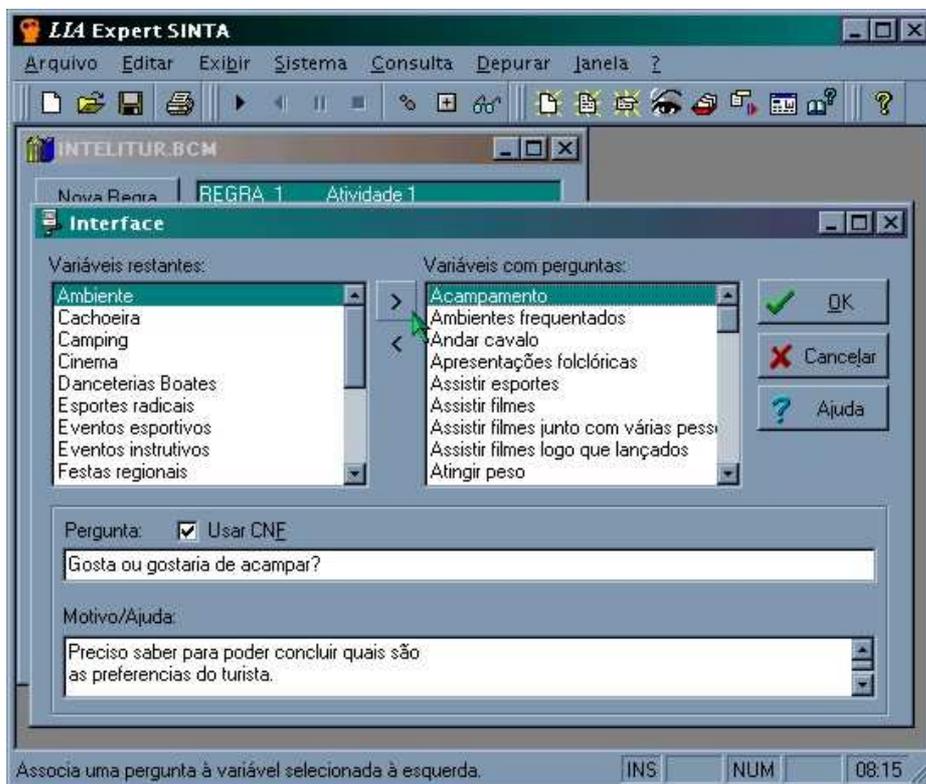
d) Incluir informações sobre a base de conhecimento (figura 22);

Figura 21 - Informações sobre a base de conhecimento



e) personalizar a interface (figura 23).

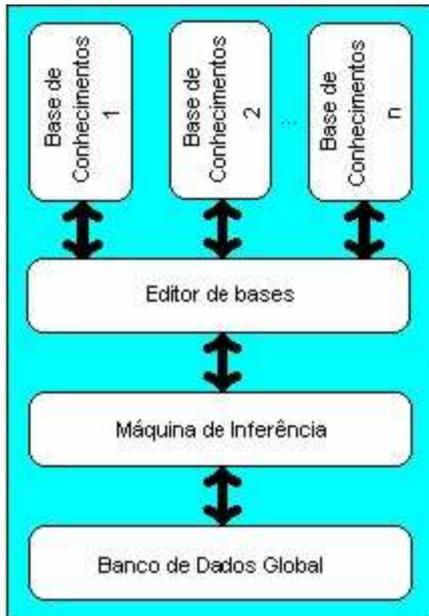
Figura 22 - Personalizar interface



3.3 ARQUITETURA DE UM SISTEMA ESPECIALISTA NO EXPERT SINTA

Conforme [LIA1997] os sistemas especialistas gerados no Expert SINTA seguem a arquitetura mostrada na figura 24.

Figura 23 - Arquitetura de um sistema especialista



Fonte: [LIA1997]

Onde:

- a) base de conhecimentos representa a informação (fatos e regras) que um especialista utiliza, conforme descrito anteriormente no item 2.4. 1 deste trabalho;
- b) editor de bases é o meio pelo qual a *shell* permite a implementação das bases desejadas;
- c) máquina de inferência é a parte do sistema especialista responsável pelas deduções sobre a base de conhecimentos, conforme descrito anteriormente no item 2.4.3 deste trabalho;
- d) banco de dados global são as evidências apontadas pelo usuário do sistema especialista durante unia consulta.

Conforme [LIA1997], “o objetivo do *Expert SINTA* é simplificar ao máximo as etapas de criação de um sistema especialista completo. Para tanto, já oferece uma máquina de inferência básica, fundamentada no encadeamento para trás (*backward chaining*)”.

O encadeamento para trás destaca-se em problemas nos quais há um grande número de conclusões que podem ser atingidas, mas o número de meios pelos quais elas podem ser alcançadas não é grande e em problemas nos quais não se pode reunir um número aceitável de fatos antes de iniciar-se a busca por respostas.

4 APLICAÇÃO

Um dos objetivos do trabalho é demonstrar a utilização da tecnologia de sistemas especialistas aplicada à área de turismo. A utilização de sistemas especialistas na área de turismo tem se mostrado útil, pois acelera o processo e garante uma melhor adequação as preferências do turista.

A ferramenta utilizada baseia-se na representação do conhecimento através de regras de produção podendo ser utilizada para a criação de sistemas especialistas em geral. Para a edição de regras o *Expert SINTA* oferece um editor próprio. A linguagem de programação integrada com a ferramenta *Expert SINTA Shell* permite a elaboração de uma interface mais amigável ao usuário e o acesso a uma base de dados. Mais detalhes da implementação serão mostrados ao longo do presente capítulo.

4.1 AMBIENTE COMPUTACIONAL

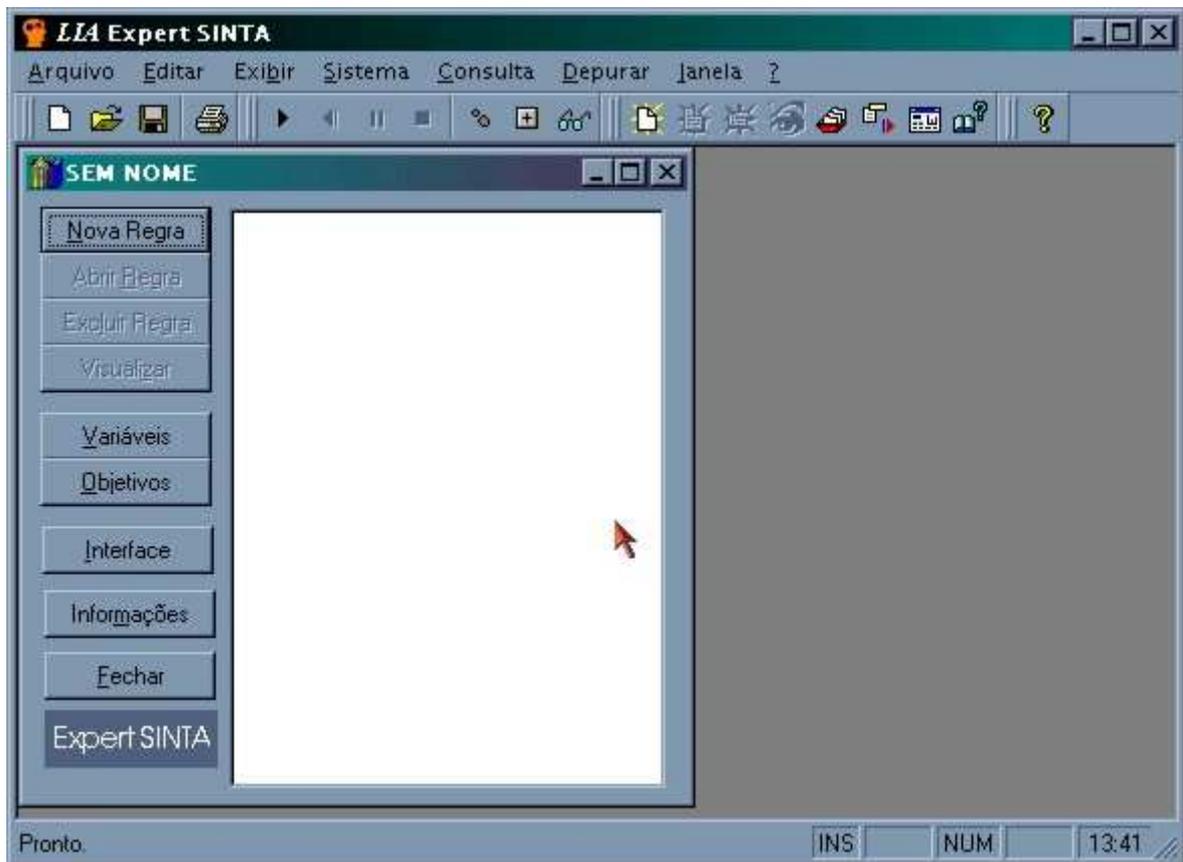
Alguns dos pontos verificados foram:

a) recursos de *software*: definiu-se qual seria a ferramenta que melhor se enquadrasse no projeto. A ferramenta utilizada foi a *shell Expert SINTA* que possui como uma de suas características ter seus sistemas baseados em regras de produção, além de apresentar uma interface de fácil aprendizagem. O protótipo implementado através da ferramenta escolhida necessitou do sistema operacional *Windows 98*, da ferramenta *Expert SINTA Shell* e da linguagem de programação *Delphi* para o acesso a base de dados. Pode-se observar na figura 25 a paleta de componentes do *Expert SINTA Shell* no ambiente de programação *Delphi 3*, através destes componentes torna-se possível a integração do ambiente *Delphi* com a base de conhecimentos do sistema especialista gerado pela ferramenta *Expert SINTA Shell*. Na figura 4 pode-se observar a tela inicial da ferramenta *Expert SINTA Shell* na qual a base de conhecimentos é gerada.

Figura 25 - Paleta de componentes *Expert SINTA Shell* no ambiente *Delphi 3*



Figura 24 - Tela inicial para elaboração de uma nova base de conhecimento



b) recursos de *hardware*: O *hardware* utilizado foi microcomputador PC Pentium III de 550 mhz, com 128 Mb de memória RAM e 10 Gb de disco rígido.

4.2 AQUISIÇÃO DE CONHECIMENTO

A aquisição de conhecimento consiste na transferência do conhecimento de um especialista de uma determinada área para um sistema especialista.

Para obter o conhecimento utilizado para o desenvolvimento do sistema especialista entrou-se em contato com uma agência de turismo de Rio do Sul, a qual concordou em fornecer as informações necessárias para o desenvolvimento do trabalho. Através destas informações, começou-se a elaborar a base de conhecimentos do sistema especialista, juntamente com um agenciador de turismo especialista na área.

4.3 DESENVOLVIMENTO DO SISTEMA ESPECIALISTA

O desenvolvimento do sistema especialista seguiu os passos estabelecido no item 3.1.1. criando uma base de conhecimento.

- a) após a aquisição de conhecimento com o especialista da área, para se iniciar o desenvolvimento do sistema especialista criou-se uma nova base de conhecimentos;
- b) foram criadas as variáveis e os valores;
- c) após definiram-se as variáveis objetivo do sistema especialista;
- d) foram criadas as regras do sistema especialista;

Pelo fato de não ter sido utilizada a interface gerada automaticamente pela ferramenta e sim um módulo de interface desenvolvido em *Delphi* não se definiu a interface e as informações sobre a base na ferramenta *Expert SINTA Shell*.

4.4 ESPECIFICAÇÃO DO MÓDULO INTERFACE

Pode-se observar respectivamente nas figuras 27, 28 e 29 o modelo entidade relacionamento, o diagrama de contexto e o diagrama de fluxo de dados do módulo de interface entre o sistema especialista e a base de dados do cliente e dos pontos turísticos. Após as figuras encontra-se dicionário de dados do mesmo.

Figura 27 - Modelo Entidade - Relacionamento

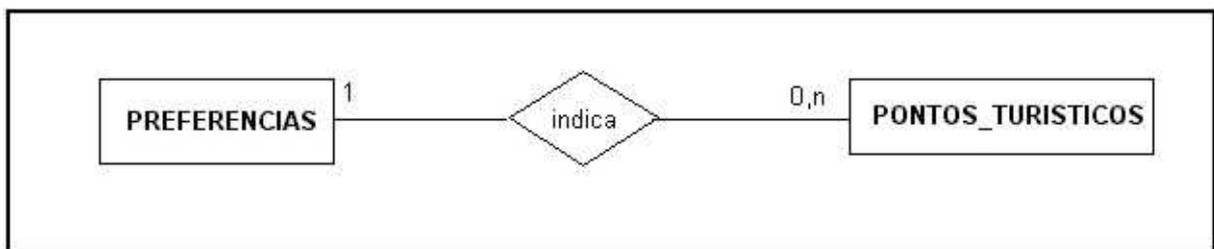


Figura 28 - Diagrama de Contexto

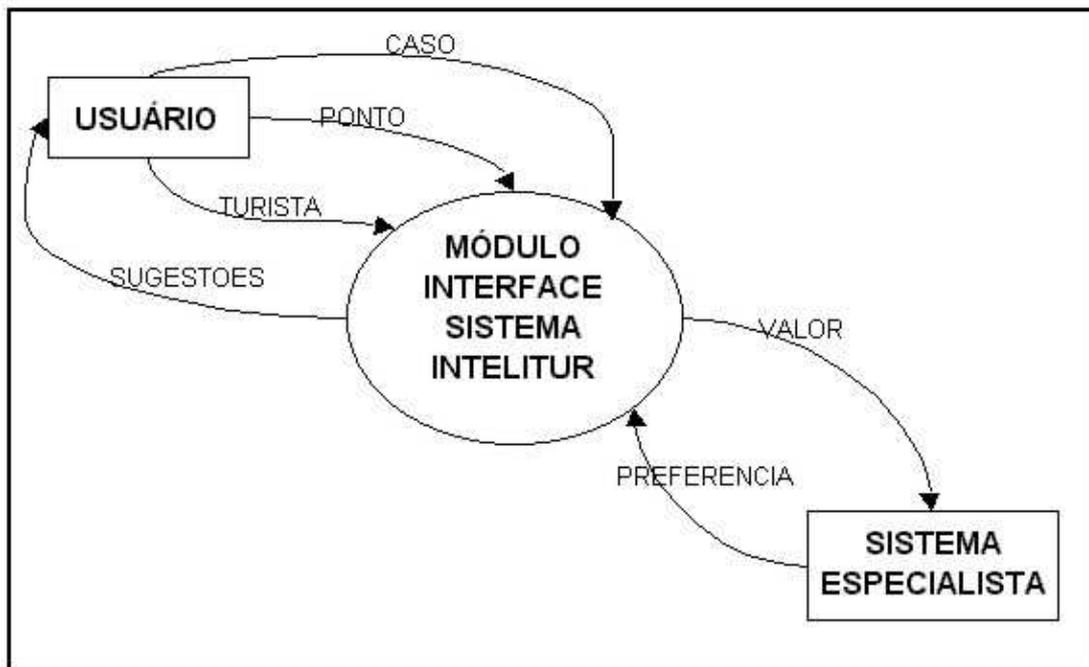
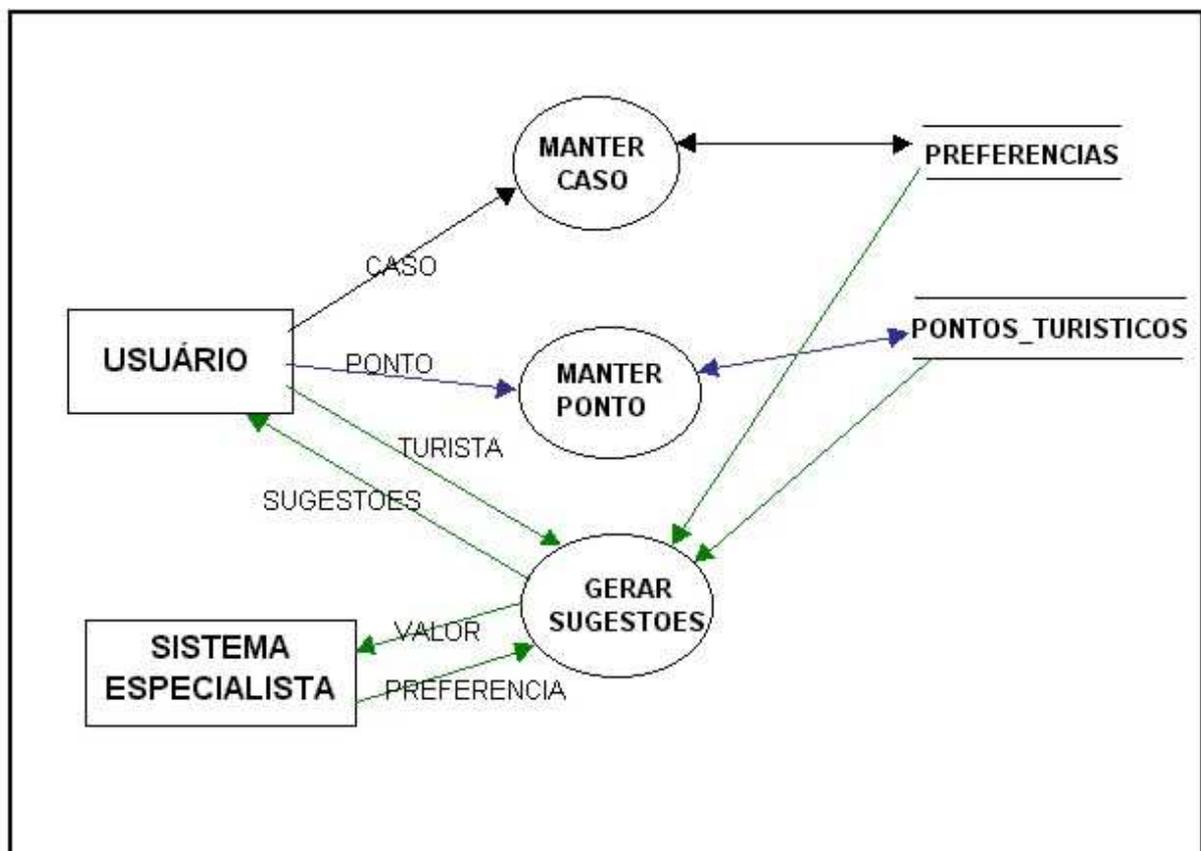


Figura 25 - Diagrama de Fluxo de Dados



CASO: NmClient + VIPeLago + VIAnCava + VIFazend + VITuRural + VILuau + VICAprai + VIPeMar + VIBaMar + VIAMfreq + VIEsPess + VIMuseus + VIPaHist + VITeatro + VIVernis + VIFeFaze + VIACampa + VIBaCach + VIViCach + VIWorksh + VIPalest + VICursos + VICoTipi + VIDaTipi + VIAPfolc + VIFeTipi + VIESport + VIAsEspo + VIPrEspo + VIAsFilm + VaAFTela + VIAFPess + VIAFLanc + VICoFora + VLROpizz + VIFaFood + VIVaComi + VIVaCarn + VIlrLoja + VIFacomp + VIVariar + VIEmagre + VIAtPeso + VIREapar + VIDieta + VIDiFami + VIVaAtra + VIDancar + VIDaPess + VIEsJove + VIPrCami + VIPERall + VIMusica + VIVEcant + VISHow

PONTOS_TURISTICOS: DsLocal + VIAMrura + VIMovime + VILHCult + VIHoFaze + VICampin + VICachoe + VIEvCult + VIFeRegi + VIEvEspo + VICinema + VIREstau + VISHCent + VLSpa + VIPaTema + VIDancet + VIEsRadi + VISHow

TURISTA: NmClient

SUGESTOES: {DsLocal}

Observação: para VALOR somente um dos campos é enviado ao sistema especialista por vez e para PREFERENCIA somente um dos campos é enviado por vez para o processo ELABORAR ROTEIRO.

VALOR: [VIPeLago / VIAnCava / VIFazend / VITuRural / VILuau / VICAprai / VIPeMar / VIBaMar / VIAMfreq / VIEsPess / VIMuseus / VIPaHist / VITeatro / VIVernis / VIFeFaze / VIACampa / VIBaCach / VIViCach / VIWorksh / VIPalest / VICursos / VICoTipi / VIDaTipi / VIAPfolc / VIFeTipi / VIESport / VIAsEspo / VIPrEspo / VIAsFilm / VaAFTela / VIAFPess / VIAFLanc / VICoFora / VLROpizz / VIFaFood / VIVaComi / VIVaCarn / VIlrLoja / VIFacomp / VIVariar / VIEmagre / VIAtPeso / VIREapar / VIDieta / VIDiFami / VIVaAtra / VIDancar / VIDaPess / VIEsJove / VIPrCami / VIPERall / VIMusica / VIVEcant / VISHow]

PREFERENCIA: [VIAMrura / VIMovime / VILHCult / VIHoFaze / VICampin / VICachoe / VIEvCult / VIFeRegi / VIEvEspo / VICinema / VIREstau / VISHCent / VLSpa / VIPaTema / VIDancet / VIEsRadi / VISHow]

PREFERENCIAS é a tabela onde são armazenadas as opções para o caso de cada turista.

PREFERENCIAS		
Campo	Tipo	Descrição
CdCaso	Inteiro	Código do caso
NmClient	String	Nome do cliente
VIPeLago	Inteiro	Pescar em lagoa
VIAnCava	Inteiro	Andar a cavalo
VIFazend	Inteiro	Fazenda
VITuRural	Inteiro	Turismo rural
VILuau	Inteiro	Luau
VICaPrai	Inteiro	Caminhar na praia
VIPeMar	Inteiro	Pescar no mar
VIBaMar	Inteiro	Tomar banho de mar
VIAMFreq	Inteiro	Ambientes bastante frequentados
VIEsPess	Inteiro	Estar com bastante pessoas
VIMuseus	Inteiro	Museus
VIPaHist	Inteiro	Patrimônios históricos
VITeatro	Inteiro	Teatros
VIVernis	Inteiro	Vernissagem

VIFeFaze	Inteiro	Passar as férias em fazenda
VIAcampa	Inteiro	Acampar
VIBaCach	Inteiro	Tomar banho de cachoeira
VIViCach	Inteiro	Visitar/ver cachoeiras
VIWorksh	Inteiro	Ir a Workshop
VIPalest	Inteiro	Ir a palestras
VICursos	Inteiro	Fazer cursos
VICoTipi	Inteiro	Comidas típicas
VIDaTipi	Inteiro	Danças típicas
VIApFolc	Inteiro	Apresentações folclóricas
VIFeTipi	Inteiro	Festas típicas
VIEsport	Inteiro	Esportes
VIAsEspo	Inteiro	Assistir esportes
VIPrEspo	Inteiro	Praticar esportes
VIAsFilm	Inteiro	Assistir filmes
VaAFTela	Inteiro	Assistir filmes em telão
VIAFPess	Inteiro	Assistir filmes junto a várias pessoas
VIAFLanc	Inteiro	Assistir filmes logo que lançados
VICoFora	Inteiro	Comer fora
VLRoPizz	Inteiro	Ir a rodízio de pizza

VIFaFood	Inteiro	Comer fast food
VIVaComi	Inteiro	Varias comidas por refeição
VIVaCarn	Inteiro	Vários tipos de carne por refeição
VIIrLoja	Inteiro	Ir a várias lojas
VIFacomp	Inteiro	Fazer compras
VIVariar	Inteiro	Variar entre compras, lanche e cinema
VIEmagre	Inteiro	Emagrecer
VIAtPeso	Inteiro	Atingir determinado peso
VIREApar	Inteiro	Descansar/relaxar e cuidar da aparência
VIDieta	Inteiro	Aceitaria fazer dieta e exercícios
VIDiFami	Inteiro	Diversão para toda família
VIVaAtra	Inteiro	Várias atrações
VIDancar	Inteiro	Dançar
VIDaPess	Inteiro	Dançar junto a várias pessoas
VIEsJove	Inteiro	Estar em meio a jovens
VIPrCami	Inteiro	Está preparado para caminhadas
VIPERall	Inteiro	Praticar esportes como rally, rapel
VIMusica	Inteiro	Música
VIVEcant	Inteiro	Ver cantores
VIShow	Inteiro	Ir a Shows

PONTOS_TURISTICOS é a tabela onde são armazenados os dados dos pontos turísticos.

PONTOS_TURISTICOS		
Campo	Tipo	Descrição
CdLocal	inteiro	Código do local
DsLocal	string	Nome do local
VIAmRura	lógico	Ambiente rural ou urbano
VIMovime	lógico	Ambiente movimentado
VILHCult	lógico	Local histórico cultural
VIHoFaze	lógico	Hotel fazenda
VICampin	lógico	Camping
VICachoe	lógico	Cachoeira
VIEvCult	lógico	Eventos culturais/instrutivos
VIFeRegi	lógico	Festas regionais /típicas
VIEvEspo	lógico	Eventos esportivos
VICinema	lógico	Cinema
VIRestau	lógico	Restaurante, lanchonete, churrascaria, pizzaria
VIShCent	lógico	Shopping center
VLSpa	lógico	Spa
VIPaTema	lógico	Parque temático

VIDancet	lógico	Danceteria, boate
VIEsRadi	lógico	Esporte radicais
VIShow	lógico	Shows

4.5 UTILIZAÇÃO DO PROTÓTIPO

A partir da tela inicial (figura 29) pode-se acessar as diversas opções do protótipo. Os menus de acesso a manutenção dos pontos turísticos, ao registro do caso do turista e a elaboração do roteiro personalizado podem ser vistos, respectivamente, nas figuras 30, 31 e 32. Tem-se ainda uma opção que exhibe a tela de ajuda sobre o programa (figura 33) e a opção de sair.

A tela de manutenção de dados dos pontos turísticos, observada na figura 34, possui opções para percorrer os pontos turísticos já cadastrados e fazer a manutenção dos mesmos, assim como incluir novos pontos, bastando para isto digitar a descrição ou nome do local e selecionar as opções que caracterizam o mesmo. Por exemplo, para caracterizar o Beto Carreiro World poderia-se selecionar as opções parque temático, shows e ambiente bastante movimentado depois basta gravar o registro.

Figura 26 - Tela inicial do protótipo

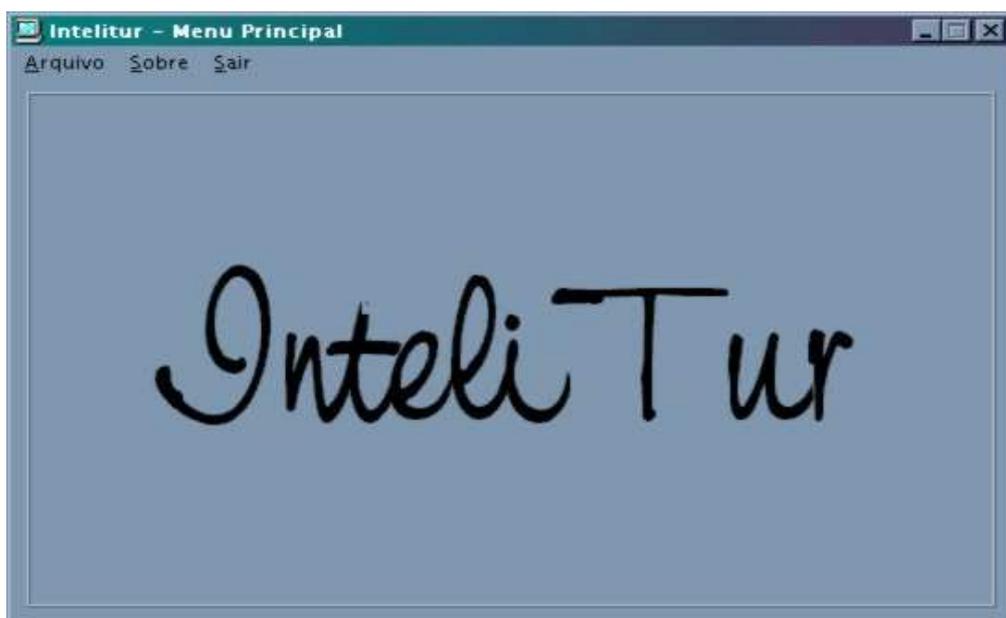


Figura 27 - Menu manter dados dos pontos turísticos

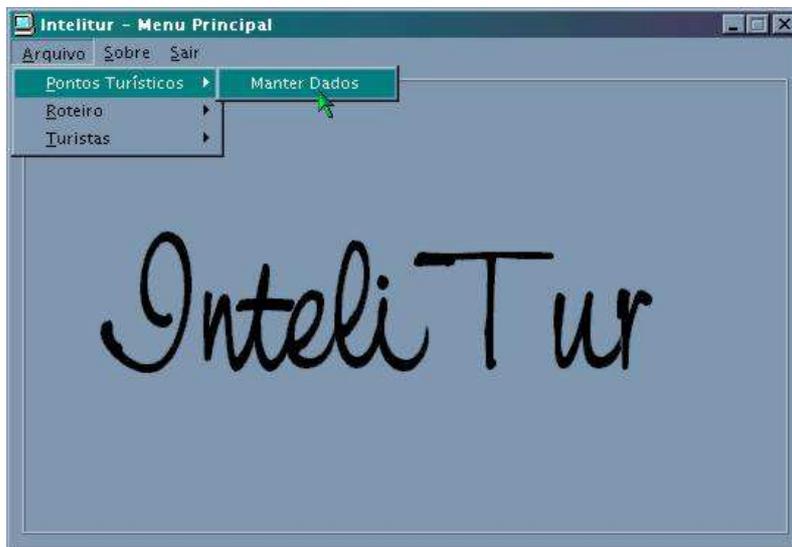
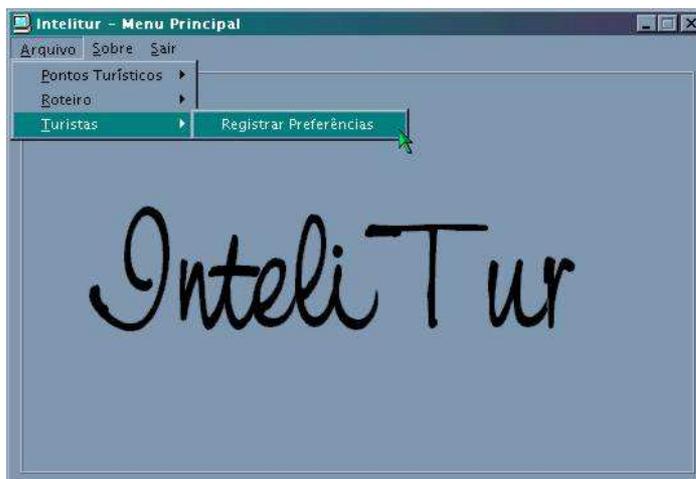


Figura 28 - Menu de acesso ao registro das preferencias do turista



A tela de registro das opções do turista funciona de maneira semelhante a dos pontos turísticos bastando selecionar as opções do turista e suas preferencias para a sua viagem ou férias e selecionar a opção gravar.

Pode-se observar na figura 35 a tela de registro das opções de um turista com algumas opções selecionadas e abaixo um trecho do código utilizado para gravar as opções do turista na tabela de forma que o sistema especialista possa interpretar e avaliar quais as suas preferências. Note-se que a ferramenta *Expert SINTA Shell* adota como padrão o valor “-2” para valor “sim” e “-3” para o valor não por isto o uso destes valores. Assim no trecho de

código a seguir o módulo de interface irá gravar a opção selecionada das preferencias com o valor “-2” e as não selecionadas com “-3”.

```

procedure TFmClientes.LeDados;

begin

if Checkbox1.Checked = true then

TprefereVIPeLago.Value:= -2

else

TprefereVIPeLago.Value:= -3;

```

Figura 29 - Menu de acesso a elaboração do roteiro



Para utilização da tela de elaboração do roteiro (figura 36) é necessário que se selecione o turista, selecione a opção de elaborar o roteiro (figura 37). Após isto pode-se observar o roteiro indicado na tela ou mandar imprimi-lo (figura 38). Observe-se que o sistema só indicará um local para o turista se este local satisfazer em aproximadamente 70% (setenta por cento) as preferências do turista.

Figura 30 - Tela de ajuda sobre o programa

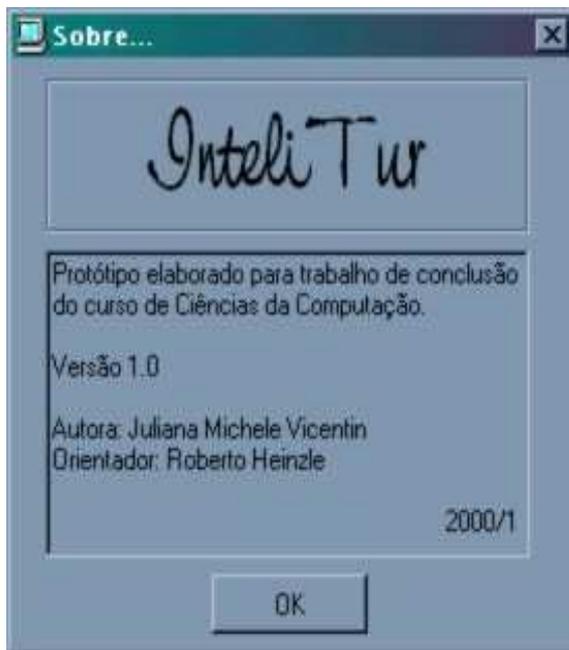


Figura 31 - Tela de manutenção dos pontos turísticos

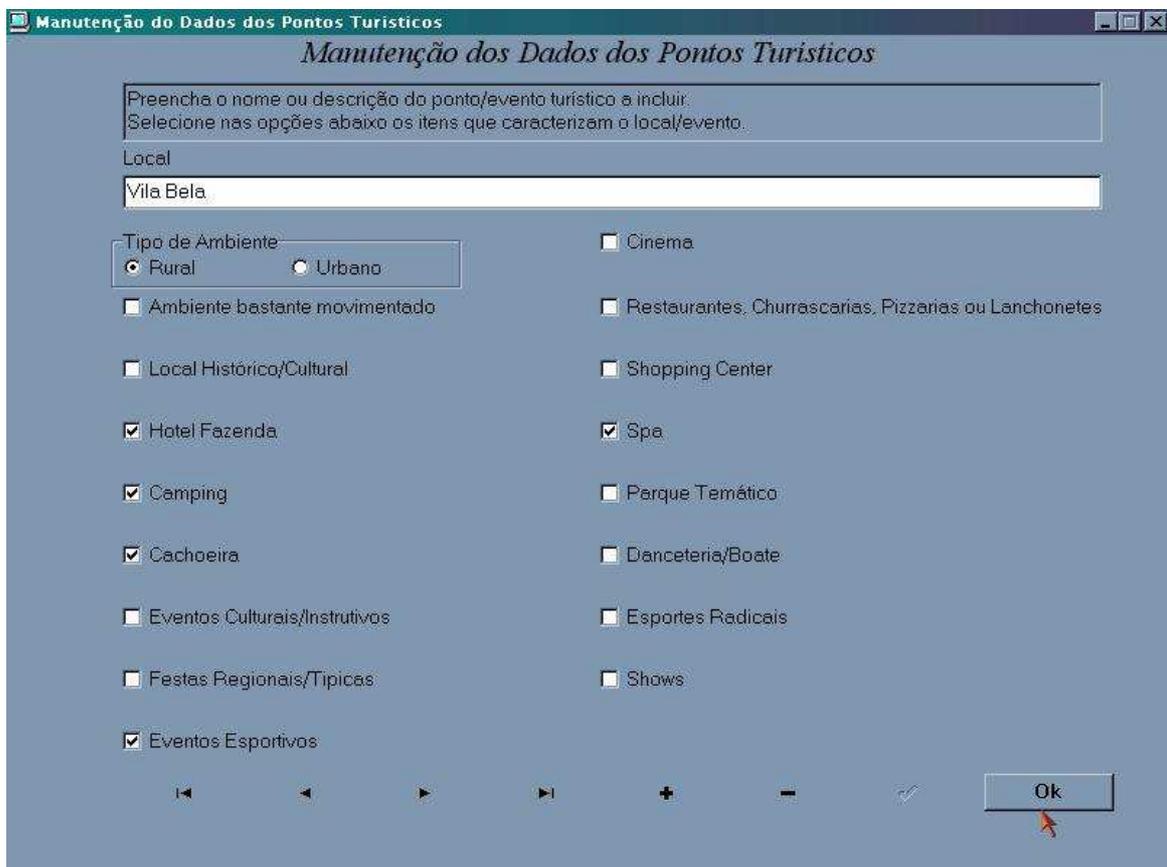


Figura 32 - Registrar opções do turista

Manter dados do cliente

Seleção das Preferências do Turista

Digite seu nome: + - < > Total de Turistas:

Selecione a baixo os itens de sua preferencia. O que você gosta ou gostaria de fazer ou ver em seu período de folga/férias. Ou mesmo o que você quer que tenha no local, ou locais, que você irá.

<input checked="" type="checkbox"/> pescar em lagoa	<input type="checkbox"/> ir a vermissagens	<input type="checkbox"/> assistir esportes	<input type="checkbox"/> emagrecer
<input checked="" type="checkbox"/> andar a cavalo	<input checked="" type="checkbox"/> passar férias em fazenda	<input checked="" type="checkbox"/> praticar esportes	<input type="checkbox"/> atingir determinado peso
<input checked="" type="checkbox"/> visitar fazendas	<input type="checkbox"/> acampar	<input type="checkbox"/> assistir filmes	<input type="checkbox"/> descansar e cuidar da aparência
<input checked="" type="checkbox"/> fazer turismo rural	<input checked="" type="checkbox"/> tomar banho de cachoeira	<input type="checkbox"/> ver filmes em telão	<input type="checkbox"/> aceitaria fazer dieta e exercícios
<input type="checkbox"/> ir a um luau	<input checked="" type="checkbox"/> visitar cachoeiras	<input type="checkbox"/> assistir filmes com muitas pessoas	<input type="checkbox"/> local c/ diversão p/ família e amigos
<input type="checkbox"/> fazer caminhada na praia	<input type="checkbox"/> ir a workshop	<input type="checkbox"/> assistir filmes logo que lançados	<input type="checkbox"/> ver várias atrações num mesmo lugar
<input type="checkbox"/> pescar no mar	<input type="checkbox"/> assistir palestras	<input type="checkbox"/> comer fora	<input type="checkbox"/> gosta de dançar
<input type="checkbox"/> tomar banho de mar	<input type="checkbox"/> fazer cursos	<input type="checkbox"/> ir a rodízios de pizza	<input type="checkbox"/> dançar junto de muitas pessoas
<input type="checkbox"/> ambientes bem movimentados	<input type="checkbox"/> comer comidas típicas	<input type="checkbox"/> comer fast food	<input type="checkbox"/> estar junto a jovens
<input type="checkbox"/> estar com bastante pessoas	<input type="checkbox"/> dançar danças típicas	<input type="checkbox"/> variedade de comida por refeição	<input type="checkbox"/> tem preparo para fazer caminhadas
<input type="checkbox"/> ir a museus	<input type="checkbox"/> apresentações folclóricas	<input type="checkbox"/> variedade de carne por refeição	<input type="checkbox"/> praticar esportes como rally, rapel ...
<input type="checkbox"/> ir a patrimônios históricos	<input type="checkbox"/> ir a festas típicas	<input type="checkbox"/> ir a várias lojas sem andar muito	<input type="checkbox"/> gosta de música
<input type="checkbox"/> ir a teatros	<input checked="" type="checkbox"/> gosta de esportes	<input type="checkbox"/> fazer compras	<input type="checkbox"/> ver cantores famosos
		<input type="checkbox"/> variar entre cinema/compras/lanche	<input type="checkbox"/> assistir shows

Figura 33 - Elaborar roteiro

Roteiro

Selecione o turista para quem deseja elaborar o roteiro

◀ ▶

Figura 34 - Opção elaborar

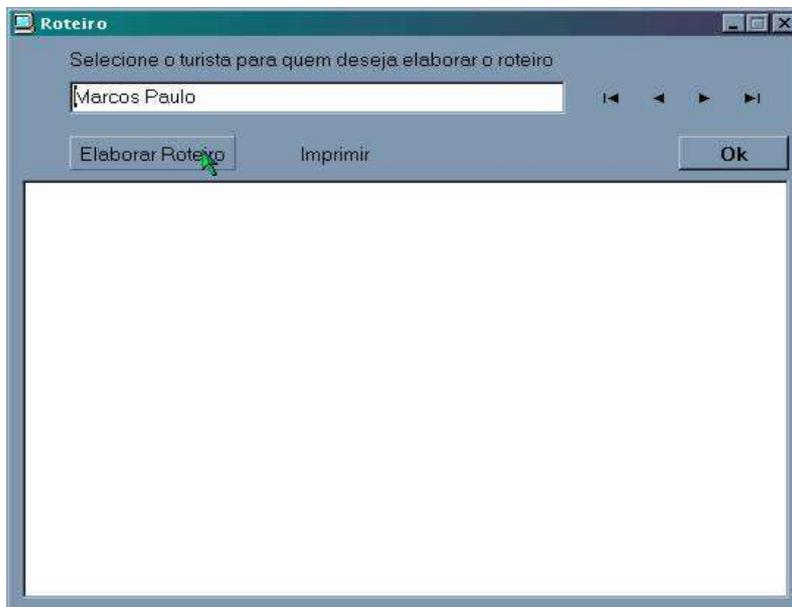
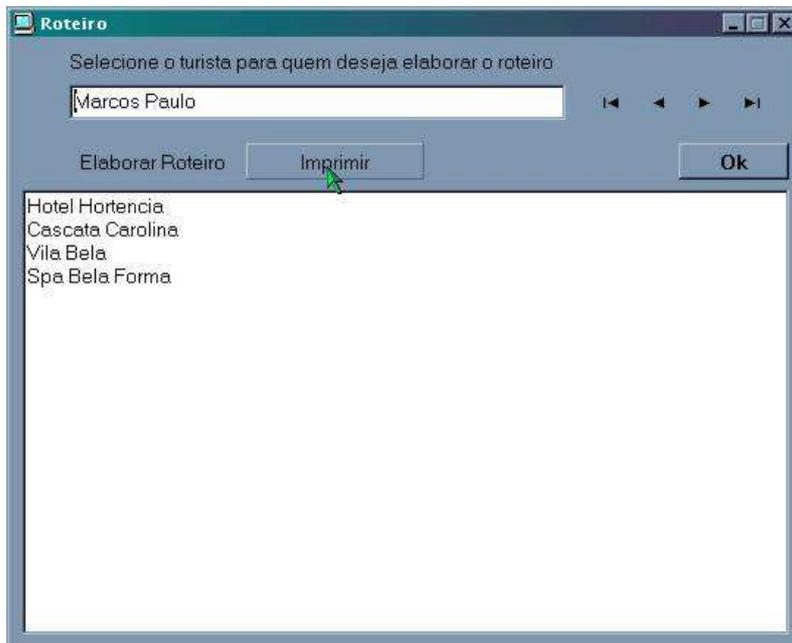


Figura 35 - Opção imprimir e exemplo de roteiro de locais indicados.



5 CONCLUSÃO

O presente trabalho permitiu um estudo dos aspectos relacionados à utilização de sistemas especialistas. As formas de representação de conhecimento, sistemas baseados em regras de produção e algumas ferramentas para desenvolvimento, preconizadas pela maioria dos autores, foram abordadas.

A utilização de regras de produção para a representação do conhecimento, apontado na literatura especializada como a mais comum e viável, mostra-se adequada, pois permitiu representar o conhecimento necessário na elaboração da base de conhecimentos da aplicação experimental.

O objetivo principal do trabalho foi demonstrar a utilização da tecnologia de sistemas especialistas aplicada na área de Turismo, com a finalidade levantar o perfil do e indicar os pontos turísticos que atendam as preferências deste turista. A aplicação, dentro do domínio de conhecimento para o qual foi projetado, e das propostas iniciais, resolveu de maneira útil os objetivos pretendidos.

Esta aplicação demonstrou a possibilidade de utilização de sistemas especialistas na área de turismo, auxiliando na elaboração de roteiros turísticos. Desta forma o especialista estaria liberado para se ater a outros detalhes do passeio ou da viagem do turista, tais como reserva de locais e horários, determinação da ordem de visita aos pontos turísticos indicados, melhorando e acelerando desta forma o processo de elaboração dos roteiros turísticos.

5.1 SUGESTÕES

Para uma continuidade do trabalho seria necessário um aprofundamento na área de turismo de forma a implantar dados no sistema que fossem verídicos. Como uma sugestão de melhoramento da aplicação, pode-se aperfeiçoar o sistema no sentido de adequar os pontos turísticos selecionados a disponibilidade de tempo e dinheiro do turista e então fazer novas sugestões. A aplicação poderia também sugerir uma ordem de visita aos locais de acordo com a proximidade dos locais e dias abertos ao público. Outra sugestão a ser implantada no protótipo é a possibilidade de incluir novas características/variáveis aos pontos turísticos e preferências.

ANEXO 1 - VARIÁVEIS

Relação das variáveis utilizadas pelo sistema especialista, seus respectivos tipos e valores.

Variável	Tipo	Valores	
Acampamento	Univalorada	Sim	Não
Ambiente	Univalorada	Urbano	Campo
Ambientes freqüentados	Univalorada	Sim	Não
Andar cavalo	Univalorada	Sim	Não
Apresentações folclóricas	Univalorada	Sim	Não
Assistir esportes	Univalorada	Sim	Não
Assistir filmes	Univalorada	Sim	Não
Assistir filmes junto com várias pessoas	Univalorada	Sim	Não
Assistir filmes logo que lançados	Univalorada	Sim	Não
Atingir peso	Univalorada	Sim	Não
Banho cachoeira	Univalorada	Sim	Não
Banho mar	Univalorada	Sim	Não
Cachoeira	Univalorada	Sim	Não
Caminhada praia	Univalorada	Sim	Não
Camping	Univalorada	Sim	Não
Cinema	Univalorada	Sim	Não

Comer fora	Univalorada	Sim	Não
Comidas típicas	Univalorada	Sim	Não
Cursos	Univalorada	Sim	Não
Danceterias Boates	Univalorada	Sim	Não
Dançar	Univalorada	Sim	Não
Dançar muitas pessoas	Univalorada	Sim	Não
Danças típicas	Univalorada	Sim	Não
Dieta atividades físicas	Univalorada	Sim	Não
Diversão família amigos	Univalorada	Sim	Não
Emagrecer	Univalorada	Sim	Não
Esportes	Univalorada	Sim	Não
Esportes radicais	Univalorada	Sim	Não
Estar bastante pessoas	Univalorada	Sim	Não
Estar junto de jovens	Univalorada	Sim	Não
Eventos esportivos	Univalorada	Sim	Não
Eventos instrutivos	Univalorada	Sim	Não
Fast food	Univalorada	Sim	Não
Fazenda	Univalorada	Sim	Não
Fazer compras	Univalorada	Sim	Não
Festas regionais	Univalorada	Sim	Não

Festas típicas	Univalorada	Sim	Não
Filmes telão	Univalorada	Sim	Não
Férias em fazendas	Univalorada	Sim	Não
Hotel fazenda	Univalorada	Sim	Não
Ir lojas sem andar muito	Univalorada	Sim	Não
Locais históricos culturais	Univalorada	Sim	Não
Luau	Univalorada	Sim	Não
Movimentação	Univalorada	Sim	Não
Museus	Univalorada	Sim	Não
Música	Univalorada	Sim	Não
Palestras	Univalorada	Sim	Não
Parque temático	Univalorada	Sim	Não
Patrimônios históricos	Univalorada	Sim	Não
Pesca lagoa	Univalorada	Sim	Não
Pesca mar	Univalorada	Sim	Não
Praticar esportes	Univalorada	Sim	Não
Praticar esportes rally rapel	Univalorada	Sim	Não
Preparado caminhadas	Univalorada	Sim	Não
Relaxar cuidar aparência e saúde	Univalorada	Sim	Não
Rest Churr Pizz Lanch	Univalorada	Sim	Não

Rodízios de pizza	Univalorada	Sim	Não
Shopping center	Univalorada	Sim	Não
Shows	Univalorada	Sim	Não
Shows musicais	Univalorada	Sim	Não
Spa	Univalorada	Sim	Não
Teatros	Univalorada	Sim	Não
Turismo rural	Univalorada	Sim	Não
Variar compras/cinema/lanches	Univalorada	Sim	Não
Variedade carne uma refeição	Univalorada	Sim	Não
Variedade comida uma refeição	Univalorada	Sim	Não
Ver cantores	Univalorada	Sim	Não
Vernissagem	Univalorada	Sim	Não
Visitar cachoeiras	Univalorada	Sim	Não
Várias atrações um local	Univalorada	Sim	Não
Workshop	Univalorada	Sim	Não

ANEXO 2 - VARIÁVEIS OBJETIVO

Ambiente

Movimentação

Locais históricos culturais

Hotel fazenda

Camping

Cachoeira

Eventos instrutivos

Festas regionais

Eventos esportivos

Cinema

Rest Churr Pizz Lanch

Shopping center

Spa

Parque temático

Danceterias Boates

Esportes radicais

Shows musicais

ANEXO 3 - REGRAS

Relação das regras utilizadas no sistema especialista para o levantamento das preferencias do turista.

Regra 1

SE Pesca lagoa = Sim

OU Andar cavalo = Sim

OU Fazenda = Sim

OU Turismo rural = Sim

ENTÃO Ambiente = Campo CNF 100%

Regra 2

SE Luau = Sim

OU Caminhada praia = Sim

OU Pesca mar = Sim

OU Banho mar = Sim

ENTÃO Ambiente = Urbano CNF 100%

Regra 3

SE Ambientes freqüentados = Sim

E Estar bastante pessoas = Sim

ENTÃO Movimentação = Sim CNF 100%

Regra 4

SE Museus = Sim

OU Patrimônios históricos = Sim

OU Teatros = Sim

OU Vernissagem = Sim

ENTÃO Locais historicos culturais = Sim CNF 100%

Regra 5

SE Férias em fazendas = Sim

ENTÃO Hotel fazenda = Sim CNF 100%

Regra 6

SE Acampamento = Sim

ENTÃO Camping = Sim CNF 100%

Regra 7

SE Banho cachoeira = Sim

OU Visitar cachoeiras = Sim

ENTÃO Cachoeira = Sim CNF 100%

Regra 8

SE Workshop = Sim

OU Palestras = Sim

OU Cursos = Sim

ENTÃO Eventos instrutivos = Sim CNF 100%

Regra 9

SE Comidas típicas = Sim

OU Danças típicas = Sim

OU Apresentações folclóricas = Sim

E Festas típicas = Sim

ENTÃO Festas regionais = Sim CNF 100%

Regra 10

SE Esportes = Sim

E Assistir esportes = Sim

OU Praticar esportes = Sim

ENTÃO Eventos esportivos = Sim CNF 100%

Regra 11

SE Assistir filmes = Sim

E Filmes telão = Sim

E Assistir filmes junto com várias pessoas = Sim

OU Assistir filmes logo que lançados = Sim

ENTÃO Cinema = Sim CNF 100%

Regra 12

SE Comer fora = Sim

OU Rodízios de pizza = Sim

OU Fast food = Sim

OU Variedade comida uma refeição = Sim

OU Variedade carne uma refeição = Sim

ENTÃO Rest Churr Pizz Lanch = Sim CNF 100%

Regra 13

SE Ir lojas sem andar muito = Sim

E Fazer compras = Sim

OU Variar compras/cinema/lanches = Sim

ENTÃO Shopping center = Sim CNF 100%

Regra 14

SE Emagrecer = Sim

OU Atingir peso = Sim

OU Relaxar cuidar aparência e saúde = Sim

E Dieta atividades físicas = Sim

ENTÃO Spa = Sim CNF 100%

Regra 15

SE Diversão família amigos = Sim

E Várias atrações um local = Sim

ENTÃO Parque temático = Sim CNF 100%

Regra 16

SE Dançar = Sim

E Dançar muitas pessoas = Sim

OU Estar junto de jovens = Sim

ENTÃO Danceterias Boates = Sim CNF 100%

Regra 17

SE Preparado caminhadas = Sim

E Praticar esportes rally rapel = Sim

ENTÃO Esportes radicais = Sim CNF 100%

Regra 18

SE Música = Sim

E Ver cantores = Sim

E Shows = Sim

ENTÃO Shows musicais = Sim CNF 100%

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- [GEN1986] GENARO, Sérgio. **Sistemas especialistas: o conhecimento artificial**. São Paulo: Editora S.A., 1986.
- [GIA1995] GIARRATANO, Joseph C., RILEY, Gary. **Expert systems: principles and programming**. 2.ed. Boston : PWS Publishing Company, 1995. 664p.
- [HAR1988] HARMON, Paul, KING, David. **Sistemas especialistas**. Rio de Janeiro : Campus, 1988.
- [HEC1998] HECKMANN, Jacques Robert. **Sistematização das atuais técnicas de inteligência artificial e análise de sua aplicabilidade**. Blumenau, 1998. Monografia (Pós Graduação em nível de Especialização em Tecnologias de Desenvolvimento de Sistemas) - Universidade Regional de Blumenau.
- [HEI1995] HEINZLE, Roberto. **Protótipo de uma ferramenta para a criação de sistemas especialistas baseados em regras de produção**. Florianópolis : UFSC – Universidade Federal de Santa Catarina, 1995. 145p. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção).
- [KEL1991] KELLER, Robert. **Tecnologia de sistemas especialistas: desenvolvimento e aplicação**. São Paulo : Makron, McGraw-Hill. 1991.
- [LEV1988] LEVINE, Robert I.; DRANG, Diana E.; Barry, Edelson. **Inteligência artificial e sistemas especialistas**. São Paulo : McGraw-Hill, 1988.
- [LIA1997] LIA, Laboratório de Inteligência Artificial. **Expert SINTA: uma ferramenta para a criação de sistemas especialistas**. Novembro, 1997. Endereço eletrônico: <http://www.lia.ufc.br> . Data de aquisição: fevereiro, 2000.
- [RAB1995] RABUSKE, Renato Antônio. **Inteligência artificial**. Florianópolis : Editora da UFSC. 1995.

- [RIB1987] RIBEIRO, Horácio de Cunha e Souza. **Introdução aos sistemas especialistas.** Rio de Janeiro : LTC – Livros Técnicos e Científicos S.A., 1987.
- [RIC1993] RICH, Elaine; KNIGHT, Kevin. **Artificial intelligence.** McGraw-Hill, 1993.
- [WEI1988] WEISS, Sholom M.; KULIKOWSKI, Casimir A. **Guia prático para projetar sistemas especialistas.** Rio de Janeiro: LTC – Livros Técnicos e Científicos S.A., 1988.
- [WIN1987] WINTON, P. H. **Artificial intelligence.** [S.L.] : Addison Wesley, 1987.