

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

**PROTÓTIPO DE UM SISTEMA ESPECIALISTA PARA A
IDENTIFICAÇÃO DA APTIDÃO DO SER HUMANO PARA O
TRABALHO**

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

ÁTILA GOMES COSTA

BLUMENAU, NOVEMBRO/2000

2000/2-10

PROTÓTIPO DE UM SISTEMA ESPECIALISTA PARA A IDENTIFICAÇÃO DA APTIDÃO DO SER HUMANO PARA O TRABALHO

ÁTILA GOMES COSTA

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. Dalton Solano dos Reis

AGRADECIMENTOS

Agradeço aos meus amigos que estiveram sempre ao meu lado dando a maior força, em especial a Luís Henrique Balena, Leonardo Balena e Cassius.

Aos colegas que me deram apoio na realização do meu trabalho como James Rosa e Adriano.

Ao professor Roberto Heinzle, pelo incentivo, orientação e atenção dispensada durante todo o desenvolvimento do trabalho.

A todos os professores do curso que me ajudaram a chegar até esse momento.

Em especial a minha família a qual eu amo muito.

SUMÁRIO

LISTA DE FIGURAS	vi
RESUMO	viii
ABSTRACT	ix
1 INTRODUÇÃO	1
1.1 OBJETIVOS.....	2
1.2 ESTRUTURA.....	2
2 ESCOLHA PROFISSIONAL.....	4
2.1 INTRODUÇÃO À ORIENTAÇÃO VOCACIONAL.....	4
2.2 FATORES QUE INFLUEM NA ESCOLHA PROFISSIONAL.....	5
2.3 CONHECIMENTOS PSICOLÓGICOS QUE INFLUEM NA ESCOLHA VOCACIONAL.....	6
2.4 PSICOLOGIA APLICADA A ORIENTAÇÃO VOCACIONAL.....	8
2.5 AJUDA DO SISTEMA ESPECIALISTA NA ORIENTAÇÃO VOCACIONAL	9
3 SISTEMAS ESPECIALISTAS	10
3.1 ABORDAGEM HISTÓRICA	10
3.2 CONCEITOS	12
3.3 CARACTERÍSTICAS DOS SISTEMAS ESPECIALISTAS.....	12
3.4 ELEMENTOS DE SISTEMAS ESPECIALISTAS	13
3.4.1 BASE DE CONHECIMENTOS.....	14
3.4.2 MECANISMOS DE APRENDIZAGEM E AQUISIÇÃO DO CONHECIMENTO.....	15
3.4.3 MOTOR OU MÁQUINA DE INFERÊNCIA.....	16
3.4.4 SISTEMA DE CONSULTA.....	17
3.4.5 SISTEMA DE JUSTIFICAÇÃO.....	18
3.4.6 QUADRO NEGRO.....	18
3.5 ENGENHARIA DO CONHECIMENTO.....	18
3.6 REPRESENTAÇÃO DO CONHECIMENTO.....	19
3.6.1 FORMAS DE REPRESENTAÇÃO DO CONHECIMENTO.....	20
3.6.1.1 LÓGICA FORMAL.....	20
3.6.1.2 REDES SEMÂNTICAS	20
3.6.1.3 REGRAS DE PRODUÇÃO	21
3.7 FERRAMENTAS DE INTELIGÊNCIA ARTIFICIAL.....	22

3.7.1	PROLOG.....	23
3.7.2	LISP	23
3.7.3	SHELLS.....	24
3.7.3.1	EXPERT SINTA SHELL.....	24
4	DESENVOLVIMENTO DO PROTÓTIPO	27
4.1	FERRAMENTAS E TECNOLOGIAS UTILIZADAS	27
4.1.1	FERRAMENTA CASE.....	27
4.1.2	AMBIENTE DE DESENVOLVIMENTO.....	28
4.1.3	DIAGRAMA DE FLUXO DE DADOS – DFD.....	28
4.1.4	DICIONÁRIO DE DADOS.....	29
4.1.5	CONSTRUÇÃO DO SISTEMA ESPECIALISTA	30
4.1.5.1	AQUISIÇÃO DO CONHECIMENTO.....	30
4.1.5.2	FORMALIZAÇÃO DO CONHECIMENTO.....	30
4.2	IMPLEMENTAÇÃO.....	32
4.2.1	IMPLEMENTAÇÃO NO EXPERT SINTA SHELL.....	32
4.3	IMPLEMENTAÇÃO NO AMBIENTE DELPHI 3.....	35
4.4	APRESENTAÇÃO DAS TELAS DO PROTÓTIPO	36
4.4.1	UTILIZAÇÃO DO PROTÓTIPO.....	36
5	CONCLUSÃO.....	42
5.1	DIFICULDADES	43
5.2	SUGESTÕES	43
	ANEXO 1 - CARACTERÍSTICAS POR GRUPO	44
	ANEXO 2 - VARIÁVEIS	45
	ANEXO 3 - VARIÁVEL OBJETIVO.....	47
	ANEXO 4 - REGRAS	48
	ANEXO 5 - PORCENTAGEM DAS APTIDÕES POR PROFISSÃO	60
	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	67

LISTA DE FIGURAS

FIGURA 1	Componentes de um Sistema Especialista.....	14
FIGURA 2	Sentença que compõe uma regra de produção.....	22
FIGURA 3	Arquitetura de um SE que utiliza Expert SINTA.....	25
FIGURA 4	Tela principal da ferramenta Expert SINTA Shell.....	26
FIGURA 5	Terminologia básica de um DFD.....	28
FIGURA 6	Diagrama de Fluxo de Dados do Protótipo – DFD	29
FIGURA 7	Dicionário de dados.....	29
FIGURA 8	Regra de Produção.....	31
FIGURA 9	Estrutura das regras de produção.....	31
FIGURA 10	Tela de criação de variáveis no Expert SINTA Shell.....	33
FIGURA 11	Tela para definição dos objetivos no Expert SINTA	33
FIGURA 12	Tela de interface no Expert SINTA Shell.....	34
FIGURA 13	Tela de uma regra no Expert SINTA Shell.....	34
FIGURA 14	Paleta de componente Expert SINTA no Delphi.....	35
FIGURA 15	Trecho de código utilizado na implementação.....	35
FIGURA 16	Tela contendo o menu do protótipo.....	36
FIGURA 17	Tela de cadastro de pessoas	37
FIGURA 18	Primeira tela do teste vocacional	38
FIGURA 19	Segunda tela do teste vocacional	38
FIGURA 20	Terceira tela do teste vocacional	39
FIGURA 21	Tela de resultado do teste vocacional.....	39

FIGURA 22	Tela do histórico das regras	40
FIGURA 23	Tela de opção para relatório	40
FIGURA 24	Tela de emissão de relatório	41
FIGURA 25	Tela de dados gerais do protótipo	41

RESUMO

Este trabalho visa identificar através de estudos, as aptidões dos seres humanos. Para isso, será implementado um protótipo de um sistema especialista utilizando a Shell “Expert SINTA”, a qual possui um modelo de representação de conhecimento baseado em regras de produção. O ambiente de desenvolvimento Delphi 3 será utilizada para tornar a interface mais amigável com o usuário.

ABSTRACT

This work seeks to identify through studies, the human beings aptitudes. For that, a prototype of a specialized system will be implemented using the Shell “Expert SINTA”, which has a model of knowledge representation based on production rules. The development atmosphere Delphi 3 will be used to turn the friendliest interface with the user.

1. INTRODUÇÃO

Ao passar dos anos inúmeras profissões surgiram e as pessoas se viam diante de várias carreiras profissionais. Mas qual dessas se encaixaria de acordo com a personalidade da pessoa e lhe pudesse proporcionar prazer e realização. Essa dúvida já começa na escolha de um curso técnico ou de uma faculdade. Com uma definição errada de carreira estariam lançados no campo de trabalho profissionais insatisfeitos com seus empregos.

A informática possibilita ser mais uma forma de auxiliar as pessoas numa orientação. Através de algumas ferramentas de desenvolvimento de sistemas que utilizam um conhecimento específico de uma área para poder resolver problemas, esses sistemas são conhecidos como sistemas inteligentes.

A Inteligência Artificial é a parte da ciência da computação concernente ao projeto de sistemas computacionais que exibem inteligência humana. Aprender novas informações, entender linguagens, raciocinar e resolver problemas ([HAR1988]). Um sistema especialista é um programa de computador destinado a solucionar problemas em um campo específico de conhecimento, que tem para isso uma base de conhecimento deste domínio restrito. Usa um 'raciocínio inferencial' para executar tarefas, e desempenho comparável ao dos especialistas humanos ([PAS1989]). Esse conhecimento se baseia de fatos e heurísticas, fatos esses que são todas as informações necessárias que irão ajudar no desenvolvimento de regras de raciocínio para se alcançar o resultado esperado.

Para auxiliar na construção de sistemas especialistas foram criadas ferramentas de Inteligência Artificial orientadas para engenharia do conhecimento e construção de sistemas especialistas denominadas *shells*, que estão aptas a realizar muito do trabalho necessário para transpor um sistema especialista para o computador. Essas ferramentas permitem que o desenvolvedor do sistema preocupe-se somente com a representação do conhecimento do especialista, deixando para a shell a tarefa de interpretar o conhecimento representado e executá-lo em uma máquina, além de permitir explicações de como o computador

chegou a(s) conclusão(ões). A principal função de uma *shell* é simplificar o trabalho de implementação de um sistema especialista e permitir seu uso por qualquer pessoa sem conhecimentos de informática ([HEI1995]).

Com isso, este trabalho visa a especificação e implementação de um protótipo de um sistema especialista para identificar as aptidões dos seres humanos. Baseado no estudo sobre Inteligência Artificial, mais especificamente na área de Sistemas Especialistas, utilizando a Shell “Expert SINTA”, para representação de conhecimento baseado em regras de produção.

Chegou-se ao objetivo que seria importante construir um protótipo que fosse mais uma alternativa de possibilitar ao indivíduo, a qual profissão ele tem vocação. Possibilitando dessa forma, auxiliar os profissionais de psicologia que utilizam de testes vocacionais não informatizados.

Na implementação do protótipo, a fim de permitir uma interface mais amigável, será utilizado o ambiente Delphi 3. No armazenamento dos dados, o Banco de Dados Paradox e para a especificação dos dados a ferramenta CASE DataArchitect.

1.1 OBJETIVOS

O objetivo principal do trabalho proposto é a especificação e implementação de um protótipo de um sistema especialista de identificação da aptidão para o trabalho, de acordo com as características do indivíduo.

1.2 ESTRUTURA

A seguir serão descritos brevemente os 5 capítulos do trabalho.

O capítulo de introdução apresenta o assunto correspondente ao trabalho, seus objetivos e como está disposto o texto em relação à sua organização.

O segundo capítulo fornece uma introdução à orientação vocacional, fatores externos e internos que influenciam nessa escolha, além de apresentar aplicabilidade da psicologia na orientação escolha profissional sobre as pessoas.

O terceiro capítulo descreve sobre Sistemas Especialistas, seus conceitos, uma abordagem histórica e características. É apresentado a técnica de árvores de decisão, componentes de um sistema especialista e algumas formas de representação do conhecimento, como regras de produção. Também é apresentado algumas ferramentas em inteligência artificial na construção de sistemas especialistas. Além de mostrar uma fundamentação sobre a ferramenta Expert SINTA Shell.

O quarto capítulo apresenta as ferramentas e tecnologias que foram utilizadas para a confecção do trabalho e do protótipo, é apresentado o ambiente utilizado para o desenvolvimento do protótipo, também é descrito a aquisição e a formalização do conhecimento nesse capítulo além de apresentar as telas do protótipo.

O quinto capítulo apresenta as principais conclusões sobre o desenvolvimento do mesmo, as dificuldades encontradas e sugestões do trabalho.

2 ESCOLHA PROFISSIONAL

O capítulo escolha profissional está disposto da seguinte maneira, uma introdução a orientação vocacional abordando o surgimento das idéias que impulsionaram a orientação, são apresentadas os fatores internos e externos que influem nessa orientação vocacional, além da aplicabilidade da psicologia na orientação vocacional.

2.1 INTRODUÇÃO À ORIENTAÇÃO VOCACIONAL

O trabalho, enquanto dimensão da existência, sempre existiu nas sociedades dos homens. Porém, não se pode dizer que o homem sempre pode escolher de trabalhar naquilo que gostaria. No decorrer da história, os homens foram mais ou menos livres para escolher aquilo que gostariam de fazer. Houve períodos em que sequer a preocupação com a escolha pode surgir: nas sociedades de castas, nas de estamentos e nas de classes sociais rígidas. Nos dias atuais, pode-se (se não escolher), preocupa-se com a possibilidade de vir a escolher. Se existe a possibilidade de escolha, existe também a possibilidade de alguém ajudar alguém a escolher, isto é, de orientação ([PIM1984]).

Segundo Walther, a orientação (entendida como ajuda) profissional (a alguém que vai escolher uma profissão, uma ocupação), aparece documentada, pela primeira vez, em 1575 na obra “Examém de Ingénios para as Ciências”, escrita pelo médico espanhol Juan Huarte ([SAN1971]).

De acordo com [SAN1971], as idéias de Parsons impulsionaram a psicologia com objetivo de orientação vocacional, pois se refletia na análise das profissões e com os meios de diagnósticos das aptidões individuais.

A orientação profissional, durante quase a metade do século, teve justamente como preocupação básica, os dois aspectos levantados por Huarte

(indivíduo e profissão). Especialmente depois que Frank Parsons (1909) declarou que o fundamento de uma Orientação Profissional científica consiste em, de uma parte, conhecer o homem e, de outra, conhecer as indústrias ([PIM1984]).

Assim, ao nascer de modo sistematizado (em 1902 – com o primeiro escritório de orientação profissional, em Munich – e em 1908 – com o segundo escritório de orientação profissional em Boston, com Parsons), a Orientação Profissional já estava vinculada à Psicologia. Este vínculo vai permanecer, teoricamente, até 1950 e, praticamente, até hoje. Esta vinculação inicial da orientação vocacional com a psicologia vocacional, já permite ressaltar o aspecto psicologista da orientação vocacional ([PIM1984]).

2.2 FATORES QUE INFLUEM NA ESCOLHA PROFISSIONAL

Com o imenso campo das oportunidades de trabalho existentes na vida moderna criou-se para o homem, sobretudo para os adolescentes, um grande número de problemas que são nitidamente vistos na escolha profissional. Além do avanço da ciência e o progresso generalizado criaram-se novas oportunidades e estas deram origem a um crescente número de opções.

Alguns aspectos levam a alterações nas condições de trabalho, afetando diretamente na escolha profissional, tais como: a divisão crescente do trabalho; especializações; as super-especializações profissionais; as ocupações; as atividades qualificadas, semiqualficadas e não qualificadas. Segundo [SAN1971], a rápida evolução das técnicas de trabalho cria problemas sérios de escolha de profissão, de ensino, de treinamento e de exercício profissional.

De acordo com [SOA1987], para tornar os fatores que interferem na escolha vocacional mais explicativos, foram divididos esses determinantes em fatores políticos, econômicos, sociais, educacionais, familiares e psicológicos, assim sendo:

- fatores políticos está referenciada especialmente à política governamental e seu posicionamento diante à educação, em especial ao 2º grau e à universidade;
- fatores econômicos referem-se ao mercado de trabalho, à falta de oportunidade, à falta de planejamento econômico, à queda do poder aquisitivo da classe média e todas as conseqüências do sistema capitalista;
- fatores sociais dizem respeito à divisão da sociedade em classes sociais, à busca da ascensão social através do estudo e à influência da sociedade na família;
- fatores educacionais compreendem aqueles referentes ao sistema de ensino brasileiro, a crise pela qual tem passado a educação, a necessidade e os prejuízos do vestibular e a questão da universidade de uma forma geral;
- fatores familiares colocam a família como parte importante no processo de inculcação da ideologia vigente. A busca da realização das expectativas familiares em detrimento dos interesses pessoais influência na decisão e na fabricação de papéis determinados;
- fatores psicológicos dizem respeito aos interesses, motivações e habilidades pessoais, à compreensão e conscientização dos fatores determinantes versus a desinformação à qual o indivíduo está submetido.

2.3 CONHECIMENTOS PSICOLÓGICOS QUE INFLUEM NA ESCOLHA VOCACIONAL

Além dos pontos levantados anteriormente, outros devem ser levados em consideração, principalmente os que dizem respeito aos conhecimentos psicológicos. Escolher acertadamente uma vocação tem que levar duas coisas em consideração

que são: o conhecimento de suas características pessoais e o conhecimento das profissões.

A análise dos aspectos das pessoas diferem umas das outras, pois são essas características individuais que possuem papel importantíssimo no ajustamento do indivíduo a sua profissão. De acordo com [VAS1978], são três os aspectos de diferenciação individual geralmente considerados importantes para a adaptação de um determinado indivíduo a uma determinada profissão: as aptidões, os interesses e os traços de personalidade.

Aptidão é uma “condição ou conjunto de características consideradas sintomáticas da facilidade com que o indivíduo pode adquirir, mediante treinamento adequado, conhecimentos, destrezas ou conjuntos de reações usualmente especificados, como a habilidade para falar um idioma estrangeiro, compor música, etc.” As aptidões dizem respeito à capacidade do indivíduo para realizar alguma coisa. A noção de aptidão surgiu da comparação do rendimento obtido por várias pessoas em diferentes tarefas. As medidas de aptidões são usadas com a finalidade de avaliar a facilidade de uma pessoa para realizar uma tarefa específica ([WAR1956]).

Por conseqüência, os rendimentos dos indivíduos numa tarefa costumam ser diferentes, passou-se a dizer que uma pessoa é capaz de fazer tal coisa porque possui a aptidão necessária ou as aptidões necessárias para a realização dessa tarefa. Contudo, é importante salientar que inúmeras aptidões podem se manifestar tardiamente, ou mesmo nunca se manifestam por falta de estímulo ou oportunidade ([SAN1971]).

Outros pontos são de grande importância no encontro vocacional, como os interesses e os traços de personalidade. Os interesses são um conjunto de características pessoais que se manifestam através dos desejos, preferências, gostos e que dizem respeito as necessidades individuais. São os interesses que se manifestam quando o indivíduo se dirige para um objeto, tarefa, ocupação ou diversão.

Os traços de personalidade dizem respeito a um conjunto de traços, crenças, atitudes e valores que se integram numa configuração característica de cada indivíduo. Cada indivíduo possui uma personalidade que difere do outro, podendo apresentar um grau maior ou menor, constituindo assim, o seu modo de ser, em seu modo de agir ou reagir diante das coisas, das pessoas, das situações.

Diante desses três pontos: as aptidões, os interesses e os traços de personalidade. É de enorme importância fazer uma análise e verificar a qual profissão a mais se adequada as suas características. Deste modo a pessoa que tiver um certo conhecimento de seus interesses, uma noção do mercado de trabalho que mais se encaixe a suas aptidões e aos traços de personalidade terá uma maior chance a se realizar profissionalmente. No ANEXO 1 é demonstrado como estão dispostos as características estudadas e como foram divididas nos três grupos que fazem partes dos fatores psicológicos do trabalho.

2.4 PSICOLOGIA APLICADA A ORIENTAÇÃO VOCACIONAL

A psicologia aplicada tornou-se um instrumento útil na solução de muitos problemas práticos, seja na educação, no trabalho, na vida social ou na patologia mental. Possibilitou-se a verificação das aptidões para o trabalho profissional, seja em orientação ou em seleção de pessoal.

Segundo [SAN1971], a psicologia aplicada a orientação vocacional é a mais recente e mais moderna área da Psicologia, com a finalidade de procurar por melhores condições de ajustamento e de eficiência para o trabalho. O Orientador, ou conselheiro Psicológico, atua em grande número de situações, tais como nas escolas, centros sociais, centros de reabilitação, empresa comerciais e industrias, onde quer que haja pessoas que busquem ajuda para melhor aproveitar seus recursos pessoais.

A psicologia vocacional permiti então ajudar uma pessoa a escolher uma ocupação, a prepara-se para ela, ingressar e progredir nela, identificando desse modo suas aptidões, interesses e traços de personalidade nas quais se encaixe nessa ocupação.

2.5 AJUDA DO SISTEMA ESPECIALISTA NA ORIENTAÇÃO VOCACIONAL

Com a mesma finalidade de um psicólogo (no caso de um orientador vocacional), de poder oferecer uma ajuda à aquelas pessoas que possuem alguma dúvida em escolher uma vocação. Este protótipo visa identificar essa vocação através de suas aptidões, interesses e traços de personalidade, além do meio externo a qual se encontra, possibilitando desse modo ser mais uma forma de ajudar o indivíduo no encontro de sua vocação profissional.

O protótipo baseado, em pesquisas de campo com acadêmicos que estão satisfeitos em seus cursos e do levantamento das características visto no ANEXO 2 a qual cada um dos cursos relacionados no ANEXO 3 necessita. Esses dados possibilita o fornecimento de resultados de acordo com as aptidões da pessoa.

Desse modo a implantação de um protótipo desta espécie é mais uma forma de auxílio aos profissionais que procuram orientar as pessoas no encontro de uma vocação.

3 SISTEMAS ESPECIALISTAS

É apresentado neste capítulo uma abordagem histórica descrevendo a evolução da inteligência artificial, também é apresentado o modelo de representação do conhecimento adotado na construção do sistema especialista. Também algumas ferramentas de construção dos sistemas especialistas enfocando o Expert SINTA Shell que utiliza a forma de representar o conhecimento através das regras de produção.

3.1 ABORDAGEM HISTÓRICA

A Inteligência Artificial teve início nos anos 50. O termo “Artificial Intelligence” foi criado em 1956 por John McCarthy, da Universidade de Stanford. As fundações desta área da computação foram estabelecidas com o estudo da lógica matemática, teoria de funções recursivas e processamento de listas. Estas técnicas permitiram a construção de programas de processamento simbólico ([CUN1987]).

No começo da década de 1960 inicializaram 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 ([HEI1995]).

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. Em 1965, Joshua juntou-se a Edward Feigenbaum e Bruce Buchanan para tentar construir um programa que não fosse algorítmico e que usasse regras heurísticas para resolver

os mesmos problemas do DENDRAL. Este novo DENDRAL mostrou a viabilidade dos Sistemas Especialistas e levou pesquisadores de outras universidades a trabalharem no assunto ([HEI1995]).

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. O MACSYMA é um sistema ainda hoje amplamente utilizado em universidades e laboratórios de pesquisa ([HEI1995]).

Posteriormente, já na década de 1970, surgiram importantes e complexos Sistemas Especialistas entre os quais o MYCIN e o PROSPECTOR. O MYCIN é um sistema na área médica para detectar e diagnosticar doenças infecciosas. O objetivo principal do sistema é recomendar uma terapia para o paciente encontrando primeiro a causa da doença com base em observações clínicas que são informadas pelo usuário e então avaliadas utilizando a sua base interna de conhecimentos. O PROSPECTOR é um sistema para dar suporte a geólogos na exploração mineral. 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, 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 ([HEI1995]).

Também nesta década 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 ([CUN1987]).

Com o passar da década de 80, surgiram inúmeras aplicações comerciais no mercado de software devido em parte ao fato do avanço tecnológico no que se refere aos recursos de hardware, ocorridos neste período. Produtos na área médica e matemática merecem destaque nesta década.

3.2 CONCEITOS

Sistemas especialistas segundo [LIM1999], são sistemas desenvolvidos para conter em si o conhecimento de um ou mais especialistas, ou seja, são sistemas projetados para solucionar problemas e realizar tarefas simulando a tomada de decisão de especialistas em diferentes áreas.

Um sistema especialista é definido basicamente como sendo um sistema para resolver problemas de uma área específica através do conhecimento do especialista desta área. É definido por [LEV1988] como “um sistema de inteligência artificial criado para resolver problemas em um determinado domínio”.

Para [RIB1987] “um sistema especialista é aquele que é projetado e desenvolvido para atender a uma aplicação determinada e limitada do conhecimento humano. É capaz de emitir uma decisão, com apoio e conhecimento justificado, a partir de uma base de informações tal qual um especialista de determinada área do conhecimento humano”.

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.

3.3 CARACTERÍSTICAS DOS SISTEMAS ESPECIALISTAS

Segundo [RIB1987], os sistemas especialistas tentam modelar o comportamento do raciocínio humano na tentativa de resolver problemas. Eles podem ser projetados para fornecer um treinamento desde que contenham conhecimento necessário e capacidade para explicar os processos desse raciocínio.

Os sistemas especialistas, portanto, caracterizam-se por armazenar um conhecimento sobre uma área específica podendo armazenar estas informações de forma organizada possibilitando simplificar a busca a soluções requeridas. Devem ainda conter um mecanismo de inferência ou raciocínio que possibilite responder aos questionamentos, justificar suas conclusões ainda ter capacidade para “aprender” novos conhecimentos ([HEI1995]).

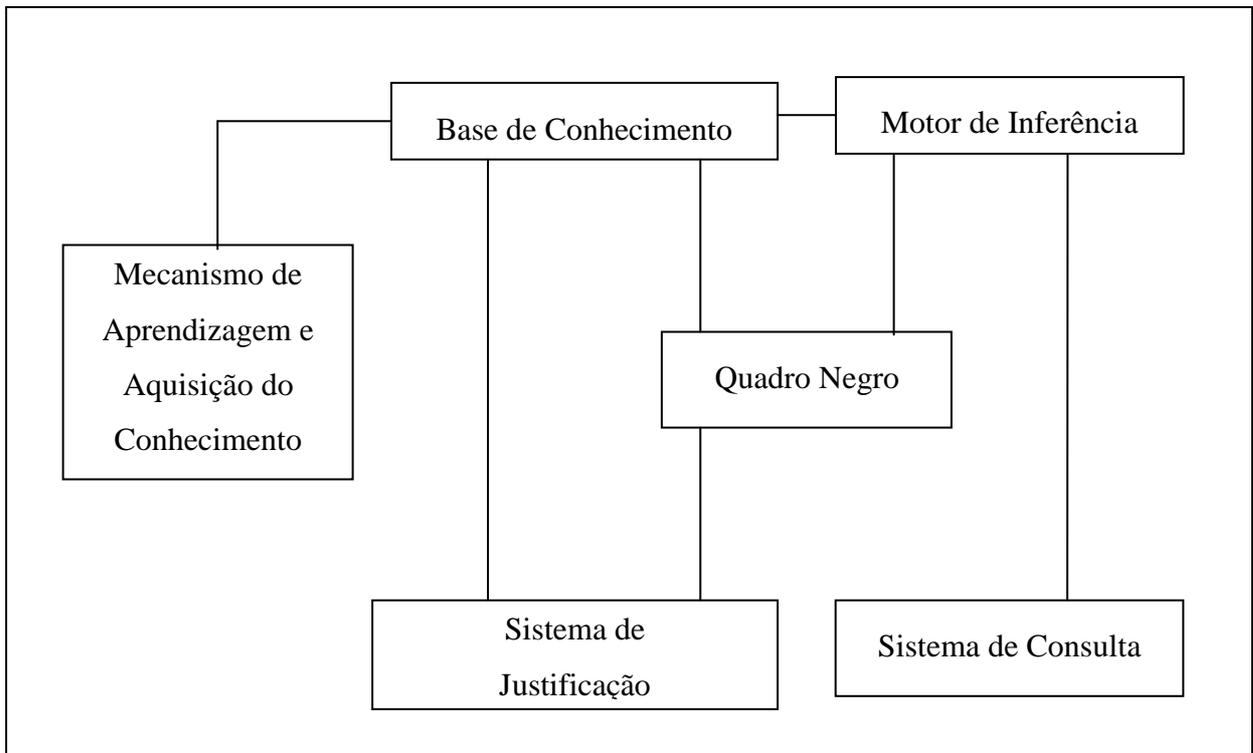
Para representar o desempenho de especialistas humanos, o sistema especialista deve constituir de dados a respeito do assunto e regras formais que descrevem relações para resolução de problemas de forma criativa, correta e eficiente. Esta habilidade representa uma série de palpites e regras intuitivas que o especialista utiliza para resolver os problemas, e sua aplicação possibilita, de uma maneira mais econômica, a chegada à soluções aceitáveis, embora nem sempre ótimas.

De acordo com [HEI1995], sistemas especialistas distingue dos sistemas tradicionais pela utilização de técnicas de inferência que manipula 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.

3.4 ELEMENTOS DE SISTEMAS ESPECIALISTAS

Existem vários modelos de representação da arquitetura de sistema especialista, porém será apresentado um modelo adotado por muitos autores. Esse modelo de sistema especialista é constituído por 6 módulos principais: base de conhecimento, motor de inferência, mecanismo de aprendizagem / aquisição do conhecimento, quadro negro, sistema de justificação e sistema de consulta. O relacionamento entre esses são, conforme a figura 1.

Figura 1 – Componentes de um Sistema Especialista



Fonte: [HEI1995].

3.4.1 BASE DE CONHECIMENTOS

A base de conhecimento de um sistema especialista compreende um depósito de conhecimento de uma área específica. É constituída de fatos e regras, representados por regras de produção, quadros, redes semânticas ou outra forma qualquer, relacionados ao domínio do problema. As regras podem ser heurísticas que permitem resolver problemas dentro do domínio de conhecimento específico a que se destina o mesmo. As regras de produção são a forma mais utilizada para representar o conhecimento, sendo compostas de premissa e conclusão.

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, aquisição do conhecimento e o quadro negro.

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]).

3.4.2 MECANISMO DE APRENDIZAGEM E AQUISIÇÃO DE CONHECIMENTO

Aquisição de conhecimentos é definida como a transferência de conhecimento de uma fonte determinada, podendo ser esta fonte de livros ou peritos humanos.

[TUR1993] define a atividade de engenharia de conhecimentos como “A arte de extrair só o relevante dos problemas que requerem especialistas humanos para obter-se as soluções dos mesmos. O uso correto das técnicas de aquisição de conhecimento levam à definição de linhas justificáveis da importância do problema e ao projeto da base de conhecimento do sistema.

Segundo [LEV1988], a aquisição de conhecimento é a que apresenta maior dificuldade devido a inexistência de uma linguagem comum de entendimento entre as pessoas 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.

De acordo com [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.

3.4.3 MÁQUINA DE INFERÊNCIA OU MOTOR

A máquina de inferência ou motor, é que manipula a base de conhecimento. Esta realiza a tarefa de busca das regras necessárias a serem avaliadas, ordenadas de uma maneira lógica, e a partir daí direciona o processo na obtenção da conclusão do problema em questão. A maneira mais comum de se obter uma conclusão é através do encadeamento de regras.

Nos sistemas especialistas, a máquina de inferência, representa o meio pelo qual o conhecimento é manipulado, utilizando-se das informações armazenadas na base de conhecimento, para resolver problemas. Para isto, deve haver uma linguagem ou um formato específico no qual o conhecimento possa ser expresso para permitir o “raciocínio” e inferência. Métodos de inferência são necessários para fazer uso apropriado e eficiente em uma base de conhecimento para alcançar os propósitos desejados.

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”.

A máquina de inferência, de certo modo, tenta imitar os tipos de pensamento que o especialista humano emprega quando resolve 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.

De acordo com [WEI1988], os sistemas especialistas geralmente adotam uma das seguintes estratégias de raciocínio:

- a) raciocínio para frente (*forward*): essa estratégia 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 não haja mais regras de realização a serem invocadas;

- b) raciocínio para trás (*backward*): direcionado pela meta. O sistema faz o caminho inverso partindo da solução do problema (meta) e tenta verificar se é verdadeira através de suas condições, que passam a ser então submetas a serem também provadas. Isto ocorre sucessivamente até se chegar a um conjunto de condições verificáveis.

3.4.4 SISTEMA DE CONSULTA

Para [HEI1995], “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 conhecimento. Estes sistemas devem, portanto, oferecer bons recursos de comunicação que permitam, até o usuário sem conhecimentos computacionais, tirar proveito dos mesmos.

De acordo com [HEI1995], “a maioria dos sistemas existentes usam técnicas simples de interação com o usuário, quase sempre utilizando perguntas já pré-formatadas e respostas tipo múltipla escolha. Outra técnica é a definição de uma sintática simples com um vocabulário restrito e limitado, própria para utilização no sistema. Recentemente, entretanto, intensas pesquisas tem sido feitas no sentido de tornar o computador capaz de entender a linguagem natural humana. Esta tecnologia é todavia um outro campo de estudo da inteligência artificial cujo desenvolvimento será de extrema valia para toda a área da computação”.

3.4.5 SISTEMA DE JUSTIFICAÇÃO

A função do módulo de justificação é esclarecer ao usuário sobre como o sistema chegou a uma conclusão ou porque uma pergunta está sendo feita. Ele é, na verdade, um recurso de questionamentos fornecido ao usuário.

O sistema de justificação é um módulo importante dos sistemas especialistas, pois em muitos dos domínios nos quais os sistemas operam, as pessoas não aceitam resultados se estes não estiverem devidamente justificados ([HEI1995]).

[RIB1987], descreve que “este módulo interage com o usuário esclarecendo-se 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 usa o sistema”.

3.4.6 QUADRO NEGRO

Segundo [RIB1987] o quadro negro, também denominado rascunho, é uma área de trabalho que o sistema utiliza durante o processo de inferência. Nesta área são armazenadas informações de apoio e suporte ao funcionamento do sistema quando este está raciocinando, ocasionando assim a verificação de fatos e hipóteses. Todos os sistemas especialistas usam o quadro negro, porém, nem todos o explicitam como componente do sistema.

3.5 ENGENHARIA DO CONHECIMENTO

O processo que envolve a construção de um sistema especialista é geralmente chamado de Engenharia do Conhecimento. Esse processo reúne de

uma forma interativa o desenvolvedor do sistema especialista, chamado Engenheiro do Conhecimento, e um ou mais especialistas em alguma área. O engenheiro do conhecimento recolhe todas as informações necessárias dos especialistas, como, seus procedimentos, estratégias e regras práticas para solução de problemas, para construir um sistema especialista. O resultado é um sistema que resolverá problemas da forma que fosse os próprios especialistas humanos ([RIB1987]).

A Aquisição de Conhecimento, é um processo que envolve toda a extração do conhecimento, sem essa etapa não seria possível construir um sistema especialista. Com um sistema especialista pronto e sua base de conhecimento sendo eficaz, esse sistema especialista é capaz de produzir boas soluções para problemas em um campo específico.

3.6 REPRESENTAÇÃO DO CONHECIMENTO

Antes de mais nada, utilizar um método de Representação de Conhecimento é importante para o desenvolvedor, pois um sistema especialista poderá resolver problemas com o volume de conhecimentos adquiridos e representados nesse método.

De acordo com [RAB1995], para saber qual o tipo de representação de conhecimento que deverá ser usada em um determinado problema, considera-se o uso final do conhecimento, que pode ser aquisição de mais conhecimento, recuperação de conhecimento ou "raciocínio" sobre esse conhecimento para se obter uma solução.

A importância na representação do conhecimento está também na sua recuperação posterior, pois com essa recuperação e sua execução de raciocínio possibilitará adquirir mais conhecimento ([RAB1995]).

Existem inúmeras formas de representação do conhecimento, dentre elas algumas são citadas nesse trabalho, tais como: Lógica Formal, Redes Semânticas e Regras de Produção.

3.6.1 FORMAS DE REPRESENTAÇÃO DO CONHECIMENTO

3.6.1.1 Lógica Formal

De acordo com [RAB1995], a Lógica Formal, é a maneira clássica para representar o conhecimento contido na veracidade de argumentos. A vantagem da representação formal é a existência de um conjunto de regras, chamadas regras de inferência, onde fatos conhecidos como verdadeiros são usados para derivar outros fatos que serão verdadeiros também, porém torna difícil incluir aspectos heurísticos na sua construção.

3.6.1.2 Redes Semânticas

As redes semânticas são estruturas de rede formadas por nós, na qual são interconectados através de arcos rotulados ([HEI1995]). As redes semânticas, foi desenvolvida como um modelo explicitamente psicológico de memória associativa humana, e tornou-se um método padrão de representação para inteligência artificial e sistema especialista.

Os nós representam objetos, conceitos e eventos; os arcos rotulados podem ser definidos numa variedade de modos, dependendo do tipo de conhecimento a ser representado. As redes semânticas possibilitam qualquer tipo de ligação entre os nós desde que estas consigam transmitir o que significam ([HEI1995]).

3.6.1.3 Regras de Produção

A representação do conhecimento através das regras de produção tornou-se um modelo geral de solução de problemas. O termo “sistema de produção” é utilizado hoje em dia, para descrever os sistemas que tem 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.

A parte SE da regra é chamada de corpo, parte antecedente ou lado esquerdo e deve ser avaliada em relação à base de conhecimentos como um todo. Quando existe o ajuste buscado pelo mecanismo de avaliação a ação correspondente especificada no lado direito, ou parte conseqüente, é executada. As condições na parte antecedente da regra devem ser satisfeitas para que a ação, na parte conseqüente, seja considerada. Se qualquer premissa falhar o lado direito também falha.

A representação do conhecimento por regras de produção é a forma mais utilizada em sistemas especialistas. A justificativa é a naturalidade que representa para o homem pois o par “condição-ação”, para raciocinar e decidir, também é usado pela mente humana. Estima-se que cerca de oitenta por cento dos sistemas existentes utilizam esta forma de representação do conhecimento ([HEI1995]).

Características das Regras de Produção:

São constituídas por duas partes: premissa (se) e conclusão (então).

Por exemplo:

Sentença (expressa informações sobre o mundo - fatos) - Todo homem é racional, conforme a figura 2.

Figura 2 - Sentença que compõe uma regra de produção

Regra: SE X é homem (premissa) ENTÃO X é racional (conclusão).
--

As premissas servem como parâmetro para mapear a memória de trabalho. Contém os antecedentes da conclusão, ou seja, as condições que permitem ao sistema chegar a determinados resultados.

A conclusão representa o resultado de um encadeamento lógico das premissas, pode representar também as possíveis saídas do sistema. Implica uma alteração ou adição de novos fatos à memória de trabalho.

A forma como as premissas e as conclusões se relacionam depende das estratégias de controle que podem ser: encadeamento para frente, para trás e sistema híbrido.

Seu objetivo é fazer com que a máquina seja capaz de realizar deduções a partir das regras que lhe foram previamente fornecidas (é uma das formas mais conhecidas de representação do conhecimento para sistemas de pequeno porte).

3.7 FERRAMENTAS DE INTELIGÊNCIA ARTIFICIAL

São ferramentas de desenvolvimento de sistemas especialistas, que apoiam e facilitam a construção desses sistemas, e se utilizam de uma série de técnicas da inteligência artificial. Outro tipo de ferramentas de grande importância na construção de sistemas especialistas são as SHELLs, pois são ferramentas que possuem uma

grande importância na construção e gerência de base de conhecimentos nos sistemas especialistas.

3.7.1 PROLOG

PROLOG, palavra que expressa uma abreviação de “PROgramming in LOGic”, é o nome da linguagem de programação que vem despontando mais e mais como ferramenta de inteligência artificial. É uma linguagem de programação nascida no início da década de 70, na Universidade de Edimburgo (Escócia).

PROLOG é uma linguagem declarativa (‘tipo/ o que’), inicialmente com o objetivo para processamento de linguagem natural. Essa linguagem é orientada para o processamento simbólico, tendo bons recursos para processamento de listas ([RAB1995]).

Segundo [RIB1987], sua utilização é muito acentuada principalmente pela comunidade científica europeia e japonesa que estuda inteligência artificial. PROLOG possui uma nova filosofia de programação, que consiste em se definirem apenas as relações e fatos para o que se deseja fazer.

3.7.2 LISP

LISP, é uma abreviação de “List Processing”, foi criada por John McCarthy, em 1958, no Instituto de Tecnologia de Massachusetts ([RAB1995]).

Originalmente a linguagem destina-se à computação simbólica tendo sido posteriormente estendida e refinada para atender às necessidades dos programas na área de inteligência artificial. O LISP é uma linguagem procedural, sendo escrita em forma de um algoritmo. Além de possuir uma sintaxe e a semântica numa estrutura na forma de lista.

Por essas razões fazem do LISP uma linguagem simples que permite um aprendizado rápido e confiável.

3.7.3 SHELLS

Com o objetivo de apoiar e simplificar o processo de construção de sistemas especialistas foi desenvolvida ferramenta “Shells”. São softwares que contêm alguns dos principais elementos de um sistema especialista, tal como, o motor inferência, e outros.

Essas ferramentas Shells estão aptas a realizar muito do trabalho necessário para transpor um sistema especialista para um computador, sendo assim, permitem que o desenvolvedor do sistema especialista se preocupe apenas com a representação de conhecimento do especialista, deixando para a Shell a tarefa de representar o conhecimento e executá-lo em uma máquina, além de permitir depurações e explicações de como o computador chegou àquela(s) conclusão(ões).

Segundo [RAB1995], 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”.

A utilização de ferramentas Shells, facilita em muito na redução do tempo, do trabalho na construção de sistemas especialistas porque não exige maiores preocupações com minúcias de programação bastando apenas ao usuário o aprendizado do sistema especialista e a elaboração da base de conhecimentos.

3.7.3.1 EXPERT SINTA SHELL

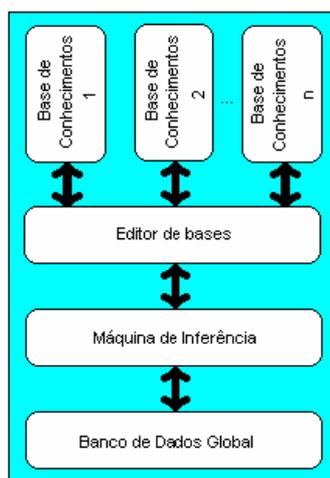
O Expert Sinta Shell é uma ferramenta que gera sistemas especialistas automaticamente utilizando técnicas de inteligência artificial.

Esta ferramenta utiliza um modelo de representação do conhecimento baseado em regras de produção 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 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 nas características apontadas pelo usuário. Como exemplo, tem-se sistemas de diagnósticos médicos e configuração de redes de computadores ([LIA1997]).

Os sistemas especialistas que utilizam o *Expert SINTA* possuem a seguinte arquitetura, conforme mostra a figura 3.

Figura 3 - Arquitetura de um sistema especialista que utiliza Expert SINTA



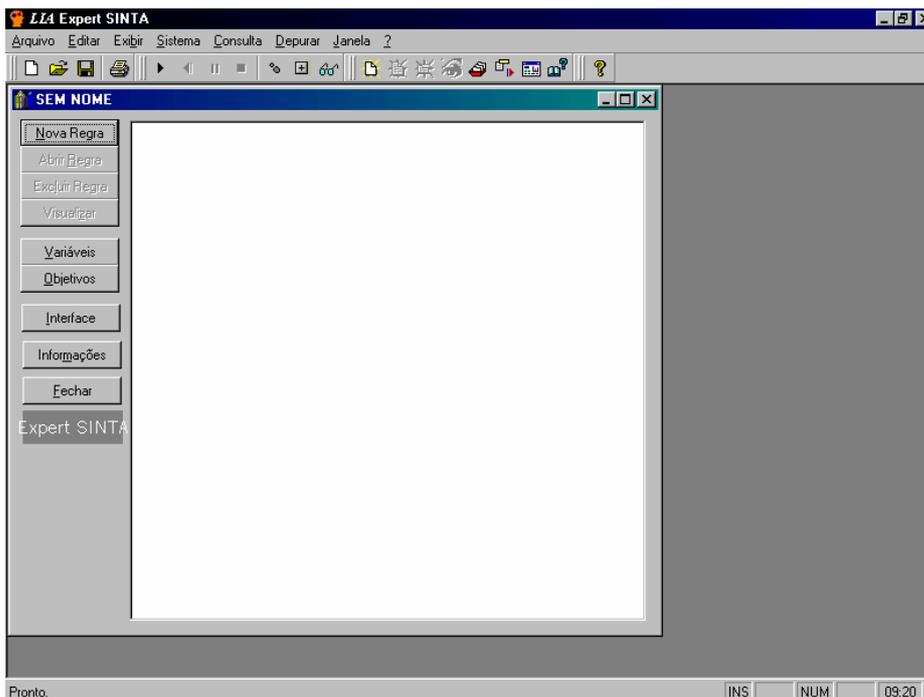
Fonte: [LIA1999].

- **base de conhecimentos** representa a informação (fatos e regras) que um especialista utiliza, conforme descrito anteriormente na seção 3.4.1 deste trabalho;

- **editor de bases** é o meio pelo qual a *shell* permite a implementação das bases desejadas;
- **máquina de inferência ou motor** é o responsável pela ação repetitiva de buscar, analisar e gerar novos conhecimentos, conforme descrito anteriormente na seção 3.4.3 deste trabalho;
- **banco de dados global** são as evidências apontadas pelo usuário do Sistema Especialista durante uma consulta.

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*) ([LIA1999]) (Figura 4).

Figura 4 – Tela principal da ferramenta Expert SINTA Shell



A utilização da shell Expert SINTA torna possível, com uma base de conhecimento, construir um sistema especialista com base em regras de produção alcançar resultados esperados. No caso foi utilizado na área da psicologia aplicada a orientação vocacional. A construção das regras de produção podem ser vistas no ANEXO 4.

4 DESENVOLVIMENTO DO PROTÓTIPO

Para implementação do protótipo foi utilizado regras de produção para representação do conhecimento, essa representação foi construída através da Shell Expert SINTA. E um módulo de interface para permitir uma interação melhor com o usuário, desenvolvido em Delphi 3, além disso, permitiu-se também o cadastramento das pessoas que realizam a consulta.

4.1 FERRAMENTAS E TECNOLOGIAS UTILIZADAS

Será apresentado uma idéia geral sobre sobre a ferramentas CASE em questão, e também sobre o ambiente de desenvolvimento Delphi 3.

4.1.1 FERRAMENTA CASE

Segundo [FIS1991], as ferramentas CASEs são utilizadas para oferecer auxílio nas fases de análise dos requisitos e de especificação de projeto de software.

O DataArchitect é uma ferramenta que fornece muitas vantagens no que diz a respeito da aproximação em dois níveis de projeto: conceitual e o nível físico. O DataArchitect trás facilidades como modelar um sistema de informação usando um diagrama de entidade-relacionamento – DER, gerar um modelo de dados físico correspondente, para um sistema de administração de banco de dados de alvo (SABD), considerando a especificação do SABD escolhido. Além da personalização e impressão de relatórios do modelo.

4.1.2 AMBIENTE DE DESENVOLVIMENTO

O Delphi é um ambiente de desenvolvimento de aplicações, orientado a objeto, que permite o desenvolvimento de aplicações para os sistemas operacionais Windows 3.11, superior e Windows NT. Possui ferramentas de desenvolvimento, como *templates* e *experts* de aplicações e formulários, que aumentam muito a produtividade, facilitando a programação de aplicação ([ENG1997]).

A implementação no ambiente Delphi torna-se possível nesse caso através de uma biblioteca Expert SINTA VCL, pois permite a transferência do Sistema Especialista desenvolvido no Expert SINTA Shell para o ambiente de desenvolvimento Delphi 3. Utilizou-se da versão 3 do Delphi pelo motivo que a biblioteca disponível era implementada para essa versão.

4.1.3 DIAGRAMA DE FLUXO DE DADOS – DFD

O Diagrama de Fluxo de Dados permiti a avaliação do modelo junto com os usuários, de forma a se identificar as falhas o mais rápido possível.

A terminologia básica usada em um DFD, pode ser visualizada na figura 5.

Figura 5 – Terminologia básica de um DFD

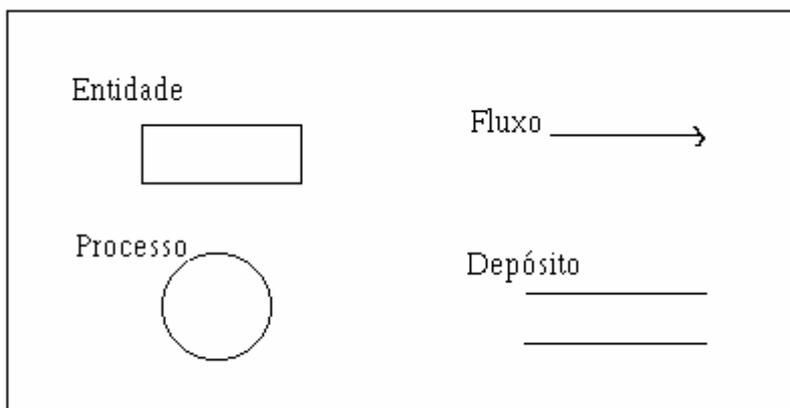
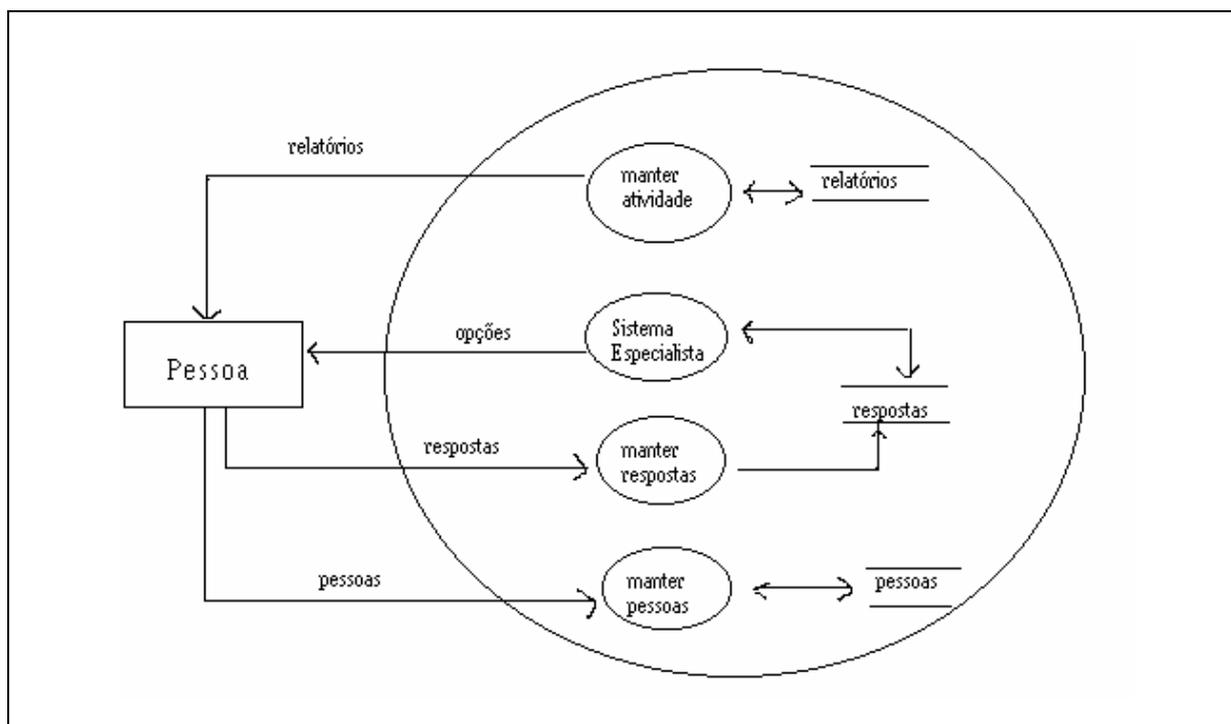


Figura 6 – Diagrama de Fluxo de Dados do Protótipo – DFD



4.1.4 DICIONÁRIO DE DADOS

O dicionário de dados fornece a informação de texto de suporte para complementar a informação gráfica mostrada no DFD. É simplesmente um grupo organizado de definições, de todos os elementos de dados do sistema sendo modelado, conforme a figura 7.

Figura 7 – Dicionário de Dados

Nome	Descrição	Tipo	Tamanho
Cd_codigo	Código	Numérico	-
Mn_nome	Nome	Alfanumérico	15
En_endereco	Endereço	Alfanumérico	20
Cs_conclusao	Conclusão	Memo	15

4.1.5 CONSTRUÇÃO DO SISTEMA ESPECIALISTA

Com a utilização da ferramenta Expert SINTA Shell na construção de um Sistema Especialista, essa Shell gera para esse sistema especialista uma base de conhecimento a qual o especialista fornecerá as informações necessárias na elaboração das regras. A máquina de inferência responsável pelas deduções sobre a base de conhecimentos também será construída pela ferramenta.

A finalidade do Expert SINTA Shell é o de construir o sistema especialista, se preocupando dessa forma com a geração de códigos e de acordo com a disposição das variáveis, objetivos a manipulação das regras.

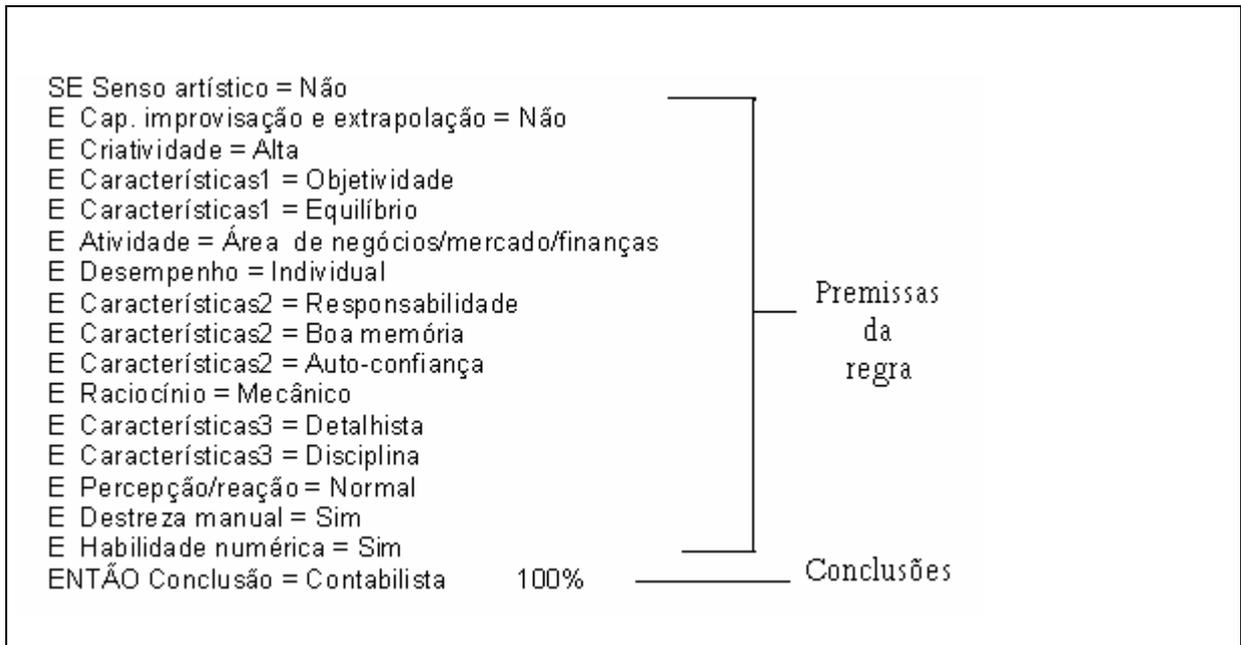
4.1.5.1 AQUISIÇÃO DO CONHECIMENTO

Para a realização do protótipo foi levantado inicialmente uma nova base de conhecimento, construído através da aquisição de conhecimento fornecido por informações de professores e acadêmicos da área de psicologia da FURB. Também realizou-se uma pesquisa de campo com alunos de diversos cursos além dos livros voltados a orientação vocacional. Esses dados estão disponíveis no ANEXO 5 a qual esta representado em porcentagem as respostas levantadas de acordo com a pesquisa de campo.

4.1.5.2 FORMALIZAÇÃO DO CONHECIMENTO

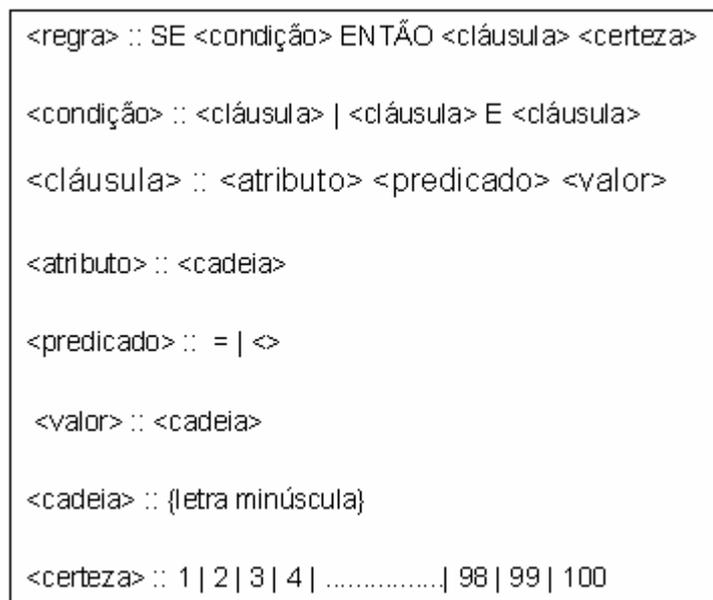
A forma da representação do conhecimento utilizada nesse sistema especialista é a regra de produção. O conceito das regras de produção estão dispostas na seção 3.6.1.3 com todas explicações devidas. Na figura 8 é demonstrado a formalização de uma das regras de produção.

Figura 8 – Regra de produção



A estrutura das regras é representada abaixo, expressa pela notação BNF(Backus-Naur Form) ([HEI1995]), conforme mostra a figura 9.

Figura 9 – Estrutura das regras de produção



Como se observa na BNF, a regra é formada pelas partes SE e ENTÃO. Na parte SE, ou antecedente, da regra estão as premissas (caudas). Ela é formada por uma ou mais cláusulas. Já na parte ENTÃO, ou conseqüente (cabeça), está a conclusão da regra que é formada por uma cláusula única.

Uma cláusula é uma combinação de um atributo, um predicado e um valor. Os atributos e valores são cadeias de caracteres que o usuário cria livremente. Os predicados utilizados na regra são “=”(igual) e “<>”(diferente). Para cada regra existe ainda um fator de certeza, este fator de certeza expressa o grau de certeza do conjunto de cláusulas que compõem a regra.

No trabalho proposto a formalização do conhecimento se faz presente na construção das regras de produção do tipo SE .. ENTÃO, como pode ser vista na figura 8, contribuindo dessa forma no alcance de deduções e manipulação das regras previamente armazenadas.

4.2 IMPLEMENTAÇÃO

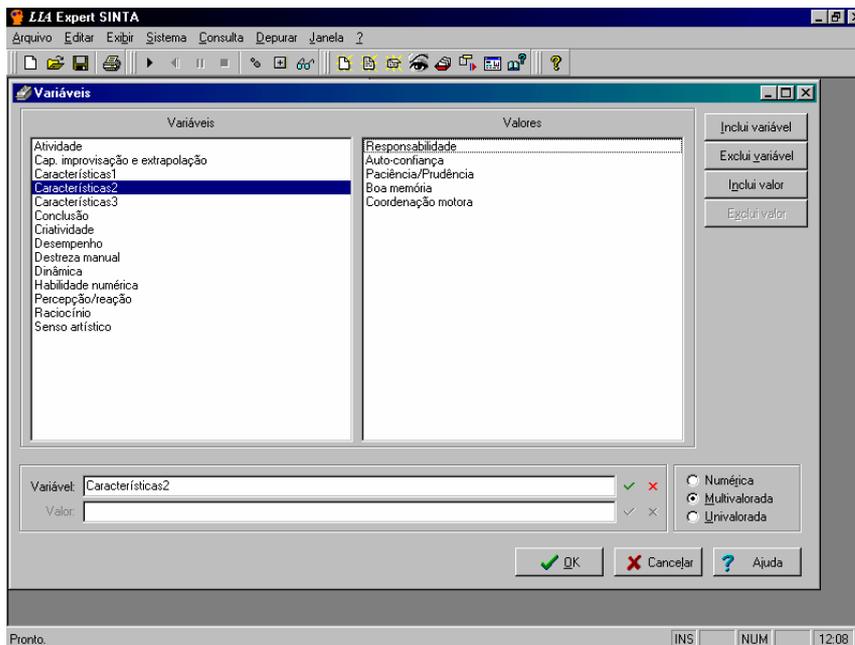
A implementação do protótipo foi realizada em duas partes. Na parte inicial fez-se um sistema especialista no Expert SINTA Shell onde seu objetivo é saber a verdadeira necessidade do usuário. Na segunda parte é realizada uma comunicação entre o Expert SINTA shell com o ambiente Delphi, onde permiti o cadastramento das pessoas e seus resultados, a realização do teste vocacional e fornece ainda um relatório das pessoas que fizeram o teste.

4.2.1 IMPLEMENTAÇÃO NO EXPERT SINTA SHELL

Na construção de uma nova base de conhecimento no Expert SINTA Shell é necessário seguir os seguintes passos. O primeiro passo é o de criação das variáveis e seus respectivos valores. Propiciando uma base organizada e fácil

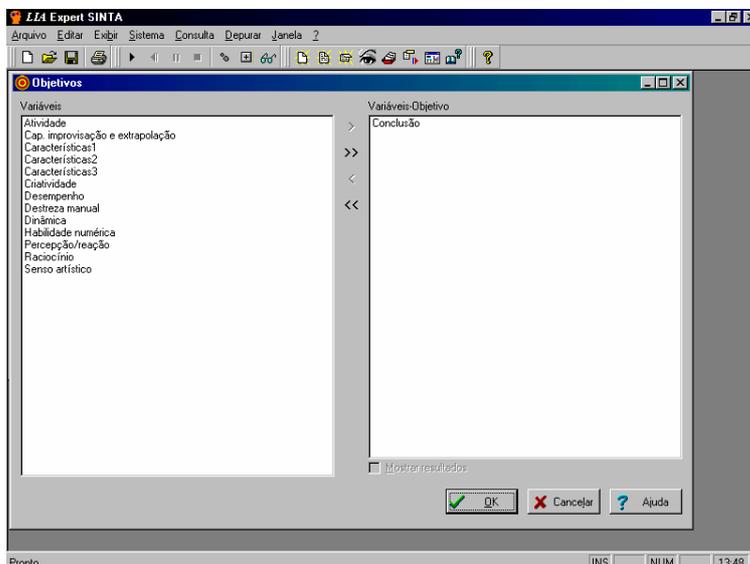
manutenção se for o caso. Conforme demonstrado na figura 10, tela de criação de variáveis. As figuras 10, 11, 12 e 13 apresentam os passos da construção da base de conhecimento do protótipo.

Figura 10 – Tela de criação de variáveis no Expert SINTA Shell



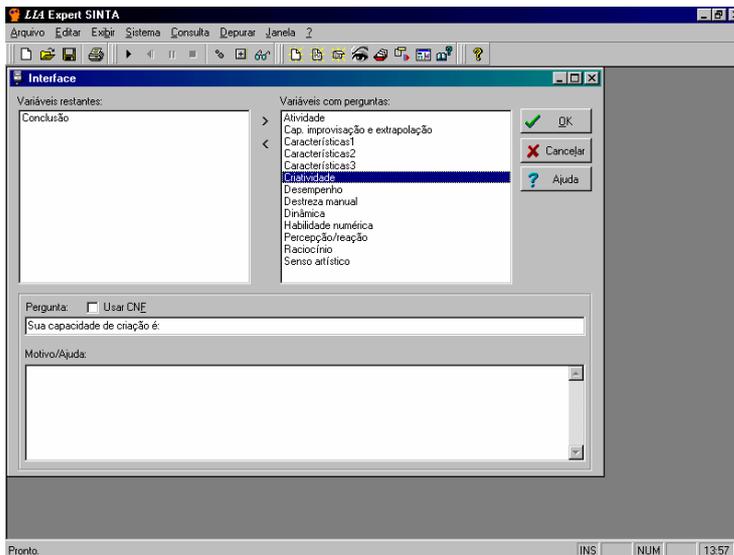
Após a criação das variáveis são definidas os objetivos que o sistema especialista deve mostrar na tela final. O objetivo no protótipo a ser apresentado na tela final é a Conclusão que informa a vocação profissional alcançado de acordo com as características selecionadas na consulta. A tela de definição dos objetivos está demonstrada conforme a figura 11.

Figura 11 – Tela para definição dos objetivos no Expert SINTA Shell



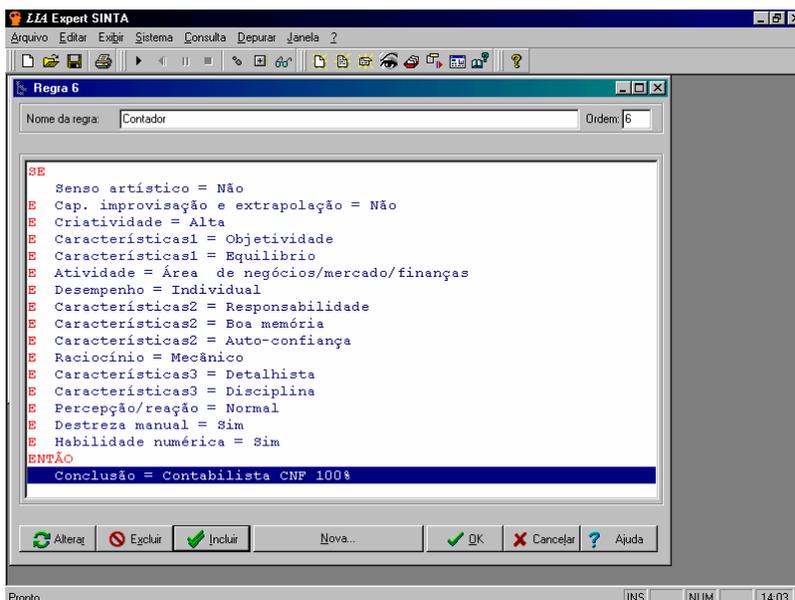
Após a criação das variáveis e definição dos objetivos, o passo seguinte é a interface, nessa seção cada variável pode receber uma pergunta que servirá de comunicação entre o usuário e o sistema. Na figura 12 nota-se um exemplo.

Figura 12 – Tela de interface no Expert SINTA Shell



Por último a criação das regras de produção na qual é feita a modelagem do conhecimento humano. Na figura 13 é mostrado um exemplo de regra.

Figura 13 – Tela de uma regra no Expert SINTA Shell

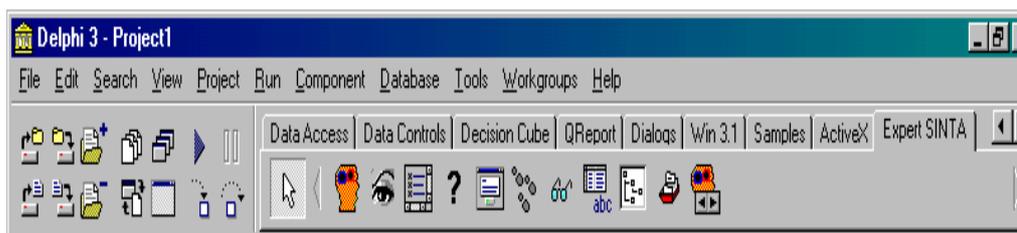


A máquina de inferência manipula essa base de conhecimento, o sistema de justificação pode ser visto na figura 20 na qual descreve os passos a qual se alcançou um resultado.

4.3 IMPLEMENTAÇÃO NO AMBIENTE DELPHI 3

Como foi comentado anteriormente na seção 4.1.2, a implementação no ambiente Delphi 3 é alcançado através da biblioteca Expert Sinta VCL, que possibilita a transferência do sistema especialista desenvolvido no Expert SINTA Shell para o Delphi 3. O componente pode ser visualizado na figura 14.

Figura 14 – Paleta de componentes Expert SINTA no ambiente Delphi 3



Na figura 15 é demonstrado um trecho do fonte do protótipo, a qual está relacionado com operação de botões que atuam na habilitação das telas da pesquisa vocacional.

Figura 15 – Trecho de código utilizado na implementação

```
U_consulta.pas
U principal | U Relatório | U resultado | U sobre | P vocacional | U_consulta | U Entrada | U pessoa |

procedure TFr_consulta.B_retornarClick(Sender: TObject);
begin
  Notebook.PageIndex := Notebook.PageIndex - 1;
  if Notebook.PageIndex = 0 then
    B_retornar.Enabled := false;
    B_avancar.Enabled := true;
end;

procedure TFr_consulta.B_avancarClick(Sender: TObject);
begin
  Notebook.PageIndex := Notebook.PageIndex + 1;
  if Notebook.PageIndex = 2 then
    begin
      B_avancar.Enabled := false;
      B_consultar.Enabled := true;
    end;
    B_retornar.Enabled := true;
end;

procedure TFr_consulta.B_consultarClick(Sender: TObject);
var
  Idx : SmallInt;
begin
```

4.4 APRESENTAÇÃO DAS TELAS DO PROTÓTIPO

4.4.1 UTILIZAÇÃO DO PROTÓTIPO

É apresentado na figura 16 uma tela contendo o menu principal do protótipo. Essa tela permite o acesso a todas opções do protótipo. Na figura 17 é apresentado o cadastro das pessoas que irão realizar o teste vocacional, após o cadastramento da pessoa a tela do teste começa automaticamente, e a pessoa tem que fornecer as respostas de acordo com suas características que possui.

Nessa figura 16, observa-se no menu principal as funções de cadastrar a pessoa que estiver executando o teste. A função de consulta, no caso se a pessoa preferir fazer o teste sem se cadastrar. A possibilidade de emitir um relatório das pessoas cadastradas e seus resultados alcançados. Também no menu a opção que apresenta dados gerais e o de sair do protótipo.

Figura 16 – Tela contendo o menu do protótipo



Na figura 17 apresenta a tela de cadastro da pessoa, na qual a pessoa informa um código, seu nome e seu endereço, após gravar essas informações entra automático na tela do teste vocacional. No final do teste o resultado alcançado é cadastrado ao fechar a tela, e se por acaso a pessoa quiser fazer novamente o teste, ela apenas selecionará seu nome marcando com o mouse e clicará no último botão a direita no canto de baixo da tela de cadastro de pessoa. Será feito um novo teste, apagando assim o resultado do teste anterior.

Figura 17 – Tela de cadastro de pessoas

Cd_codigo	Mn_nome	En_endereco
3123	jose	rua: Lazio nro:15

 Este botão lhe dá a opção de realizar novamente o seu teste vocacional, apagando o resultado alcançado anteriormente.

As figuras 18 ,19 e 20 apresentam as três janelas as quais compõe o teste vocacional. No final do teste a pessoa pode verificar o resultado através do botão consultar. Se a pessoa quiser fazer o teste sem se cadastrar, ela apenas entra na tela Consultar pelo menu principal e o realiza mas não terá os dados cadastrados.

Nessas três janelas estão dispostos, treze itens as quais relacionam-se com as características que a pessoa, que estiver realizando o teste, possui. Na figura 19, é mostrado um help com a finalidade de tornar a sua utilização mais fácil, no caso de alguma dúvida.

Figura 18 – Primeira tela do teste vocacional

Teste de orientação vocacional

Marque apenas as alternativas que correspondem a você e seu interesse

Sua capacidade de criação é:

Normal
 Alta

Seu desempenho é melhor trabalhando em:

Equipe
 Individual

Seu interesse está voltado para qual dessas áreas?

Área científica/cultural
 Área social/humana
 Área de pesquisa/experimentação
 Área de negócios/mercado/finanças
 Área Técnico/Científico

Quais dessas características você possui?

Objetividade
 Persistência
 Coragem
 Desembaraço
 Equilíbrio
 Extrovertida

Figura 19 – Segunda tela do teste vocacional

Teste de orientação vocacional

Marque apenas as alternativas que correspondem a você e seu interesse

Quais dos itens se assemelham aos seus?

Responsabilidade
 Auto-confiança
 Paciência/Prudência
 Boa memória
 Coordenação motora

Possui um senso artístico?

Sim
 Não

Seu tipo de raciocínio é:

Ordenado/Convincente
 Mecânico
 Verbal/Abstrato

Você é uma pessoa dinâmica?

Sim
 Não

eciação dos princípios das forças físicas ou da natureza técnica. E verbal e abstrato no sentido de resolver problem

Figura 20 – Terceira tela do teste vocacional

Teste de orientação vocacional

Marque apenas as alternativas que correspondem a você e seu interesse

Quais dessas características você possui?

- Iniciativa/Firmeza
- Comunicação
- Detalhista
- Disciplina
- Liderança

Você possui destreza manual?

Sim
 Não

Sua rapidez de percepção e reação é:

Normal
 Rápida

Possui habilidade numérica?

Sim
 Não

Você tem as características de improvisar e extrapolar?

Sim
 Não

Voltar Avançar Consultar

O protótipo apresenta nas figuras 21 e 22, respectivamente as telas do resultado alcançado e a do histórico das regras de produção utilizada de acordo as respostas.

Figura 21 – Tela de resultado do teste vocacional

Resultado da pesquisa

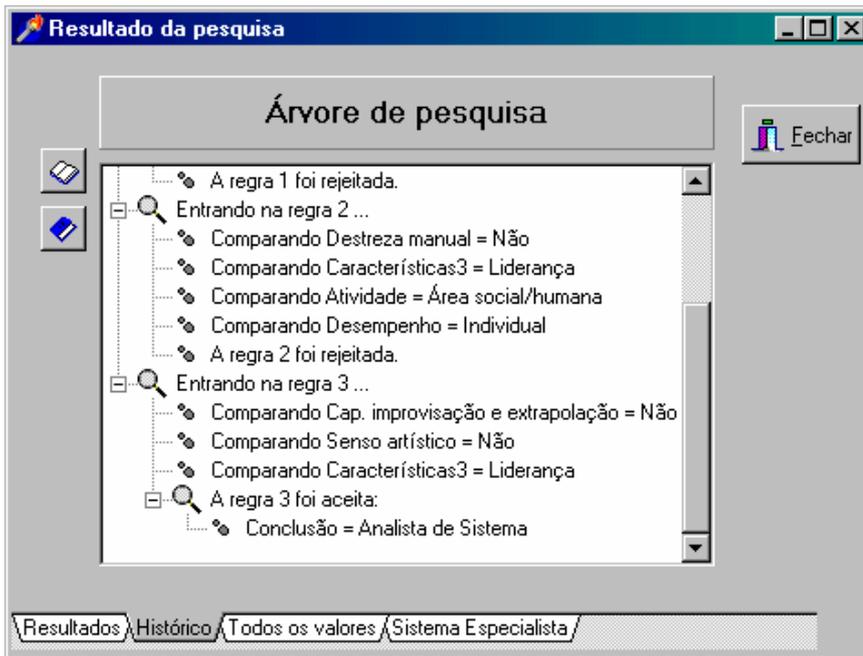
Fechar

Conclusão

Valor	CNF (%)
Analista de Sistema	100

Resultados / Histórico / Todos os valores / Sistema Especialista

Figura 22 – Tela do histórico das regras



Nas figuras 23, 24 e 25 são apresentadas as opções de fornecer um relatório sobre as pessoas cadastradas e seus resultados do teste realizado, na figura 24 é visto a emissão do relatório fornecendo a pessoa cadastrada e seu resultado alcançado. E também uma tela com os dados gerais sobre o programa.

Figura 23 – Tela de opção para relatório

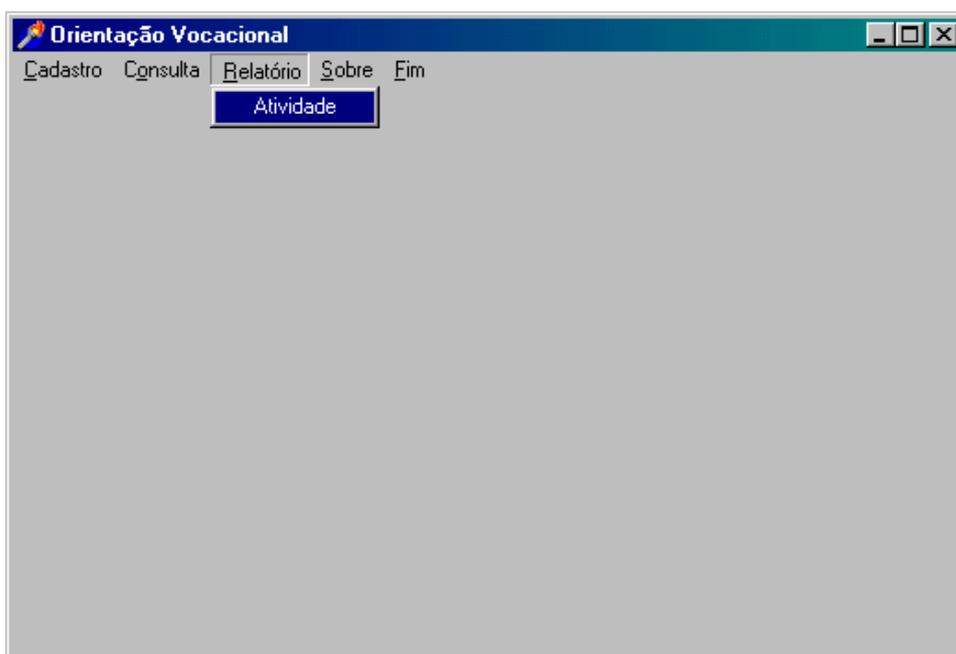


Figura 24 - Tela de emissão de relatório

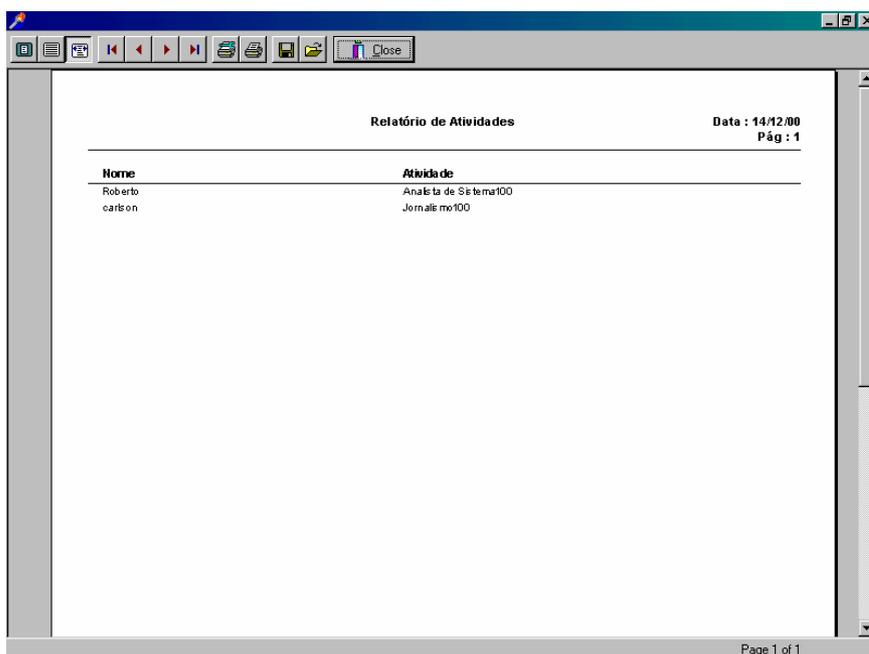
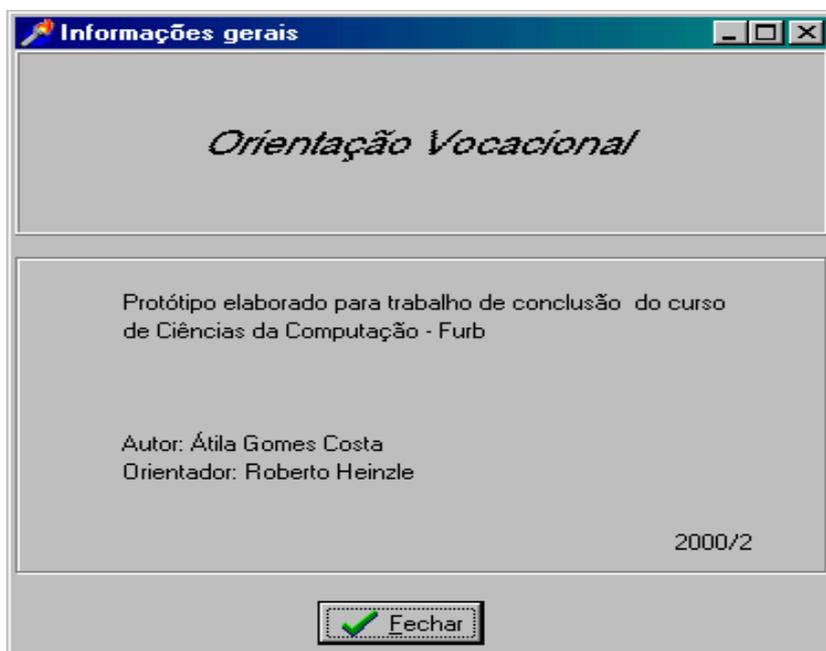


Figura 25 - Tela de dados gerais do protótipo



5 CONCLUSÃO

O protótipo desenvolvido possibilita ser mais uma forma de auxiliar na orientação vocacional para aqueles que possuem alguma dúvida ou para confirmar a sua escolha. A escolha certa de profissão irá refletir por toda a vida da pessoa sendo boa ou ruim.

Este trabalho permitiu também um melhor entendimento de uma área de importância na computação que é a Inteligência Artificial, mais especificamente Sistemas Especialistas, englobando seus conceitos e suas aplicabilidades. Além de um estudo mais específico nas formas de representação de conhecimento, sobretudo regras de produção.

As regras de produção apresentou-se como sendo de fácil de manipulação e entendimento, pois seu objetivo de fazer deduções com base em regras previamente armazenadas tornou a construção do sistema especialista mais simples.

Observou-se também que a ferramenta Expert SINTA Shell utilizada para elaboração das regras se apresentou como sendo de enorme importância pois facilitou o desenvolvimento do protótipo, reduzindo assim tempo da realização do mesmo.

A fase de aquisição do conhecimento para elaboração de toda base foi muito aproveitável, visto que a realização de uma pesquisa de campo deixa mais claro a real situação que os acadêmicos se encontram em seus cursos.

Por fim, a realização desse trabalho me possibilitou além do entendimento melhor de todo o assunto, principalmente o apoio da informática nessa área da Psicologia, uma integração com acadêmicos de outros cursos devido a pesquisa. Além de verificar que a orientação vocacional é um ramo muito pesquisado da psicologia que proporciona através dos profissionais dessa área realizar em empresas uma orientação vocacional ou uma seleção dos profissionais.

5.1 DIFICULDADES

A dificuldade encontrada durante a realização do trabalho foi a principio a pesquisa de campo na qual teve que haver uma integração com muitos acadêmicos para realização e levantamentos de características que forma a base de conhecimento do protótipo.

5.2 SUGESTÕES

Com a intenção de dar continuidade ao protótipo sugere – se:

- levantar mais regras com intuito de fornecer mais resultados, apontando assim mais opções (profissões);
- apresentar com os resultados porcentagem de acertos erros com resultados sugeridos.

ANEXO 1 – CARACTERÍSTICAS POR GRUPO

Como foi citado anteriormente na seção 2.3, os aspectos de diferenciação individual mais importantes para a adaptação do indivíduo a uma determinada profissão são: as aptidões, os interesses e os traços de personalidade.

As características foram separadas de acordo com o seu grupo correspondente, levando em consideração a pesquisa feita.

GRUPO1 – APTIDÕES
Destreza manual
Percepção / Reação
Senso artístico
Capacidade de improvisação e extrapolação
Habilidade numérica
Características 2 [Coordenação motora]
Características 3 [Comunicação; Disciplina; Liderança]

GRUPO2 – TRAÇOS DE PERSONALIDADE
Características 1 [Objetividade; Persistência; Coragem; Desembaraço; Equilíbrio; Extrovertida]
Características 2 [Responsabilidade; Auto-confiança; Paciência/prudência; Boa memória]
Características 3 [Detalhista; Iniciativa / Firmeza]
Raciocínio [Ordenado/Convincente; Mecânico; Verbal/Abstrato]
Dinâmica [Pessoa –sim/não]
Desempenho [Equipe / Individual]

GRUPO3 – INTERESSES
Atividades

ANEXO 2 – VARIÁVEIS

Listagem das variáveis usadas na construção do SE, bem como seus respectivos tipos e valores.

Variável	Tipo	Valores
Atividade	Multivalorada	Área Científica/Cultural
		Área Social/Humana
		Área de Pesquisa/Experimentação
		Área de Negócios/Mercado/Finanças
		Área Técnico/Científico
Características1	Multivalorada	Objetividade
		Persistência
		Coragem
		Desembaraço
		Equilíbrio
		Extrovertida
Características2	Multivalorada	Responsabilidade
		Auto-confiança
		Paciência/Prudência
		Boa memória
		Coordenação motora
Características3	Multivalorada	Iniciativa/Firmeza
		Comunicação
		Detalhista
		Disciplina
		Liderança
Raciocínio	Multivalorada	Ordenado/Convincente
		Mecânico
		Verbal/ Abstrato

Variável	Tipo	Valores	
Cap. de improvisação e extrapolação	Univalorada	Sim	Não
Criatividade	Univalorada	Normal	Alta
Desempenho	Univalorada	Equipe	Indivi
Destreza manual	Univalorada	Sim	Não
Dinâmica	Univalorada	Sim	Não
Habilidade numérica	Univalorada	Sim	Não
Percepção / Reação	Univalorada	Rápida	Norm
Senso artístico	Univalorada	Sim	Não

ANEXO 3 – VARIÁVEL OBJETIVO

A conclusão é a variável objetivo da base de conhecimento do sistema especialista.

Conclusão	Advogado
	Agronomia
	Analista de Sistema
	Arquitetura
	Assistente Social
	Contabilista
	Economia
	Educação Física
	Engenheiro Civil
	Engenheiro Mecânico
	Farmácia
	Jornalismo
	Letras
	Matemática
	Medicina
	Nutricionista
	Odontologia
	Pedagogia
	Psicologia
	Publicidade
	Química
	Veterinário
	Relações Públicas
	Turismo

ANEXO 4 – REGRAS

Está relacionado todas as regras construídas para o protótipo, são do tipo SE..ENTÃO.

Regra 1

SE Senso artístico = Sim
E Cap. improvisação e extrapolação = Não
E Criatividade = Alta
E Habilidade numérica = Sim
E Percepção/reação = Normal
E Raciocínio = Mecânico
E Destreza manual = Sim
E Atividade = Área social/humana
OU Atividade = Área científica/cultural
E Características1 = Equilíbrio
E Características1 = Extrovertida
E Características1 = Objetividade
E Características2 = Boa memória
E Características2 = Responsabilidade
E Características3 = Detalhista
E Características3 = Comunicação
E Características3 = Disciplina
E Características2 = Coordenação motora
E Desempenho = Individual
ENTÃO Conclusão = Arquitetura CNF 100%

Regra 2

SE Destreza manual = Não
E Habilidade numérica = Não
E Cap. improvisação e extrapolação = Não
E Senso artístico = Não
E Características1 = Desembaraço
E Características1 = Equilíbrio
E Características1 = Objetividade
E Características1 = Persistência
E Características2 = Responsabilidade
E Características2 = Auto-confiança
E Características3 = Comunicação
E Características3 = Disciplina
OU Características3 = Liderança
E Atividade = Área social/humana
E Desempenho = Individual
E Raciocínio = Verbal/Abstrato
E Criatividade = Normal
E Percepção/reação = Normal

ENTÃO Conclusão = Advogado CNF 100%

Regra 3

SE Cap. improvisação e extrapolação = Não
E Senso artístico = Não
E Raciocínio = Verbal/Abstrato
E Percepção/reação = Rápida
E Criatividade = Alta
E Atividade = Área Técnico/Científico
E Desempenho = Equipe
E Características1 = Objetividade
E Características1 = Persistência
E Características1 = Equilíbrio
E Características2 = Responsabilidade
E Características2 = Boa memória
E Características2 = Auto-confiança
E Características3 = Detalhista
E Características3 = Disciplina
E Características3 = Iniciativa/Firmeza
OU Características3 = Liderança
ENTÃO Conclusão = Analista de Sistema CNF 100%

Regra 4

SE Senso artístico = Não
E Cap. improvisação e extrapolação = Não
E Destreza manual = Não
E Habilidade numérica = Não
E Criatividade = Normal
E Características1 = Equilíbrio
E Características1 = Objetividade
E Características1 = Persistência
E Atividade = Área social/humana
E Desempenho = Equipe
OU Desempenho = Individual
E Características2 = Responsabilidade
E Características2 = Paciência/Prudência
E Raciocínio = Verbal/Abstrato
E Características3 = Comunicação
E Características3 = Disciplina
E Dinâmica = Sim
E Percepção/reação = Rápida
ENTÃO Conclusão = Assistente Social CNF 100%

Regra 5

SE Cap. improvisação e extrapolação = Não
E Senso artístico = Não
E Criatividade = Alta
E Características1 = Persistência
E Características1 = Equilíbrio

E Características1 = Objetividade
E Atividade = Área de negócios/mercado/finanças
E Desempenho = Equipe
E Características2 = Boa memória
E Características2 = Responsabilidade
E Raciocínio = Ordenado/Convincente
E Características3 = Iniciativa/Firmeza
E Características3 = Detalhista
E Características3 = Disciplina
E Percepção/reação = Normal
E Habilidade numérica = Sim
ENTÃO Conclusão = Economista CNF 100%

Regra 6

SE Senso artístico = Não
E Cap. improvisação e extrapolação = Não
E Criatividade = Alta
E Características1 = Objetividade
E Características1 = Equilíbrio
E Atividade = Área de negócios/mercado/finanças
E Desempenho = Individual
E Características2 = Responsabilidade
E Características2 = Boa memória
E Características2 = Auto-confiança
E Raciocínio = Mecânico
E Características3 = Detalhista
E Características3 = Disciplina
E Percepção/reação = Normal
E Destreza manual = Sim
E Habilidade numérica = Sim
ENTÃO Conclusão = Contabilista CNF 100%

Regra 7

SE Cap. improvisação e extrapolação = Não
E Criatividade = Normal
E Características1 = Objetividade
E Características1 = Equilíbrio
E Características1 = Extrovertida
E Características1 = Coragem
E Atividade = Área científica/cultural
E Características3 = Comunicação
E Dinâmica = Sim
E Senso artístico = Sim
E Percepção/reação = Rápida
E Destreza manual = Sim
E Habilidade numérica = Sim
E Desempenho = Individual
E Características2 = Responsabilidade
OU Características2 = Boa memória

E Características2 = Auto-confiança
E Raciocínio = Mecânico
E Características3 = Detalhista
E Características3 = Disciplina
ENTÃO Conclusão = Engenheiro Civil CNF 100%

Regra 8

SE Cap. improvisação e extrapolação = Não
E Senso artístico = Não
E Dinâmica = Não
E Criatividade = Alta
E Características1 = Objetividade
E Características1 = Persistência
E Características1 = Desembaraço
OU Características1 = Equilíbrio
E Atividade = Área Técnico/Científico
OU Atividade = Área social/humana
E Desempenho = Individual
E Raciocínio = Mecânico
E Características2 = Boa memória
E Características2 = Coordenação motora
E Características2 = Responsabilidade
E Características3 = Iniciativa/Firmeza
OU Características3 = Liderança
E Dinâmica = Sim
E Percepção/reação = Rápida
E Destreza manual = Sim
E Habilidade numérica = Sim
E Características3 = Disciplina
ENTÃO Conclusão = Engenheiro Mecânico CNF 100%

Regra 9

SE Senso artístico = Não
E Criatividade = Alta
E Características1 = Persistência
E Características1 = Equilíbrio
OU Características1 = Extrovertida
E Atividade = Área de pesquisa/experimentação
E Desempenho = Equipe
OU Desempenho = Individual
E Características2 = Responsabilidade
E Características2 = Paciência/Prudência
E Características2 = Boa memória
OU Características2 = Coordenação motora
E Raciocínio = Verbal/Abstrato
OU Raciocínio = Ordenado/Convincente
E Características3 = Iniciativa/Firmeza
E Características3 = Detalhista
E Características3 = Disciplina

E Percepção/reação = Rápida
E Destreza manual = Sim
E Habilidade numérica = Sim
E Cap. improvisação e extrapolação = Sim
ENTÃO Conclusão = Farmácia CNF 100%

Regra 10

SE Senso artístico = Não
E Cap. improvisação e extrapolação = Não
E Habilidade numérica = Não
E Criatividade = Alta
E Características1 = Objetividade
E Características1 = Persistência
E Características1 = Desembaraço
OU Características1 = Equilíbrio
E Características1 = Extrovertida
E Atividade = Área social/humana
E Desempenho = Equipe
E Características2 = Boa memória
E Características2 = Responsabilidade
OU Características2 = Auto-confiança
E Raciocínio = Verbal/Abstrato
OU Raciocínio = Ordenado/Convincente
E Características3 = Comunicação
E Características3 = Detalhista
OU Características3 = Liderança
E Dinâmica = Sim
E Percepção/reação = Rápida
ENTÃO Conclusão = Jornalismo CNF 100%

Regra 11

SE Habilidade numérica = Não
E Senso artístico = Não
E Criatividade = Alta
E Características1 = Desembaraço
E Características1 = Extrovertida
E Características1 = Equilíbrio
OU Características1 = Objetividade
E Atividade = Área social/humana
OU Atividade = Área científica/cultural
E Desempenho = Equipe
OU Desempenho = Individual
E Características2 = Coordenação motora
OU Características2 = Responsabilidade
OU Características2 = Auto-confiança
E Raciocínio = Verbal/Abstrato
E Características3 = Comunicação
OU Características3 = Iniciativa/Firmeza
E Características3 = Disciplina

E Dinâmica = Sim
E Percepção/reação = Normal
OU Percepção/reação = Rápida
ENTÃO Conclusão = Educação Física CNF 100%

Regra 12

SE Senso artístico = Não
E Cap. improvisação e extrapolação = Não
E Criatividade = Normal
E Características1 = Equilíbrio
E Características1 = Objetividade
E Atividade = Área científica/cultural
OU Atividade = Área Técnico/Científico
E Desempenho = Individual
E Características2 = Responsabilidade
OU Características2 = Auto-confiança
E Características2 = Boa memória
E Raciocínio = Verbal/Abstrato
E Características3 = Disciplina
E Características3 = Detalhista
OU Características3 = Iniciativa/Firmeza
E Percepção/reação = Normal
E Habilidade numérica = Sim
ENTÃO Conclusão = Matemática CNF 100%

Regra 13

SE Cap. improvisação e extrapolação = Não
E Senso artístico = Não
E Habilidade numérica = Não
E Criatividade = Normal
E Características1 = Persistência
OU Características1 = Objetividade
OU Características1 = Coragem
E Características1 = Equilíbrio
E Atividade = Área social/humana
E Desempenho = Equipe
OU Desempenho = Individual
E Características2 = Responsabilidade
OU Características2 = Auto-confiança
E Características2 = Paciência/Prudência
E Características2 = Coordenação motora
E Características2 = Boa memória
E Raciocínio = Verbal/Abstrato
E Características3 = Iniciativa/Firmeza
E Características3 = Detalhista
E Dinâmica = Sim
E Percepção/reação = Rápida
E Destreza manual = Sim
ENTÃO Conclusão = Medicina CNF 100%

Regra 14

SE Habilidade numérica = Não
E Cap. improvisação e extrapolação = Não
E Criatividade = Normal
E Características1 = Persistência
OU Características1 = Objetividade
E Características1 = Equilíbrio
E Atividade = Área social/humana
E Desempenho = Individual
E Características2 = Responsabilidade
E Características2 = Boa memória
E Características2 = Coordenação motora
E Raciocínio = Verbal/Abstrato
E Características3 = Iniciativa/Firmeza
E Características3 = Comunicação
E Características3 = Detalhista
E Características3 = Disciplina
E Senso artístico = Sim
E Percepção/reação = Rápida
E Destreza manual = Sim
ENTÃO Conclusão = Odontologia CNF 100%

Regra 15

SE Criatividade = Normal
E Características1 = Objetividade
E Características1 = Persistência
E Características1 = Desembaraço
OU Características1 = Extrovertida
E Características1 = Equilíbrio
E Atividade = Área social/humana
OU Atividade = Área científica/cultural
OU Atividade = Área Técnico/Científico
E Desempenho = Equipe
E Características2 = Responsabilidade
E Características2 = Auto-confiança
E Características2 = Paciência/Prudência
E Características2 = Boa memória
E Raciocínio = Verbal/Abstrato
E Características3 = Iniciativa/Firmeza
E Características3 = Comunicação
E Características3 = Disciplina
E Dinâmica = Sim
E Percepção/reação = Normal
E Senso artístico = Não
E Cap. improvisação e extrapolação = Não
E Habilidade numérica = Não
E Destreza manual = Não
ENTÃO Conclusão = Pedagogia CNF 100%

Regra 16

SE Criatividade = Alta
E Características3 = Detalhista
E Características3 = Comunicação
E Características3 = Disciplina
E Percepção/reação = Rápida
E Características1 = Objetividade
E Características1 = Persistência
OU Características1 = Extrovertida
E Características1 = Equilíbrio
E Atividade = Área social/humana
E Desempenho = Individual
E Características2 = Responsabilidade
OU Características2 = Auto-confiança
E Características2 = Paciência/Prudência
E Características2 = Boa memória
E Habilidade numérica = Sim
E Cap. improvisação e extrapolação = Sim
E Destreza manual = Não
E Senso artístico = Não
E Dinâmica = Sim
ENTÃO Conclusão = Psicologia CNF 100%

Regra 17

SE Criatividade = Alta
E Características1 = Objetividade
E Características1 = Desembaraço
OU Características1 = Coragem
E Características1 = Extrovertida
E Características1 = Equilíbrio
E Atividade = Área científica/cultural
OU Atividade = Área social/humana
E Desempenho = Equipe
E Características2 = Responsabilidade
E Características2 = Auto-confiança
E Características2 = Boa memória
E Raciocínio = Verbal/Abstrato
E Características3 = Iniciativa/Firmeza
E Características3 = Liderança
E Características3 = Comunicação
OU Características3 = Detalhista
E Dinâmica = Sim
E Percepção/reação = Normal
E Destreza manual = Não
E Habilidade numérica = Não
E Senso artístico = Não
ENTÃO Conclusão = Publicidade CNF 100%

Regra 18

SE Criatividade = Alta
E Características1 = Persistência
OU Características1 = Objetividade
E Características1 = Equilíbrio
OU Características1 = Coragem
E Atividade = Área de pesquisa/experimentação
E Desempenho = Equipe
OU Desempenho = Individual
E Características2 = Responsabilidade
E Características2 = Auto-confiança
E Características2 = Boa memória
E Raciocínio = Verbal/Abstrato
E Características3 = Iniciativa/Firmeza
E Características3 = Detalhista
E Características3 = Disciplina
E Percepção/reação = Rápida
E Destreza manual = Sim
E Habilidade numérica = Sim
E Cap. improvisação e extrapolação = Sim
E Senso artístico = Não
ENTÃO Conclusão = Química CNF 100%

Regra 19

SE Criatividade = Normal
E Características1 = Objetividade
OU Características1 = Coragem
E Características1 = Equilíbrio
E Atividade = Área de pesquisa/experimentação
OU Atividade = Área Técnico/Científico
E Desempenho = Individual
E Características2 = Responsabilidade
OU Características2 = Auto-confiança
E Características2 = Paciência/Prudência
E Características2 = Coordenação motora
E Raciocínio = Verbal/Abstrato
E Características3 = Iniciativa/Firmeza
E Características3 = Disciplina
OU Características3 = Comunicação
E Dinâmica = Sim
E Percepção/reação = Normal
E Destreza manual = Sim
E Senso artístico = Não
E Cap. improvisação e extrapolação = Não
ENTÃO Conclusão = Veterinário CNF 100%

Regra 20

SE Criatividade = Normal
E Características1 = Equilíbrio

OU Características1 = Coragem
E Características1 = Persistência
E Atividade = Área Técnico/Científico
E Desempenho = Equipe
OU Desempenho = Individual
E Características2 = Responsabilidade
E Características2 = Auto-confiança
E Características2 = Paciência/Prudência
E Características2 = Boa memória
E Raciocínio = Verbal/Abstrato
E Características3 = Disciplina
E Características3 = Iniciativa/Firmeza
E Características3 = Detalhista
E Percepção/reação = Normal
E Habilidade numérica = Sim
E Destreza manual = Sim
E Senso artístico = Não
E Cap. improvisação e extrapolação = Não
ENTÃO Conclusão = Agronomia CNF 100%

Regra 21

SE Criatividade = Normal
E Características1 = Objetividade
E Características1 = Persistência
E Características1 = Desembaraço
E Características1 = Equilíbrio
E Atividade = Área social/humana
E Desempenho = Equipe
OU Desempenho = Individual
E Características2 = Responsabilidade
E Características2 = Boa memória
E Características2 = Paciência/Prudência
E Raciocínio = Verbal/Abstrato
E Percepção/reação = Normal
E Senso artístico = Não
E Cap. improvisação e extrapolação = Não
E Destreza manual = Não
ENTÃO Conclusão = Letras CNF 100%

Regra 22

SE Criatividade = Alta
E Características1 = Persistência
OU Características1 = Objetividade
E Características1 = Extrovertida
E Atividade = Área Técnico/Científico
OU Atividade = Área de pesquisa/experimentação
E Desempenho = Individual
E Características2 = Responsabilidade
E Características2 = Paciência/Prudência

E Características2 = Boa memória
E Raciocínio = Verbal/Abstrato
E Características3 = Iniciativa/Firmeza
E Características3 = Liderança
E Características3 = Comunicação
E Características3 = Disciplina
E Percepção/reação = Normal
E Habilidade numérica = Sim
E Cap. improvisação e extrapolação = Sim
E Senso artístico = Não
ENTÃO Conclusão = Nutricionista CNF 100%

Regra 23

SE Criatividade = Alta
E Características1 = Objetividade
OU Características1 = Equilíbrio
OU Características1 = Coragem
E Características1 = Extrovertida
E Atividade = Área social/humana
OU Atividade = Área de negócios/mercado/finanças
E Desempenho = Equipe
E Características2 = Responsabilidade
OU Características2 = Auto-confiança
E Características2 = Boa memória
E Raciocínio = Verbal/Abstrato
OU Raciocínio = Ordenado/Convincente
E Características3 = Comunicação
OU Características3 = Liderança
E Características3 = Iniciativa/Firmeza
E Dinâmica = Sim
E Percepção/reação = Normal
E Senso artístico = Não
E Cap. improvisação e extrapolação = Não
E Destreza manual = Não
ENTÃO Conclusão = Relações Públicas CNF 100%

Regra 24

SE Criatividade = Alta
E Características1 = Desembaraço
E Características1 = Equilíbrio
E Características1 = Extrovertida
E Características1 = Objetividade
E Características1 = Persistência
E Atividade = Área social/humana
OU Atividade = Área de negócios/mercado/finanças
E Desempenho = Equipe
E Características2 = Responsabilidade
E Características2 = Boa memória
E Características2 = Coordenação motora

E Raciocínio = Verbal/Abstrato
E Características3 = Iniciativa/Firmeza
E Características3 = Liderança
E Características3 = Comunicação
E Características3 = Detalhista
E Características3 = Disciplina
E Dinâmica = Sim
E Percepção/reação = Normal
E Habilidade numérica = Sim
E Senso artístico = Não
ENTÃO Conclusão = Turismo CNF 100%

ANEXO 5 – PORCENTAGEM DAS APTIDÕES POR PROFISSÃO

Foi realizada uma pesquisa de campo na Universidade Regional de Blumenau, num período de três meses pelo acadêmico Átila Gomes Costa. Esta pesquisa recolheu dados apenas com acadêmicos satisfeitos com o seus cursos escolhidos, num total de sessenta e duas pessoas entrevistadas. Também foram incluídos as características pelas quais as 24 profissões requerem para satisfazerem a vocação.

Tendo todos esses dados montou-se a base de conhecimento apoiada na maioria das respostas levantadas, somada com o que cada profissão exige de acordo com ([RIB1981]).

Está composto de 7 tabelas, cada tabela apresenta uma porcentagem das características, foi levando em conta as características que tiveram de 50% pra cima para montar as regras do sistema especialista.

Profissão	Características ¹					
	Objetividade	Persistência	Coragem	Desembaraço	Equilíbrio	Extrovertida
Advogado	75%	50%	40%	60%	75%	35%
Agronomia	30%	50%	60%	45%	60%	30%
Analista de Sistema	75%	60%	45%	45%	75%	45%
Arquitetura	75%	45%	40%	45%	75%	50%
Assistente Social	60%	50%	40%	45%	75%	30%
Contabilista	75%	45%	45%	35%	75%	25%
Economia	50%	50%	40%	45%	75%	30%
Educação Física	60%	30%	45%	75%	50%	50%
Engenheiro Civil	50%	45%	75%	45%	60%	50%
Engenheiro Mecânico	50%	50%	45%	50%	75%	45%
Farmácia	45%	75%	45%	45%	65%	50%
Jornalismo	65%	50%	45%	75%	50%	75%
Letras	50%	70%	60%	45%	75%	40%
Matemática	50%	60%	35%	45%	75%	45%
Medicina	50%	60%	70%	45%	75%	30%

Profissão	Características1					
	Objetividade	Persistência	Coragem	Desembaraço	Equilíbrio	Extrovertida
Nutricionista	60%	50%	40%	30%	40%	50%
Odontologia	60%	50%	45%	30%	75%	40%
Pedagogia	60%	70%	40%	75%	60%	70%
Psicologia	60%	75%	40%	40%	60%	50%
Publicidade	50%	45%	50%	70%	50%	70%
Química	60%	70%	50%	40%	60%	30%
Veterinário	50%	50%	50%	45%	60%	40%
Relações Públicas	60%	40%	50%	40%	70%	60%
Turismo	50%	50%	45%	60%	50%	60%

Profissão	Características2				
	Responsabilidade	Auto-confiança	Paciência/Prudência	Boa memória	Coordenação motora
Advogado	80%	60%	40%	45%	35%
Agronomia	60%	50%	50%	65%	45%
Analista de Sistema	50%	50%	50%	60%	35%
Arquitetura	60%	50%	45%	70%	30%
Assistente Social	75%	45%	60%	45%	40%
Contabilista	60%	60%	45%	50%	50%
Economia	75%	45%	50%	60%	45%
Educação Física	55%	60%	45%	45%	70%
Engenheiro Civil	75%	60%	45%	70%	40%
Engenheiro Mecânico	50%	50%	45%	60%	70%
Farmácia	60%	60%	40%	70%	60%
Jornalismo	60%	70%	35%	70%	40%
Letras	75%	45%	65%	60%	40%
Matemática	80%	60%	45%	75%	45%
Medicina	80%	60%	50%	65%	75%
Nutricionista	50%	65%	70%	65%	35%
Odontologia	65%	45%	45%	75%	75%
Pedagogia	75%	65%	60%	75%	45%
Psicologia	75%	65%	75%	65%	45%
Publicidade	50%	60%	45%	60%	50%
Química	60%	60%	45%	75%	45%
Veterinário	50%	60%	50%	45%	55%
Relações Públicas	65%	60%	45%	70%	45%
Turismo	55%	50%	35%	50%	65%

Profissão	Características3				
	Iniciativa/Firmeza	Comunicação	Detalhista	Disciplina	Liderança
Advogado	60%	70%	45%	75%	50%
Agronomia	50%	40%	50%	55%	45%
Analista de Sistema	60%	45%	70%	50%	60%
Arquitetura	45%	50%	75%	60%	45%
Assistente Social	45%	70%	45%	70%	50%
Contabilista	35%	40%	65%	70%	45%
Economia	55%	45%	60%	60%	45%
Educação Física	60%	65%	45%	70%	50%
Engenheiro Civil	45%	60%	55%	50%	60%
Engenheiro Mecânico	50%	30%	45%	45%	60%
Farmácia	60%	40%	75%	75%	45%
Jornalismo	50%	75%	65%	45%	60%
Letras	45%	50%	45%	65%	65%
Matemática	60%	45%	50%	60%	45%
Medicina	60%	35%	65%	45%	45%
Nutricionista	50%	55%	45%	65%	55%
Odontologia	55%	50%	55%	60%	35%
Pedagogia	65%	75%	45%	55%	45%
Psicologia	45%	70%	55%	65%	45%
Publicidade	55%	75%	55%	45%	65%
Química	65%	35%	75%	65%	45%
Veterinário	55%	50%	35%	65%	45%
Relações Públicas	65%	55%	40%	45%	55%
Turismo	50%	50%	45%	55%	65%

Profissão	Raciocínio			Cap. de improvisação e extrapolação	
	Ordenado/Convincente	Mecânico	Verbal/ Abstrato	Sim	Não
Advogado	45%	0%	55%	45%	55%
Agronomia	20%	0%	80%	20%	80%
Analista de Sistema	30%	0%	70%	40%	60%
Arquitetura	45%	55%	0%	40%	60%
Assistente Social	20%	0%	80%	20%	80%
Contabilista	20%	0%	80%	10%	90%
Economia	80%	0%	20%	20%	80%
Educação Física	20%	20%	60%	60%	40%
Engenheiro Civil	35%	50%	15%	40%	60%
Engenheiro Mecânico	40%	60%	0%	45%	55%
Farmácia	45%	0%	55%	70%	30%
Jornalismo	50%	0%	50%	40%	60%
Letras	10%	0%	90%	20%	80%
Matemática	30%	0%	70%	20%	80%
Medicina	20%	0%	80%	30%	70%
Nutricionista	10%	0%	90%	60%	40%
Odontologia	20%	0%	80%	30%	70%
Pedagogia	10%	0%	90%	20%	80%
Psicologia	10%	0%	90%	60%	40%
Publicidade	30%	0%	70%	50%	50%
Química	20%	0%	80%	90%	10%
Veterinário	20%	0%	80%	20%	80%
Relações Públicas	60%	0%	40%	30%	70%
Turismo	20%	0%	80%	50%	50%

Profissão	Criatividade		Desempenho		Destreza manual		Dinâmica	
	Normal	Alta	Individual	Equipe	Sim	Não	Sim	Não
Advogado	60%	40%	70%	30%	30%	70%	50%	50%
Agronomia	60%	40%	50%	50%	80%	20%	40%	60%
Analista de Sistema	30%	70%	40%	60%	45%	55%	55%	45%
Arquitetura	20%	80%	60%	40%	80%	20%	50%	50%
Assistente Social	60%	40%	50%	50%	30%	70%	80%	20%
Contabilista	60%	40%	60%	40%	70%	30%	40%	60%
Economia	60%	40%	45%	55%	40%	60%	50%	50%
Educação Física	30%	70%	50%	50%	30%	70%	70%	30%
Engenheiro Civil	60%	40%	70%	30%	60%	40%	60%	40%
Engenheiro Mecânico	50%	50%	60%	40%	60%	40%	40%	60%
Farmácia	20%	80%	50%	50%	60%	40%	40%	60%
Jornalismo	30%	70%	40%	60%	40%	60%	60%	40%
Letras	60%	40%	50%	50%	30%	70%	50%	50%
Matemática	60%	40%	60%	40%	40%	60%	50%	50%
Medicina	70%	30%	50%	50%	70%	30%	80%	20%
Nutricionista	20%	80%	60%	40%	40%	60%	50%	50%
Odontologia	80%	20%	70%	30%	70%	30%	50%	50%
Pedagogia	60%	40%	40%	60%	40%	60%	60%	40%
Psicologia	30%	70%	80%	20%	20%	80%	60%	40%
Publicidade	20%	80%	40%	60%	30%	70%	80%	20%
Química	10%	90%	50%	50%	80%	20%	50%	50%
Veterinário	60%	40%	80%	20%	60%	40%	50%	50%
Relações Públicas	40%	60%	40%	60%	40%	60%	80%	20%

Profissão	Habilidade numérica		Percepção / Reação		Senso artístico	
	Sim	Não	Normal	Rápida	Sim	Não
Advogado	40%	60%	80%	20%	20%	80%
Agronomia	80%	20%	60%	40%	80%	20%
Analista de Sistema	50%	50%	60%	40%	30%	70%
Arquitetura	60%	40%	80%	20%	80%	20%
Assistente Social	20%	80%	20%	80%	40%	60%
Contabilista	80%	20%	60%	40%	20%	80%
Economia	60%	40%	80%	20%	20%	80%
Educação Física	40%	60%	50%	50%	20%	80%
Engenheiro Civil	80%	20%	20%	80%	60%	40%
Engenheiro Mecânico	80%	20%	40%	60%	40%	60%
Farmácia	80%	20%	20%	80%	40%	60%
Jornalismo	40%	60%	30%	70%	40%	60%
Letras	50%	50%	80%	20%	20%	80%
Matemática	80%	20%	80%	20%	20%	80%
Medicina	40%	60%	20%	80%	40%	60%
Nutricionista	80%	20%	60%	40%	20%	80%
Odontologia	20%	80%	60%	40%	40%	60%
Pedagogia	80%	20%	60%	40%	20%	80%
Psicologia	60%	40%	40%	60%	20%	80%
Publicidade	40%	60%	80%	20%	20%	80%
Química	80%	20%	20%	80%	40%	60%
Veterinário	50%	50%	80%	20%	30%	70%
Relações Públicas	50%	50%	60%	40%	20%	80%
Turismo	80%	20%	80%	20%	20%	80%

Profissão	Área de atividade				
	Científica/Cultural	Social/Humana	Pesquisa/Experimentação	Negócios/Mercado/Finanças	Técnico/Científico
Advogado	25%	50%		25%	
Agronomia	25%			25%	50%
Analista de Sistema				25%	75%
Arquitetura	50%	50%			
Assistente Social	25%	75%			
Contabilista				100%	
Economia				100%	
Educação Física	50%	50%			
Engenheiro Civil	50%				50%
Engenheiro Mecânico	50%				50%
Farmácia	25%		75%		
Jornalismo	25%	50%		25%	
Letras	25%	75%			
Matemática	50%				50%
Medicina		75%			25%
Nutricionista			50%		50%
Odontologia	25%	50%			25%
Pedagogia	25%	25%			25%
Psicologia	25%	50%			25%
Publicidade	50%	50%			
Química			75%		25%
Veterinário			50%		50%
Relações Públicas	50%			50%	
Turismo	50%			50%	

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- [CUN1987] CUNHA, Horácio da; Ribeiro, Sousa. **Introdução aos sistemas especialistas**. São Paulo, Livros Técnicos e Científicos, 1987.
- [DAT1994] DATE, C. J. **Introdução ao sistema de banco de dados**. São Paulo : Campus, 1994.
- [ENG1997] ENGO, Frank. **Como programar em delphi 3**. São Paulo : Makron Books, 1997.
- [FIS1991] FISCHER, Alan S. **CASE: Utilização de ferramentas para desenvolvimento de software**. Rio de Janeiro : Campus, 1991.
- [GAN1990] GANE, Chris. **CASE: O Relatório Gane**. Rio de Janeiro : LTC- Livros Técnicos e Científicos, 1990.
- [GEN1986] GENARO, Sérgio. **Sistemas especialistas: o conhecimento artificial**. São Paulo : Livros Técnicos e Científicos, 1986.
- [HAR1988] HARMON, Paul; King, David. **Sistemas especialistas**. Rio de Janeiro : Campus, 1988.
- [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).
- [JOA1993] JOÃO, Belmiro N. **Metodologias de desenvolvimento de sistemas**. São Paulo : Érica, 1993.
- [KEL1991] KELLER, Robert – **Tecnologia de sistemas especialistas : desenvolvimento e aplicação**. São Paulo : Makron, McGraw –Hill 1991.

- [LEV1988] LEVINE, Robert I., DRANG, Diane E., EDELSON, Barry; – **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](http://www.lia.ufc.br).
- [LIM1999] LIMA, Cynthia Moreira. **Introdução à inteligência artificial** Endereço eletrônico: <http://www.elo.com.br/~cynthia/>, 1999.
- [PAS1989] PASSOS, Emmanuel Lopes. **Inteligência artificial e sistemas especialistas ao alcance de todos .** Rio de Janeiro : LTC – Livros Técnicos e Científicos, Ed. Sociedade Beneficente Guilherme Guile, 1989.
- [PIM1984] PIMENTA, Selma Garrido. **Orientação vocacional e decisão.** São Paulo : Ed. Loyola, 1984.
- [RAB1995] RABUSKE, Renato Antônio. **Inteligência artificial.** Florianópolis : Ed. da UFSC, 1995.
- [RIC1993] RICH, Elaine; KNIGHT, Kevin. **Inteligência artificial.** São Paulo : Ed. Mackron Books, 1993.
- [RIB1987] RIBEIRO, Horácio de Cunha e Souza. **Introdução aos sistemas especialistas.** Rio de Janeiro : LTC – Livros Técnicos e Científicos S.A., 1987.
- [RIB1981] RIBEIRO, Ronaldo. **Guia das profissões as 40 profissões básicas do vestibular.** Porto Alegre : Ed. Movimento, 1981.
- [SAN1971] SANTOS, Oswaldo de Barros. **Psicologia aplicada à orientação e seleção profissional.** São Paulo : Livraria Pioneira Editora, 1971.
- [SOA1987] SOARES, Dulce Helena Penna. **O jovem e a escolha profissional.** Porto Alegre : Mercado Aberto , 1987.

- [SIL1993] SILVA, Maria de Lourdes da. **Personalidade e escolha profissional**. São Paulo : Ed. Pedagógica e Universitária Ltda, 1993.
- [TUR1993] TURBAN, Efraim. **Decision support and expert systems: management support systems**. New York, Macmillan Publishing Company, 1993.
- [VAS1978] VASCONCELLOS, Maria José Esteves de; OLIVEIRA, Anna Lúcia de Queiroz; CARVALHO, Maria Auxiliadora Vieira. **Curso de informação profissional**. Belo Horizonte : Ed. Vigília Ltda, 1978.
- [WAT1986] D.A. Waterman. **A Guide to Expert Systems**. MA : Addison-Wesley, 1986.
- [WEI1988] WEISS, Sholon M. **Guia prático para projetar sistemas especialistas**. Rio de Janeiro: LTC, 1988.
- [WIN1987] WISTON, P. H. **Artificial intelligence**. Addison Wesley, 1987.