

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

**PROTÓTIPO PARA GERENCIAMENTO DE PROGRAMA DA
QUALIDADE (5S) UTILIZANDO SISTEMAS ESPECIALISTAS**

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

VERA ALICE DIEHL

BLUMENAU, NOVEMBRO/2000

2000/2-56

PROTÓTIPO PARA GERENCIAMENTO DE PROGRAMA DA QUALIDADE (5S) UTILIZANDO SISTEMAS ESPECIALISTAS

VERA ALICE DIEHL

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. Carlos Eduardo Negrão Bizzotto — Orientador na FURB

Prof. José Roque Voltolini da Silva — Coordenador do TCC

BANCA EXAMINADORA

Prof. Carlos Eduardo Negrão Bizzotto

Prof. Roberto Heinzle

Prof. Wilson P. Carli

1 INTRODUÇÃO

A partir da década de noventa um novo cenário econômico vem se apresentando, onde os consumidores fazem valer os seus direitos como consumidor (Código de Defesa do Consumidor), e esta conscientização vem forçando as organizações (empresas, hospitais, escolas, etc.) a reverem a qualidade dos serviços e produtos que estão sendo prestados aos consumidores, onde a qualidade tanto do produto como de serviço não está mais sendo visto como um adicional a mais ao produto, mas sim como parte do produto (qualidade intrínseca).

Cada vez mais as organizações vem sofrendo mudanças devido as exigências do mercado, algumas devido às crises e outras antecipando-se ao futuro. Pressionadas pela concorrência global, muitas empresas estão optando por implantar programas da qualidade para auxiliar na melhoria contínua dos produtos, processos, serviços, e mudança comportamental dos seus funcionários. Neste sentido o foco principal passa a ser a qualidade do produto, para que se possa oferecer ao cliente/consumidor preço acessível, prazo de entrega, variedade de opções, boas condições de pagamento e segurança.

Segundo Silva [SIL1996], “na visão de Deming – o homem que primeiro ensinou sobre qualidade no Japão – todos querem qualidade, porém, cada ser humano tem uma definição diferente de qualidade. Do ponto de vista genérico, todos exigem qualidade “uma vida melhor”, que as organizações precisam traduzir para linguagens mais práticas”.

E com esta visão voltada para a qualidade, os empregados passam a exigir, aos poucos, das organizações, boa remuneração, ambiente de trabalho agradável e seguro e perspectivas de crescimento como seres humanos e realização dos sonhos pessoais de consumo. Por outro lado as organizações exigem retorno sobre os investimentos realizados, geralmente num curto prazo. No entanto quando se fala em investimentos em programas da qualidade, o seu retorno geralmente acontece a longo prazo, pois primeiro é necessário investir em treinamento e capacitação profissional para que, através da conscientização, ocorram as mudanças esperadas.

Para se implantar um programa da qualidade, torna-se essencial o envolvimento de todos na empresa. Para que isso ocorra, foram propostas diversas técnicas conhecidas como sistema 5S (sensos). Esta técnica utiliza os sentidos de utilização, ordenação, limpeza, saúde e autodisciplina, para se criar um ambiente de qualidade.

No Japão, o sistema ou programa 5S foi formalizado no ambiente empresarial no início da década de 50, apesar de uma longa existência informal ([SIL1996]). As cinco palavras japonesas que deram origem ao 5S são: *seiri*, *seiton*, *seisou*, *seiketsu* e *shitsuke*. Quando esta técnica foi lançada no Brasil, foi realizada uma adaptação do sistema 5S à realidade brasileira.

Após a implantação do programa da qualidade nas organizações é necessário fazer o seu gerenciamento, mostrar a sua evolução através de diagnósticos precisos, rápidos, seguros e fornecer soluções para determinados tipos de problemas. Os problemas encontrados nas avaliações, através dos itens que se encontram no *check list*, necessitam de uma atenção especial, ou seja, precisam ser resolvidos para que o programa possa evoluir.

Para encontrar soluções para determinados problemas surgiram os sistemas especialistas que são programas de computador que procuram encontrar soluções do mesmo modo que se espera que os especialistas humanos resolvam, se estiverem sob as mesmas condições ([LIA1999]). Os sistemas especialistas aplicam técnicas de Inteligência Artificial e a sua arquitetura mais comum é através de regras de produção. Estas regras são condições de: Se... Então..., possibilitando ainda a inclusão de conectivos lógicos E...OU.

Para auxiliar os sistemas especialistas, foram criadas ferramentas, *shells*, para que estas realizem o trabalho necessário para transpor um sistema especialista para o computador. Estas ferramentas permitem que o criador do sistema preocupe-se somente com a representação de conhecimento do especialista, deixando para a *shell* a tarefa de interpretar o conhecimento representado e executá-lo em uma máquina, além de permitir depurações e explicações de como o computador chegou àquela(s) conclusão(ões). A principal função de uma *shell* é

simplificar ao máximo o trabalho de implementação de um sistema especialista e permitir seu uso por qualquer pessoa sem conhecimento de informática ([LIA1999]).

O *Expert SINTA* é uma ferramenta que utiliza técnicas de Inteligência Artificial para fazer a geração automática de sistemas especialistas, sendo que utiliza um modelo de representação do conhecimento baseando-se em regras de produção e probabilidade.

Este trabalho propõe a implementação de protótipo utilizando Sistemas Especialistas, que através de uma interface criada no ambiente de programação *Delphi 3.0*, através da ferramenta *Expert SINTA* fornecerá um diagnóstico do programa da qualidade (5S).

1.1 OBJETIVO DO TRABALHO

O trabalho proposto tem como objetivo a implementação de um protótipo de sistema especialista que fornecerá às empresas um diagnóstico sobre o sistema da qualidade implantado. Os objetivos específicos são:

- a) estudo sobre um sistema especialista baseado em regras de produção e seus componentes;
- b) estudo da ferramenta *Expert SINTA Shell*;
- c) formalização do conhecimento através das regras de produção;
- d) implementação do protótipo através do ambiente *Delphi 3.0*.

1.2 JUSTIFICATIVA

Este trabalho pretende apresentar-se como uma fonte de consulta para os profissionais interessados em conhecer alguns detalhes relacionados aos Sistemas Especialistas, abrangendo sobremaneira o Programa de Qualidade 5S, o qual é delineado através do desenvolvimento de um protótipo de software e estudo sobre a área destinada a tal programa de qualidade.

Através do auxílio de um especialista, pode-se armazenar as informações necessárias para o desenvolvimento da aplicação, visando construir uma base de conhecimentos. Esta base

de conhecimentos será formalizada através das entrevistas realizadas ao especialista humano. O desenvolvimento do protótipo, para posterior desenvolvimento do software, também poderá ser útil no mercado de trabalho.

1.3 ORGANIZAÇÃO DO TRABALHO

O trabalho está organizado em seis capítulos, descrevendo:

No capítulo 1, é apresentado a introdução ao trabalho, com breve descrição do contexto deste, seus objetivos e sua organização.

No capítulo 2, o enfoque será sobre o surgimento do programa 5S, seu histórico, interpretação dos sentidos, preparação de uma organização para implantação do programa 5S, modelo de avaliação do programa 5S e forma de premiação.

No capítulo 3, serão abordados alguns conceitos sobre sistemas especialistas, suas características, seus componentes, formas de representação do conhecimento, sistemas baseados em regras de produção.

No capítulo 4, será apresentado a ferramenta *Expert Sinta Shell*, seu histórico e suas principais características. Através da ferramenta *Expert SINTA Shell* será apresentado um modo de formalização do conhecimento, e como aplicá-lo no programa da qualidade 5S. Além disso, será apresentado o relacionamento *Expert Sinta VCL*, uma biblioteca de componentes para aplicação em Sistemas Especialistas.

No capítulo 5, consiste na descrição do funcionamento do protótipo e apresentação do protótipo desenvolvido.

No capítulo 6, tem-se as conclusões e sugestões para trabalhos futuros.

2 SURGIMENTO DOS 5S

2.1 HISTÓRICO

Durante a Segunda Guerra Mundial muitos países foram destruídos, especialmente o Japão, arruinado pela bomba atômica. Após o término da Segunda Guerra Mundial, houve, no mundo inteiro, um expressivo aumento na demanda por produtos industrializados. Como a demanda era maior do que a oferta, mesmo aqueles produtos com qualidade inferior eram consumidos.

Os mercados e os consumidores compravam qualquer bem, mesmo sendo de qualidade inferior. Os Estados Unidos, rapidamente começaram a conquistar novos mercados, uma vez que as indústrias americanas possuíam uma boa capacidade de investimento. Por outro lado, a realidade das indústrias japonesas era bem diferente. O país fôra quase que completamente destruído durante a guerra. Com isso, a capacidade de investimento era pequena, reduzindo a capacidade de competição com as indústrias americanas. O governo japonês iniciou, então, um plano de recuperação da capacidade competitiva da indústria local.

A estratégia do governo japonês foi de investir na difusão dos conceitos da qualidade. Para isso, o especialista americano Edward Deming foi convidado para realizar um conjunto de palestras, nas quais eram apresentados os princípios e ferramentas para a qualidade nas empresas. A partir deste momento os industriais japoneses devotaram todo o seu tempo para implantar as idéias do Dr. Deming, aperfeiçoar e criar novas ferramentas e programas de qualidade. Segundo [SIL1996], vários executivos se alarmaram com o aparecimento da crise da qualidade e promoveram um amplo movimento de consciência da necessidade da mudança, onde o desenvolvimento da mão-de-obra no esforço de produzir qualidade é fundamental.

Um dos muitos programas da qualidade utilizados pelos japoneses é conhecido como 5S, que foi redescoberto em países como Taiwan e Cingapura, na década de 80. Em outras palavras 5S é organizar o seu local de trabalho, mantê-lo arrumado, limpar, manter condições seguras, saudáveis de trabalho e a disciplina necessária para se realizar um bom trabalho. É a capacidade de reconhecer o que é importante e a atenção aos detalhes que fazem o sistema 5S

fornecer resultados positivos para a empresa. Estes resultados podem ser notados na motivação dos colaboradores, na organização da empresa, na redução de desperdícios, na maior produtividade e qualidade, pois quem está comprometido com o que faz, realiza muito melhor o seu trabalho ([SIL1996]).

2.2 5S NO BRASIL

A partir de maio de 1991, o sistema 5S foi lançado formalmente no Brasil. E desde então, sua importância fundamental na criação do ambiente da qualidade tem sido reconhecida amplamente ([SIL1996]). Esta prática tem produzido mudanças visíveis nas organizações com relação a redução de custos, respeito ao meio ambiente, maior aproximação entre as pessoas, esforço coletivo em prol de objetivos comuns.

O contínuo desenvolvimento da autodisciplina promove o crescimento do ser humano em iniciativa, criatividade e respeito. Com o desenvolvimento do senso de utilização, decreta-se guerra ao desperdício de inteligência, tempo e matéria-prima. O combate ao *stress* é auxiliado pelos sentidos de ordenação, limpeza e saúde.

A principal dificuldade da implantação do sistema 5S é quantificar, em números, a melhoria obtida, uma vez que as atividades do 5S estão diretamente ligadas com o ambiente de trabalho, e não a registros em planilhas de custos ou alteração de processos ou produto. Por esta razão, deve haver persistência das pessoas na aplicação do 5S para o plano ser bem sucedido [(SAN1997)].

Segundo ([SIL1996]) “um levantamento de dados, realizado em dezembro de 95, apontou referências diversas ao sistema 5S na grande imprensa e em informativos que as próprias empresas enviam à Fundação Chistiano Ottoni – FCO, 20% das referências pesquisadas contabilizaram ganhos financeiros, alcançando cerca de 2,5 milhões de dólares em economias diversas. Em 46% dos casos houve referências diretas à melhoria da qualidade de vida das pessoas. Cerca de 2.400 pessoas se envolveram, de maneira especial, com o 5S, resolvendo problemas específicos em equipes”.

Sabe-se que as pessoas são o ponto chave para a implantação de qualquer gestão na organização. O apoio gerencial e o ambiente organizacional favorável são recursos indispensáveis na implantação do sistema 5S ([SAN1997]). A grande vantagem é que está embutido no 5S o vírus da mudança comportamental. Privilegia-se a ação, que gera resultados imediatos, que são capitalizados para o incentivo de novas ações. Sem medo de aprendizagem de conhecimentos novos e sofisticados, mesmo o mais humilde operário pode liberar o seu potencial mental e iniciar um ciclo de crescimento pessoal. Progressivamente poderão ser ministrados novos conhecimentos e habilidades de solução de problemas a nível individual e em equipe. O monitoramento do programa deverá ser realizado para garantir um melhoramento contínuo do mesmo ([NEB1998]).

2.3 INTERPRETAÇÃO DOS 5 SENSOS

Tabela 01 : interpretação dos 5 sentidos.

Japonês	Português
<i>SEIRI</i>	Senso de Utilização
<i>SEITON</i>	Senso de Ordenação
<i>SEISO</i>	Senso de Limpeza
<i>SEIKETSU</i>	Senso de Saúde
<i>SHITSUKE</i>	Senso de Autodisciplina

Fonte: [NEB1998]

2.3.1 SEIRI – SENSO DE UTILIZAÇÃO

Organizar e classificar todos os materiais de trabalho seguindo dois critérios:
Separar o necessário do desnecessário. A regra é eliminar o que é desnecessário.

Isto significa :

- a) eliminar lixo de papel, resíduos de madeira, sucatas metálicas, etc.;
- b) materiais insumos, componentes e equipamentos sem qualquer previsão de utilização;

- c) documentos, avisos, cartazes, placas para divulgação de eventos e outros materiais arquivados ou afixados além do tempo de conservação ou vigência;
- d) peças quebradas, defeituosas ou inacabadas;
- e) máquinas e equipamentos que não funcionam, obsoletos ou em desuso.

Embora trate-se do mesmo impulso básico de se livrar de coisas desnecessárias, pode haver coisas das quais você não precisa ou para as quais não tem uso, mas que não pode simplesmente pegar e jogar fora. Por isso é importante fazer uma inspeção completa de todos os locais onde foram detectados problemas ([LEN1996]).

Para tornar o trabalho de identificação mais fácil, talvez seja uma boa idéia pegar a planta da organização e marcar os locais onde encontram-se os problemas.

Benefícios :

- a) liberação de espaço para outras finalidades;
- b) redução do tempo de procura de materiais, peças, ferramentas, equipamentos, itens, dados e informações;
- c) redução do tempo de procura de materiais, peças, ferramentas, equipamentos, itens, dados e informações;
- d) eliminação do desperdício;
- e) acompanhamento mais eficaz da vida útil dos materiais, ferramentas e equipamentos;
- f) redução de custos.

2.3.2 SEITON – SENSO DE ORDENAÇÃO

Ordenar é agrupar as coisas necessárias, de acordo com a facilidade de acessá-las, levando em conta a frequência lógica já praticada, ou de fácil assimilação. Quando se tenta ordenar coisas, necessariamente o ambiente fica mais arrumado, mais agradável para o trabalho ([RIB1994]).

Isto significa :

- a) pôr em ordem todos os materiais de trabalho, facilitando a localização e o acesso de modo que toda pessoa possa encontrá-los;
- b) as coisas precisam estar no lugar certo, para poderem ser usadas no tempo certo e local certo, pela pessoa certa;
- c) manter as ferramentas no local indicado, bem como garantir a sua manutenção;
- d) as ferramentas, de preferência, devem estar próximas das máquinas;
- e) melhorar o *lay-out* da organização;
- f) identificar os itens ou informações para conseguir localizar no menor tempo possível.

Para definir onde guardar os materiais, ferramentas e produtos, a tabela 02 apresenta um modelo de como podem ser guardados os materiais, de acordo com a frequência de uso.

Tabela 02 : frequência de uso

Frequência de uso	Onde guardar
Toda hora	<i>No local de trabalho</i>
Todo dia	<i>Próximo ao local de trabalho</i>
Toda semana	<i>Almoxarifado</i>
Sem uso previsível	<i>Descartar</i>

Fonte : [NEB1998]

Benefícios :

- a) rapidez na recuperação de dados e informações;
- b) melhor aproveitamento do espaço tão precioso;
- c) impressiona o cliente;
- d) facilidade na localização e reposição das coisas no seu devido lugar;
- e) reflete uma organização bem administrada;
- f) boa apresentação do ambiente de trabalho e da organização;
- g) reduz os riscos de acidente;
- h) redução de cansaço físico por movimentação desnecessária;
- i) economia de tempo;
- j) simplifica o trabalho de limpeza.

2.3.3 SEISO – SENSO DE LIMPEZA

Limpar significa eliminar a sujeira, inspecionando para descobrir e atacar fontes de problemas e cumprir um conjunto de ações preventivas, mantendo o local de trabalho sempre limpo.

Isto significa :

- a) locais manchados ou encrustados;
- b) ferrugem terá que ser removida;
- c) os locais de difícil acesso são os mais sujos;
- d) as peças que ficam sujas todos os dias devem ser limpas todos os dias;
- e) o piso da fábrica deve estar livre de qualquer resíduo;
- f) as ferramentas e os equipamentos devem estar sempre limpos e com bom estado de conservação;
- g) os banheiros devem estar sempre limpos;
- h) o lema é zero de sujeira;
- i) atacar as fontes de sujeira;
- j) o tempo diário gasto com limpeza deve fazer parte do seu trabalho.

A limpeza deve ser encarada como uma oportunidade de inspeção e de reconhecimento do ambiente. Para tanto, é de fundamental importância que a limpeza seja feita pelo próprio usuário do ambiente, ou pelo operador da máquina ou equipamento ([SIL1994]).

Benefícios :

- a) bem estar social;
- b) manutenção dos equipamentos;
- c) prevenção de acidentes;
- d) causa boa impressão ao cliente;
- e) limpeza também é qualidade.

2.3.4 SEIKETSU – SENSO DE SAÚDE

O senso de saúde tem o significado de ter saúde física e mental. O sentido do *seiketsu* no Japão está mais ligado à saúde física, enquanto que o Senso de Saúde, assim denominado no Brasil, possui um significado mais amplo por incluir a saúde mental. A saúde é fundamental para a felicidade de cada funcionário e também de seus familiares ([UME1997]).

Não pode haver empresa excelente com empregados sem um senso de saúde. Isto significa :

- a) o corpo deve estar limpo (cabelos cortados, unhas limpas, barba feita, etc...);
- b) estar com a roupa limpa;
- c) melhoria e limpeza das instalações sanitárias;
- d) prática de ginástica nos postos de trabalho;
- e) promover contramedidas em relação a pó, ruído, trabalhos pesados, trabalhos sob calor intenso e riscos, etc.;
- f) tornar o trabalho do dia-a-dia agradável;
- g) construir instalações destinadas a lazer (recreativas, sala de jogos, sala de televisão, vídeo).

Quando o assunto é saúde, os empregados contam muito com a assistência da organização, sendo que é necessário procurar atender ao máximo a expectativa deles. Em caso de impossibilidade de atendimento, é preciso explicar bem ao empregado o seu motivo ([UME1997]).

Benefícios :

- a) local de trabalho agradável;
- b) redução de riscos de acidentes;
- c) funcionários saudáveis e bem dispostos;
- d) melhoria da qualidade de vida.

2.3.5 SHITSUKE – SENSO DE AUTODISCIPLINA

Ter autodisciplina é cumprir rigorosamente as normas e tudo o que for estabelecido pelo grupo. A autodisciplina é um sinal de respeito ao próximo e por isso talvez seja o mais difícil de ser cumprido, pois trata de entender e praticar ativamente os outros sentidos, cumprir normas e padrões estabelecidos pela empresa.

Isto significa :

- a) colocar em prática todos os sentidos do sistema 5S;
- b) adequar-se às normas de segurança e higiene estabelecidas pela organização;
- c) desenvolver hábitos corretos;
- d) chegar no horário estabelecido pela organização;
- e) ter consciência das responsabilidades, deveres, obrigações e direitos nossos e dos nossos colegas;
- f) erros acontecem por falta de autodisciplina;
- g) o sistema 5S não tem sucesso sem autodisciplina.

A falta de autodisciplina provoca desperdícios de recursos, insatisfação entre as pessoas e informações imprecisas. O respeito aos outros é fundamental para o sucesso do trabalho em equipe, e conseqüentemente para o alcance da sinergia e da melhoria da eficiência dos processos. O cumprimento das normas e procedimentos é um testemunho para medir-se o grau de autodisciplina existente num ambiente e, por conseguinte, o estágio no qual o sistema 5S realmente se encontra ([NEB1998]).

Benefícios :

- a) harmonia em todas as áreas;
- b) auto-inspeção e auto controle;
- c) estabilidade dos resultados;
- d) melhoria contínua a nível pessoal, da organização e da comunidade / sociedade como um todo.

2.4 PREPARANDO A ORGANIZAÇÃO PARA IMPLANTAÇÃO

A maioria das organizações opta por implantar sistema da qualidade na empresa para construir uma nova base cultural. Por isso a organização deve estar atenta à maneira como deve ser conduzida a implantação, pois deve cumprir rigorosamente tudo aquilo que foi definido, é uma das condições para o sucesso. A alta administração deve estar consciente das mudanças que ocorreram dentro da organização e de suas conseqüências. Pois a partir do momento em que o funcionário começa a se sentir parte da organização, passará também a exigir mais.

Para buscar o comprometimento da alta administração devemos:

- a) fazer uma palestra explicando o que são os 5S's;
- b) a forma de implantação;
- c) proporcionar visitas às empresas que estejam implementando os 5S's;
- d) propor a participação em eventos que abordem o tema;
- e) desenvolver os 5S's numa área piloto da empresa e mostrar à alta administração os seus efeitos.

O investimento para implantação e manutenção também devem ser definidos, pois o seu retorno nem sempre acontece da maneira que foi planejada. A cultura capitalista também contamina a alta gerência da organização, que trabalha mais no objetivo de lucro imediato do que eliminação gradativa de etapas, com retorno permanente em menor escala ([SAN1997]).

2.4.1 DECISÃO DA IMPLANTAÇÃO

A decisão por implantar o sistema 5S na empresa deve partir de sua alta administração. O apoio da alta administração demonstra claramente que a empresa quer que o programa faça parte da empresa e que não é apenas mais um programa. O sistema 5S é considerado como a base na empresa para que outros programas sejam implantados, pois este sistema busca o comprometimento dos colaboradores para com os objetivos da empresa.

Decidida a implantação, a direção poderá realizar ampla propaganda para demonstrar seu comportamento, evidenciando a importância do 5S. Essa atitude de empenho influenciará as outras pessoas, e toda a organização estará melhor preparada. A gerência e direção dão o tom, e em grande parte determinam o sucesso ou o fracasso do programa ([LEN1996]).

Após o aval da alta administração a filosofia do sistema 5S deve ser disseminada para todos os colaboradores, para que todos compreendam o significado dos sentidos. A educação e o treinamento andam juntas, e podemos entender como educação para o sistema 5S a etapa de transferir conhecimentos relacionados ao 5S, isto é, entender o significado de cada “S” e como podemos praticar todos os 5S’s, e o treinamento é a parte prática ou operacional, isto é, o fazer acontecer ([LEN1996]).

Antes de se iniciar as avaliações nos setores pode ser feito o dia da faxina, onde se aplicam os cinco sentidos. Isto serve de motivação aos colaboradores para demonstrar como era a empresa antes de se implantar o programa na mesma. Nesta fase é muito importante que a alta administração participe ativamente, arregaçando as mangas e demonstrando que o exemplo vem de cima.

2.4.2 DEFINIÇÃO DOS ITENS DE AVALIAÇÃO (*check list*)

As listas de verificação ou *check list*, bem como a definição dos critérios de avaliação, são fundamentais para a identificação de oportunidades de ações corretivas. Elas devem ser elaboradas sob medida, ou seja, diretamente pelos responsáveis dos setores ou com a sua ajuda. Desta forma a aceitação será melhor, quanto ao resultado das avaliações, e com certeza trabalharão em conjunto para resolver os itens não conformes.

Nas tabelas 03,04,05, 06 e 07 estão alguns exemplos de itens que podem ser avaliados. Para cada item avaliado pode-se atribuir valores : 0 – não atende, 1 – foi providenciado a solução do problema , 2 – quando atende e NA quando o item não se aplica.

Tabela 03 : modelo *check list* – Senso de Organização

<i>Avaliação Programa 'SS'</i>	NOTA 0 <i>Foi constatado que não atende o item avaliado</i>	NOTA 1 <i>Quando existe documento solicitando reparo ou remoção dos objetos</i>	NOTA 2 <i>Quando atende totalmente o item avaliado</i>	NA <i>Quando o item não pode ser avaliado naquele setor</i>	Setor: _____ Data : _____
--------------------------------	---	---	--	--	------------------------------

UTILIZAÇÃO

Item		Descrição	NOTA	OBSERVAÇÕES
01	Descarte	Os materiais e ferramentas de trabalho, equipamentos, documentos e outros estão dispostos na quantidade ideal ?		
02		Existem objetos sem serventia mantidos no local de trabalho?		
03	Lâmpadas	Há lâmpadas queimadas no setor?		
04	Vidros	Vidros quebrados?		
05	Mobília	Mobílias em estado ruim?		
06	Manuseio, Identificações	Tecidos, produtos, materiais, etc.. em locais inadequados, podendo ser danificados ou não conservados ?		
07	Armazenagem	O produto, materiais (intermediário e outros) esta identificado, organizado e em local específico ?		

Tabela 04 : modelo *check list* – Senso de Ordenação**ORDENAÇÃO**

Item		Descrição	NOTA	OBSERVAÇÕES
01	Identificação	Existe algum material fora do lugar?		
02		Existe local determinado para cada tipo de objeto ?		
03	Produtos	Estão identificados e armazenados corretamente?		
04	Químicos	Existe um local específico para os mesmos?		
05	Pertences	Há local designado no setor p/ guardar pertences pessoais?		

Tabela 05 : modelo *check list* – Senso de Limpeza**LIMPEZA**

Item		Descrição	NOTA	OBSERVAÇÕES
1	Vidros	Vidros e soleiras limpos		
2	Armários, Mesas, Bancadas e outros	Existe acúmulo de sujeira sobre ou nos seus interiores?		
3	Piso e Cantos	Estão livres do acúmulo de sujeiras?		
4	Lixeiros	Estão em bom estado de conservação ?		
5	Bebedouros	Estão limpos ?		
6	Banheiros	Estão limpos e livres de odores desagradáveis ?		

Tabela 06 : modelo *check list* – Senso de Saúde

SAÚDE				
Item		Descrição	NOTA	OBSERVAÇÕES
1	Máquinas e Equipamentos	Estão em bom estado de conservação(pinturas e acessórios) ?		
2		Estão com proteção de segurança ?		
3	Corredores e Passagens	Estão demarcados ?		
4		Estão livres e desobstruídos ?		
5		Área esta demarcada (um metro quadrado) ?		
6	Extintores	A área demarcada está livre e desobstruída?		
7		O extintor não esta com a data de validade vencida?		
8	Fiação elétrica	A fiação elétrica, tomadas, instalação de máquina e outros, oferece risco?		
9	EPI's	Todos os colaboradores estão utilizando adequadamente os EPI's ?		

Tabela 07 : modelo *check list* – Senso de Autodisciplina

AUTODISCIPLINA				
Item		Descrição	NOTA	OBSERVAÇÕES
1	Armazenamento de	Os empilhamentos oferecem risco de queda ou incêndio (50 cm das lâmpadas) ?		
2	Produtos	Os produtos armazenados são utilizados na seqüência do 1° que entra é o 1° que sai?		
3	Equipamentos	O selo de calibração está em bom estado de conservação?		
4		O selo de calibração não esta com a data vencida ?		
5	Política da	O quadro da Política da Qualidade da Empresa está limpo e conservado?		
6	Qualidade	Os colaboradores compreendem a Política da Qualidade da empresa?		
7	Arquivamento	Os registros encontram-se dentro dos prazos de arquivamento conforme matriz do setor?		

2.4.3 REALIZAÇÃO DAS AVALIAÇÕES (*check list*)

Após a definição dos itens que serão avaliados, deve-se treinar pessoas dentro da organização para que realizem as avaliações nos setores. O intervalo das avaliações deve ser definido pela organização, podendo ser mensal, bimestral, trimestral ou de acordo com os objetivos da organização. A avaliação do sistema 5S é uma etapa eficiente para promover permanentemente a busca da melhoria contínua dos ambientes.

Os objetivos das avaliações do sistema 5S são:

- a) facilita a evolução do sistema 5S;
- b) aponta os problemas ou não conformidades, bem como as soluções das não conformidades;

- c) promove o melhoramento contínuo do local de trabalho ou das áreas afetadas;
- d) desenvolve o senso crítico de todos na organização;
- e) diminuir a incidência de erros e acidentes.

As avaliações das áreas/setores da organização são necessárias para manter as pessoas conscientes do que está acontecendo e para apontar problemas antes que eles se transformem em complicações maiores. Em suma é preciso criar meios que estimulem a competição amigável, porém não menos intensa.

2.4.4 GERENCIAMENTO DOS ITENS NÃO CONFORMES

Iniciar o sistema 5S é fácil, porém, a manutenção e aprimoramento do estado do sistema 5S, torna-se um pouco mais complicado. A prática de manter parece mais fácil, mas não o é de maneira nenhuma. O fato de não se conseguir a manutenção da paz mundial mostra claramente essa dificuldade. O sistema 5S é semelhante, sendo que é necessário promover uma série de medidas em cada etapa de manutenção e melhoria.

Nas avaliações, as não conformidades encontradas nos setores são registradas pelo avaliador no *check list*. Após as avaliações os itens que receberam nota zero devem ser considerados como itens não conformes, que devem ser melhorados. Todos os setores da organização devem receber uma listagem dos itens não conformes encontrados em seu local de trabalho, para que juntamente com a coordenação do programa, se necessário, sejam tomadas as providências necessárias, para que as mesmas sejam resolvidas.

A Coordenação do Programa deve gerenciar, acompanhar e verificar se a solução apresentada foi eficaz, comparando a avaliação do mês anterior com o atual.

2.4.5 DIVULGAÇÃO DOS RESULTADOS

Os resultados devem ser divulgados para todos os setores da organização, através do relatório dos itens não conformes encontrados em cada setor, a respectiva nota da área/setor e a média geral da organização. O sistema de pontuação serve como referência para a

organização e as suas áreas/setores para que os mesmos saibam como estão em relação aos objetivos da empresa.

Na tabela 08 – sistema de pontuação, segue um exemplo de pontuação utilizada por algumas empresas.

Tabela 08 : sistema de pontuação

CONCEITO	PONTUAÇÃO	ESTADO
ÓTIMO	9,0 à 10,0	
BOM	7,0 à 8,99	
REGULAR	5,0 à 6,99	
RUIM	0 à 4,99	

A divulgação do progresso do sistema 5S deve ocorrer sempre, mostrando-se os pontos positivos e destacando as áreas/setores que mais avançaram no processo, através do sistema de pontuação.

2.4.6 PREMIAÇÃO

É muito importante destacar a importância do programa 5S na organização. Além dos incentivos, treinamentos e campanhas motivacionais, deve-se criar um espírito de competição entre os setores da fábrica. A premiação serve como uma forma de reconhecimento pelo esforço de todos os setores em alcançar os objetivos da organização, e para motivar os demais setores que estão com pontuação menor.

3 SISTEMAS ESPECIALISTAS

3.1 CONCEITOS

Segundo [WEI1988], um sistema especialista é aquele que :

- a) lida com problemas complexos do mundo real, que requeiram a interpretação de um especialista;
- b) soluciona problemas através do uso de um modelo computacional do raciocínio de um especialista humano, chegando às mesmas conclusões que este especialista humano chegaria caso se defrontasse com um problema comparável.

Um sistema especialista é aquele projetado e desenvolvido para atender a uma aplicação determinada e limitada do conhecimento humano. É capaz de emitir uma decisão, com apoio em conhecimento justificado, a partir de uma base de informações, tal qual um especialista de determinada área do conhecimento humano.

Para tomar uma decisão sobre determinado assunto, um especialista o faz a partir de fatos e de hipóteses que formula, buscando em sua memória um conhecimento prévio armazenado durante anos, no período de sua formação e durante a sua vida profissional, sobre esses fatos e hipóteses, e emite a decisão ([RIB1987]).

Em um nível mais imediatista, uma decisão de um profissional de determinada área pode ser influenciada por elementos externos ao ser humano, e sua decisão poderá ser diferente para a mesma situação, de acordo com esses elementos. Um sistema especialista não sofre este tipo de influência, e para as mesmas condições deverá fornecer sempre o mesmo conjunto de decisões.

3.2 CARACTERÍSTICAS

Segundo [GEN1986], para entender quais são as características mais comuns aos sistemas especialistas, basta examinar o que estes fazem :

- a) resolvem problemas muito complexos tão bem quanto ou melhor que especialistas humanos;
- b) raciocinam heurísticamente, usando o que os peritos consideram efetivamente regras práticas;
- c) interagem com usuários humanos utilizando inclusive linguagem natural;
- d) manipulam e raciocinam sobre descrições simbólicas;
- e) funcionam com dados errados e regras incertas de julgamento;
- f) contemplam hipóteses múltiplas, e simultaneamente;
- g) explicam por que estão fazendo determinada pergunta;
- h) justificam as suas conclusões.

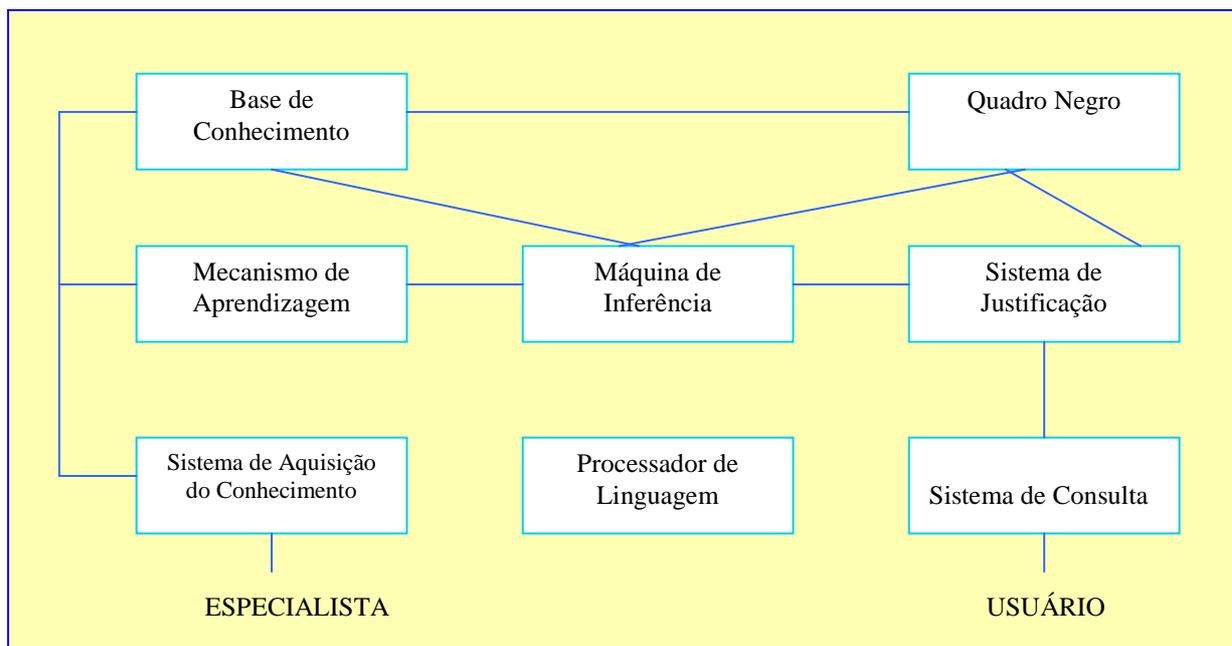
O mecanismo de inferência é outra característica dos sistemas especialistas que busca as regras necessárias a serem avaliadas e ordenadas de uma maneira lógica e, a partir daí, ir direcionando o processo de inferência ([RIB1987]).

Os sistemas especialistas caracterizam-se pela manipulação de informações composta por fatos a respeito do assunto e regras formais que descrevem relações. Estas informações compõe a chamada base de conhecimentos sobre a qual será feito o processamento. O sistema processa, portanto, o conhecimento, não existindo o processamento de dados, o que acontece em sistemas convencionais ([LOP1997]).

3.3 COMPONENTES DE UM SISTEMA ESPECIALISTA

Segundo [RAB1995], “os componentes de um sistema especialista sofrem influências as mais variadas, desde a generalidade pretendida, os objetivos do mesmo, a representação do conhecimento e as ferramentas usadas na implementação”. O modelo geral da arquitetura de um sistema especialista, apresentado por vários autores, é mostrado na figura 1. Especificamente, porém, a sua arquitetura depende da forma de representação do conhecimento e implementação adotadas.

Figura 1 : componentes de um Sistema Especialista.



Fonte : [RAB1995]

3.3.1 BASE DE CONHECIMENTOS

A base de conhecimento dá as características de funcionamento do sistema. Nesta base serão armazenados fatos e regras. Esta base de conhecimento terá o conhecimento que for colocado em sua base, sendo que, se for projetada para determinada ciência, o sistema será especialista nesta ciência.

Uma base de conhecimentos, serve para armazenar o conhecimento específico de determinada aplicação, que pode ser diretamente fornecido por um especialista, ou acumulado pelo sistema ao fim dos experimentos ([UDE2000]). A fase de construção da base de conhecimentos é uma das mais complexas na implementação de um sistema especialista, pois o conhecimento de um especialista não se encontra formalizado, precisando portanto um trabalho para tal. A base de conhecimentos está interligada com quase todos os demais elementos do sistema ([HEI1995]). A base de conhecimentos, módulo básico do sistema especialista, está interligada com diversos outros, especialmente com a máquina de inferência, mecanismo de aprendizado e quadro negro ([RAB1995]).

3.3.2 MECANISMO DE APRENDIZAGEM E AQUISIÇÃO DO CONHECIMENTO

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

Os técnicos especializados na aquisição de conhecimento são chamados engenheiros de conhecimento (ou analistas de conhecimento). Eles auxiliam os peritos a articular sua experiência em termos de regras práticas e decidem o melhor meio de estruturar este conhecimento para uso do sistema ([LOP1997]).

Segundo [RAB1995], “obter o conhecimento é a parte mais complexa da construção de um sistema especialista. A aquisição do conhecimento tende a caracterizar áreas de pesquisa específicas nas universidades e centros de pesquisas, geralmente ligadas a engenharia do conhecimento”.

A fase de aquisição do conhecimento é a que apresenta maior dificuldade na construção de um sistema especialista. Esta dificuldade advém do fato de não existir uma linguagem comum de entendimento entre as partes envolvidas no projeto. O especialista não tem suas idéias organizadas utilizando processos indutivos e dedutivos na obtenção das soluções. Desta forma cabe ao engenheiro de conhecimento tentar organizar esses elementos e obter as informações necessárias ([LEV1988]).

A aquisição do conhecimento tende a caracterizar áreas de pesquisa específicas nas universidades e nos centros de pesquisa, geralmente ligadas à engenharia do conhecimento. Obter o conhecimento é a parte mais crítica da construção de um sistema especialista ([RAB1995]).

3.3.3 MOTOR OU MÁQUINA DE INFERÊNCIA

A máquina ou motor de inferência é a parte do sistema especialista que usa a informação que você fornece para encontrar um objeto correspondente ([SCH1989]).

Conforme [UDE2000], “um motor de inferência, programa relativamente geral explora o conhecimento da base precedente, considerando-a como fonte de informações (assim suscetível a mudanças)”. Para [HEI1995], “o motor de inferência é o responsável pela ação repetitiva de buscar, analisar e gerar novos conhecimentos”.

As informações armazenadas numa base de conhecimentos são, evidentemente, estáticas até que uma força externa analise e processe este conhecimento para ele tirar proveito. Este mecanismo, também conhecido como máquina de inferência, é responsável por buscar na base o conhecimento necessário a ser avaliado em cada situação, direcionar o processo de raciocínio, gerenciar situações de incerteza e levar ao resultado final ([FEI1999]).

Basicamente o mecanismo de inferência é dividido em tarefas, que são: selecionar e buscar, avaliar e procurar resumindo as tarefas acima, podemos dizer que as regras necessárias para se chegar a uma meta devem ser buscadas na base de conhecimento. Essas regras serão colocadas no quadro negro, sendo que as regras já existentes só serão avaliadas depois das mais recentes. A ordem de avaliação no quadro negro obedece a uma estrutura do tipo pilha, com o objetivo de atingir a meta mais recente. A regra continuará sendo avaliada enquanto as condições da premissa forem verdadeiras, caso contrário a regra será eliminada, a meta estabelecida é desempilhada e uma nova regra será carregada. Quando um valor de um parâmetro em um determinado contexto não é conhecido e não se encontra nas estruturas de pilha, deve-se então procurar novas informações na base de conhecimento, provocar a busca de novas regras ou perguntar diretamente ao usuário.

O mecanismo de inferência também ajuda a detectar erros em nossos pensamentos e nos permite modificar e aprimorar as regras que usamos para alcançar nossos objetivos ([DIN2000]).

3.3.4 SISTEMA DE CONSULTA

O usuário é, geralmente, alguém que não participou da elaboração do sistema, sendo, portanto, natural que não conheça as estruturas do sistema e, que, provavelmente, não esteja familiarizado com as formas de representação do conhecimento adotadas. Para que os

potenciais usuários possam acessar com proveito e sem maiores dificuldades o sistema especialista, é preciso muni-lo de recursos para consulta ([LOP1997]).

Conforme [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 sintética simples com um vocabulário restrito e limitado, própria para utilização do sistema”.

Aspectos internos dos sistemas, terminologia computacional, entre outros, devem ser evitados e detalhes técnicos relativos a implementação devem ser transparentes ao usuário. A linguagem a ser utilizada deve ser orientada para o problema ou para a área do especialista, e o mais perto da linguagem natural ([LOP1997]).

3.3.5 SISTEMA DE JUSTIFICAÇÃO

O sistema de justificação serve para explicar suas ações, e porque determinadas regras foram escolhidas na base de conhecimento e o método que foi utilizado para a inferência, sendo que este trabalho é executado por um módulo justificador.

É uma capacidade de questionamento, fornecida ao usuário, seja para repetir uma dedução efetuada, seja para responder a outras questões que o sistema especificamente permita ([RAB1995]). A maioria dos sistemas implementados, basicamente, responde a três perguntas fundamentais:

a) Por quê ? : o justificador dá a resposta, porque fez determinada pergunta ao usuário durante o processo de inferência;

b) Como? : justificando-se como o mecanismo de inferência chegou a determinada conclusão;

c) Por que não? : implementada em alguns sistemas, e não tem ainda uma técnica definida. Ao se perguntar “por que não?” deve-se indicar o número da regra ou a conclusão dela ([RIB1987]).

Este módulo tem a função de esclarecer ao usuário a respeito de uma conclusão apresentada pelo sistema ou ainda explicar por que uma pergunta está sendo feita. Ele é na verdade um recurso de questionamentos fornecidos ao usuário ([HEI1995]).

3.3.6 QUADRO NEGRO

O quadro negro é denominado também de rascunho, é uma área da memória onde o sistema vai gravando e apagando os dados que vai utilizando, no processo de inferência, até chegar a uma solução ([DIN2000]). Conforme [RIB1987], o quadro negro divide-se em três áreas:

- a) Planejamento : é onde serão colocadas as regras que serão avaliadas e que foram extraídas da base de conhecimento;
- b) Agenda : é onde são colocadas as regras em determinada ordem para serem avaliadas;
- c) Solução : é onde ficará gravada a solução durante o processo de inferência, e onde ficarão as estruturas de controle necessárias à inferência.

3.3.7 REPRESENTAÇÃO DO CONHECIMENTO

A representação do conhecimento constitui-se no conjunto de mecanismos usados para armazenar e manipular o conhecimento ([FEI1999]). O conhecimento pode ser definido como a informação armazenada, ou os modelos usados pela pessoa ou máquina para interpretar, prever e responder apropriadamente ao mundo exterior ([RAB1995]).

A representação do conhecimento caracteriza-se por métodos usados para modelar conhecimentos de especialistas em algum campo, de forma eficiente, e colocá-los prontos para serem acessados pelo usuário de um sistema inteligente ([FEI1999]).

Existem várias maneiras de representar o conhecimento de forma eficiente, sendo as principais descritas a seguir:

- a) lógica das preposições e dos predicados : na lógica das preposições, será atribuído o valor lógico verdadeiro se as informações disponíveis permitirem tirar esta conclusão a respeito de uma preposição, caso contrário é atribuído o valor falso. Para se trabalhar com várias proposições utiliza-se operadores de conexão para assim obter as chamadas proposições compostas e aumentar a capacidade de expressão. Estes operadores são: AND, NOT, OR, IMPLIES, EQUIVALENT ([HEI1995]);
- b) redes semânticas : foram inicialmente desenvolvidas para modelagem psicológica da memória humana, constituindo-se agora num método de representação padrão. São estruturas formadas por nós, conectados entre si através de arcos rotulados. Os nós representam objetos, conceitos, situações ou ações, e os arcos representam relações entre os nós. Uma ligação pode significar que um objeto de um lado é atributo de um objeto do outro, ou pode significar que um implica outro, ou ainda alguma coisa definida pelo usuário ([HEI1995]);
- c) quadros ou *frames* : esta forma de representação do conhecimento, organiza conhecimento de maneira a tornar evidente a compreensão de como a inferência pode ser feita ([LOP1997]). Um *frame* é constituído por um nome, uma coleção de atributos, chamados de escaninhos ou *slots*, e valores associados a eles ([FEI1999]);
- d) regras de produção : sua estrutura constitui-se basicamente de uma premissa, ou conjunto de premissas, e uma conclusão, ou conjunto de conclusões. As regras são armazenadas como uma coleção de declarações SE-ENTÃO (SE <premissas> ENTÃO <conclusões>). A parte SE da regra é chamada de corpo, parte antecedente ou lado esquerdo e deve ser avaliado em relação à base de conhecimento como um todo. Quando existe o ajuste buscado pelo mecanismo de avaliação a ação correspondente especificada no lado direito, ou a 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 ([LOP1997]).

3.4 SISTEMAS BASEADOS EM REGRAS DE PRODUÇÃO

A representação do conhecimento por regras de produção é baseada nas propostas do matemático Emil Post (1943) que via nos sistemas de produção um modelo computacional geral de solução de problemas. 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 ([HEI1995]).

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

3.4.1 FUNCIONAMENTO

Em um sistema baseado em regras de produção, o conhecimento é representado através do uso de regras com uma arquitetura previamente definida. Essas regras utilizam um par condição-ação onde as condições são premissas e a ação é a conclusão, conforme exemplo da tabela 09.

Tabela 09 : exemplo de sistema baseado em regras de produção

SE	Tem combustível no tanque	Premissas
E	Tem combustível no carburador	Premissas
ENTÃO	O motor recebe combustível	Conclusão

Fonte : [RIB1987]

No processo de inferência o sistema busca uma primeira regra arbitrariamente, ou em alguns casos aquela predefinida como uma regra inicial, e tenta atender as premissas da regra. As premissas descritas na regra são apresentadas ao usuário em forma de questionamento. As respostas fornecidas pelo usuário são então armazenadas na lista de verdades, fazendo com que estas informações fiquem disponíveis ao longo do processo de raciocínio e possam ser

utilizadas para a validação de outras regras. Se as respostas fornecidas pelo usuário atenderem as premissas da regra e a regra contiver na parte conclusiva uma solução para o problema, o processo de inferência estará concluído com sucesso.

Se por outro lado, a regra não permitiu alcançar uma solução para o problema, o sistema seguirá avaliando regras, sempre acumulando o conhecimento adquirido ao longo do processo na sua lista de verdades. O processo continua até que seja alcançado uma regra que leve à solução do problema, ou quando não for mais possível continuá-lo ([HEI1995]).

3.4.2 RACIOCÍNIO E ENCADEAMENTO

Dois métodos de encadeamento para regras de produção são citados por [WEI1988]:

- a) encadeamento progressivo : é também conhecido como encadeamento para-frente ou “*forward*”. Este encadeamento vai da conclusão de uma regra para as premissas de outra regra. O sistema não se inicia com quaisquer dos objetivos definidos, isto é, ele não tem nenhum subgrupo inicial de regras de realização que estabeleça um ponto de partida. Ao contrário, o sistema inicia com um subconjunto de evidências e prossegue invocando as regras de realização na direção para frente, continuando até que não haja mais regras de realização a serem invocadas;
- b) encadeamento regressivo : é também conhecido como “*backward*” ou para-trás. O encadeamento regressivo difere do encadeamento progressivo pelo fato de que inicia numa conclusão e passa então a usar as regras para provar esta conclusão. O sistema tem um conjunto de objetivos iniciais, e as regras são invocadas em ordem inversa. O sistema começa examinando um conjunto limitado de regras de realização em cujos lados direitos estão os objetivos.

4 EXPERT SINTA

4.1 HISTÓRICO

O Expert SINTA é um software brasileiro desenvolvido por bolsistas da CAPES e CNPq ligados ao Laboratório de Inteligência Artificial (LIA), localizado na Universidade do Ceará. Os responsáveis pelo desenvolvimento do programa formam o grupo Sistemas INTeligentes Aplicados (SINTA). Este software foi desenvolvido no ambiente de programação Delphi e permite o desenvolvimento modular de bases de conhecimento, através de uma interface de manipulação e de utilitários criados para depuração.

4.2 CARACTERÍSTICAS

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

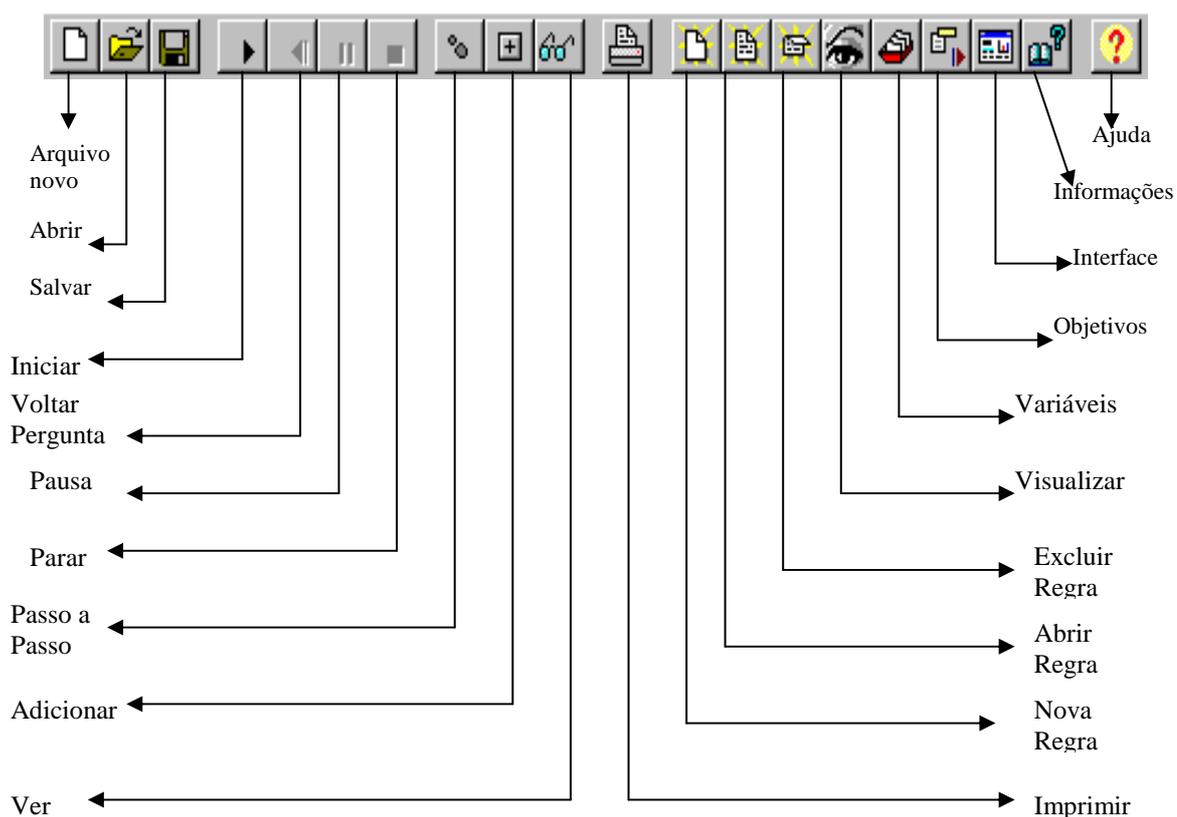
Entre outras características inerentes ao Expert SINTA, temos [LIA1999]:

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

4.3 UTILIZAÇÃO

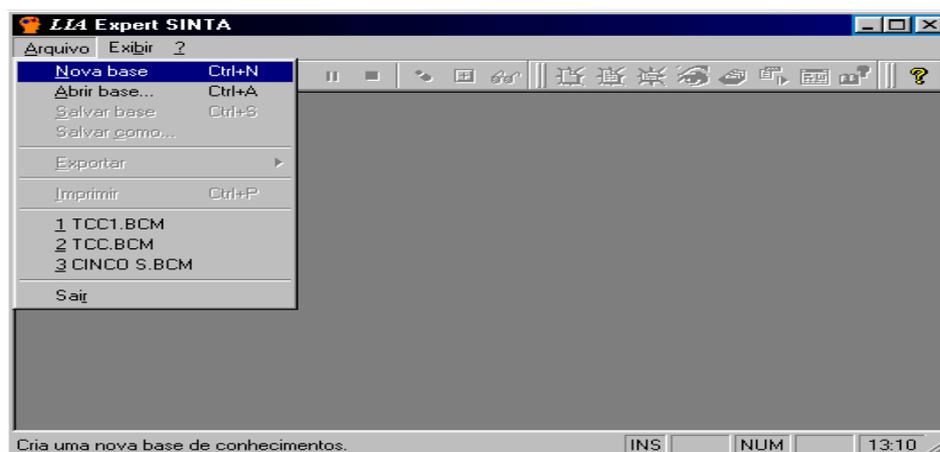
A ferramenta *Expert SINTA Shell* possui menus que permitem e facilitam a criação de uma nova base de conhecimentos. Como padrão, o *Expert SINTA* grava as bases de conhecimento geradas em arquivos com extensões *.BCM. Ao salvar a base pela primeira vez, uma caixa de diálogo aparecerá para que seja indicado o nome do arquivo no qual a base será gravada e qual pasta será encontrado este arquivo **Arquivo/Novo**. Para abrir bases bases pré-existentes em seus discos, utilize o menu ou a barra de ferramentas **Arquivo/Abrir**, para bases totalmente novas **Arquivo/Novo** e a impressão se dá através **Arquivo/Imprimir**. É possível mudar a posição da barra de ferramentas, bastando apenas clicar sobre esta barra e arrastar o mouse para onde desejar movê-la, conforme figura 2 ([LIA1999]).

Figura 2 : barra de ferramentas *Expert SINTA Shell*



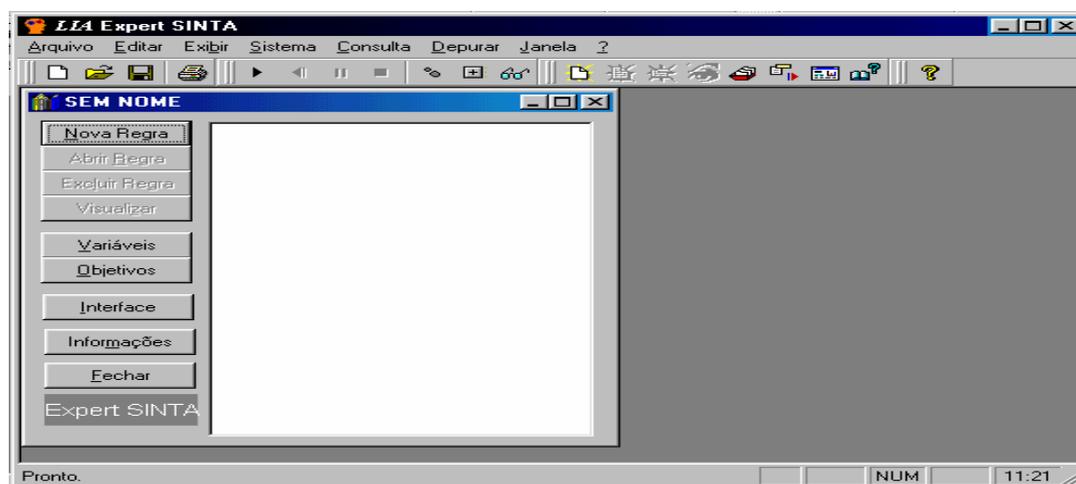
Através da opção **Arquivo/Novo** iniciamos a criação de uma nova base de conhecimentos, onde podem ser acessados outros menus que estão disponíveis na ferramenta durante a criação da base. Na figura 3, podemos verificar as opções e o menu disponível.

Figura 3 : menu para criação de nova base de conhecimento e abertura de bases existentes.



Após a escolha de nova base, primeiramente devem ser definidas as variáveis e os seus respectivos valores. Estas variáveis serão criadas a partir da opção “variáveis”, conforme a figura 4.

Figura 4 : criação de variáveis

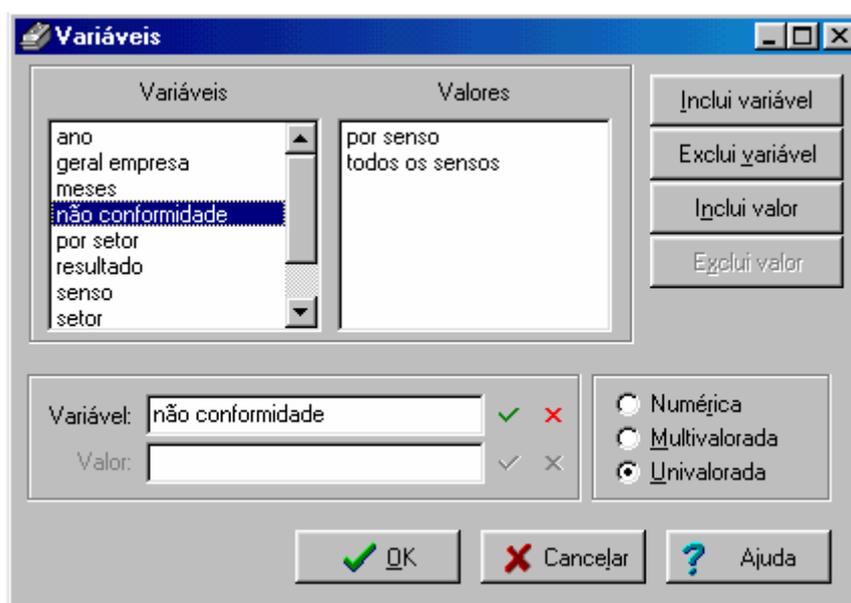


Através da opção inclui variável podem ser criadas novas variáveis, sendo que para cada variável devem ser definidos os seus valores (figura 5). Durante o acompanhamento da execução de um sistema especialista uma única variável pode receber vários valores em uma única consulta ao sistema. Portanto, é importante saber lidar com variáveis que podem ter apenas uma instanciação (univalorada) ou múltiplas (multivalorada).

Quando a máquina de inferência está atrás de encontrar instâncias para uma variável univalorada, ela irá procurar até encontrar um valor, ou então esgotar todas as possibilidades da base de conhecimento. Se durante a busca de outra variável, uma variável univalorada receber um valor quando já possuía outro, esse valor antigo será descartado, vigorando o novo valor. Uma única variável pode receber vários valores em uma única consulta ao sistema.

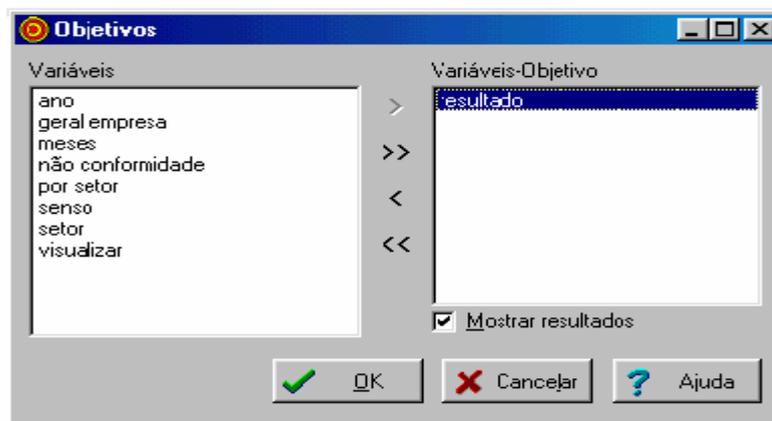
A busca de valores para variáveis multivaloradas prossegue até que toda a base de conhecimento seja explorada. Os valores permanecem acumulados. Nesta hora é preciso ter cuidado com contradições presentes na base. As variáveis numéricas são tratadas como univaloradas, sempre ([LIA1999]).

Figura 5 : definição das variáveis e seus respectivos valores



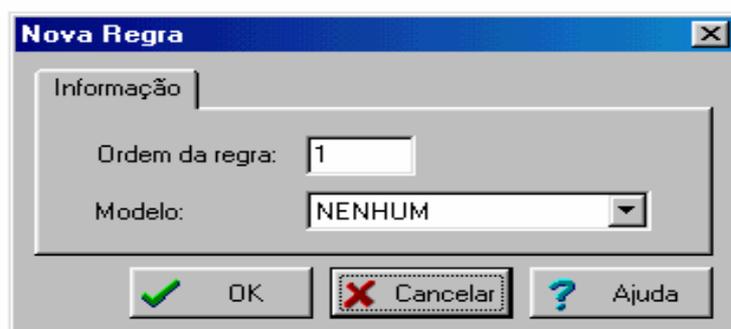
Após a definição das variáveis com seus valores é necessário definir as variáveis objetivo, ou seja, variáveis para as quais ele deve encontrar um valor com base nas regras desenvolvidas. Para a definição destas variáveis, aparecerão todas as variáveis e seus valores, onde deve-se selecionar quais serão as variáveis objetivo (figura 6).

Figura 6 : definição das variáveis objetivo



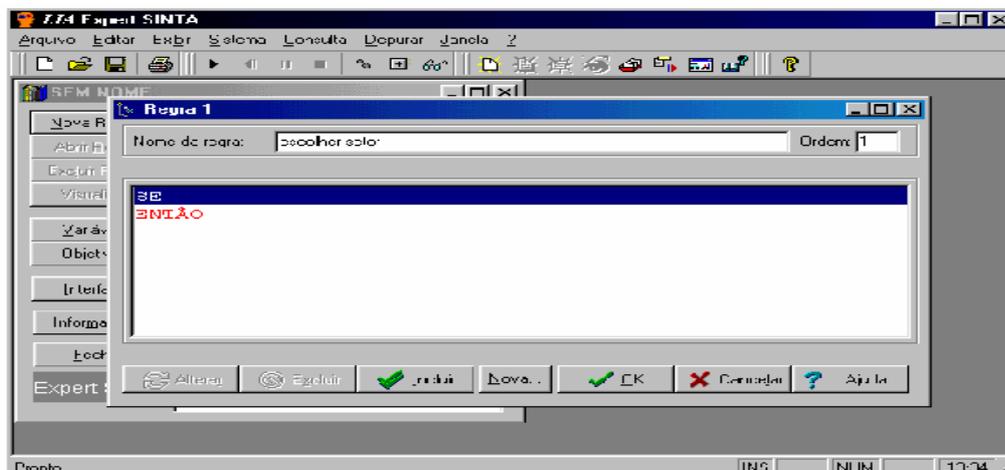
Na janela de criação da nova regra define-se qual será a ordem da regras e de sua execução (figura 7). Para criar nova regras, escolha a opção “nova regra” da figura 4, em seguida aparecerá na tela a ordem da regra e o modelo que será utilizado para a sua construção, caso não se deseje utilizar algum modelo deixe como opção “nenhum” (figura 7).

Figura 7 : nova regra



Para que se possa controlar e identificar de maneira rápida e fácil as regras, para cada regra podem ser atribuídos nomes. Caso não se escolha um nome, constará como sem nome (figura 8).

Figura 8 : definir nome da regra



A ferramenta *Expert SINTA* utiliza regras de produção e possuem as seguintes vantagens [LIA1999]:

- a) modularidade : cada regra, por si mesma, pode ser considerada uma peça de conhecimento independente;
- b) facilidade de edição : novas regras podem ser acrescentadas e antigas ser modificadas com relativa independência;
- c) transparência do sistema : garante maior legibilidade da base de conhecimentos.

A modularidade de um sistema baseado nessa arquitetura permite a construção passo-a-passo da base de conhecimento, ou seja, é possível realizar vários testes com apenas um subconjunto de regras concluídas, conforme tabela 10.

Tabela 10 : regras de produção

SE	Por setor = sim	(Premissas)
E	setor = Administrativo	(Premissas)
E	Visualizar = não conformidade	(Premissas)
E	Não conformidade = todos os sensores	(Premissas)
E	Meses <= 12	(Premissas)
E	ano <= 2002	(Premissas)
ENTÃO	resultado = nconformedm	(Conclusões da regra)

Para o projetista do conhecimento que cria bases utilizando o *Expert SINTA*, o seguinte critério para definições deve ser seguido:

a) A estrutura de cada cauda (premissas) deve obedecer o seguinte modelo :

<CONECTIVO>	<ATRIBUTO>	<OPERADOR>	<VALOR>
-------------	------------	------------	---------

- Conectivo : sua função é unir a sentença ao conjunto de premissas que formam a seção de antecedentes de uma regra (**NÃO, E, OU**) ;
- Atributo : é uma variável capaz de assumir uma ou múltiplas instanciações no decorrer da consulta à base de conhecimento. Cabe ao desenvolvedor definir o tipo de atributo. Um atributo é uma entidade totalmente abstrata, capaz de armazenar listas de valores cujo significado depende do contexto da base;
- Operador : é a ligação entre o atributo e o valor da premissa que define qual a comparação a ser realizada. São operadores tais como: =, >, <=, >=, <> entre outros;
- Valor : é um item de uma lista, a qual foi previamente criada e relacionada a um atributo. No momento da criação de um atributo, é possível que seja definida uma lista de valores que constituirá o universo ao qual suas instanciações devem necessariamente pertencer. As listas podem ser utilizadas para construção de menus, caso o sistema especialista necessite efetuar uma pergunta ao usuário referente àquele determinado atributo. Um valor também pode ser um número, caso o atributo permita.

b) A estrutura da conclusão deve obedecer o seguinte modelo :

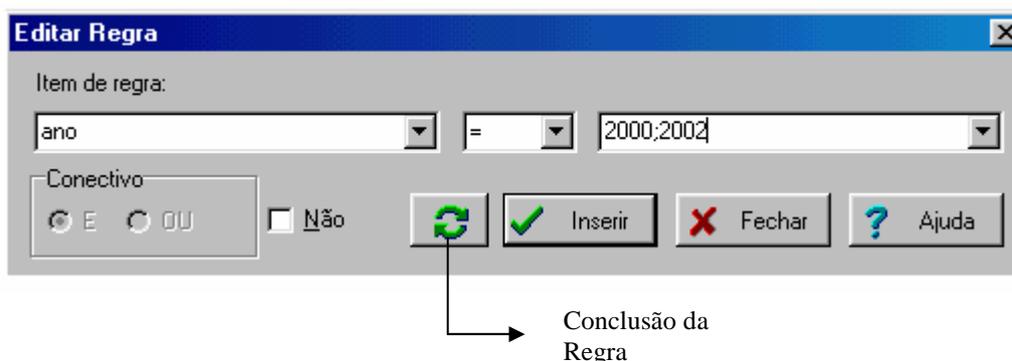
<ATRIBUTO>	=	<VALOR>	<GRAU DE CONFIANÇA>
------------	---	---------	---------------------

- Atributo : equivale ao atributo das premissas;
- “=” : é um operador de **atribuição e não de igualdade**. O atributo nas cabeças de regra, é sempre instanciado a um valor. Dependendo se a variável pode ou não acumular múltiplas instanciações, o novo valor substituirá o antigo ou será empilhado com os demais;

- Valor : equívale ao valor utilizado nas premissas;
- Grau de confiança : é um percentual indicando qual a confiabilidade da conclusão da regra. Varia de 0% à 100%.

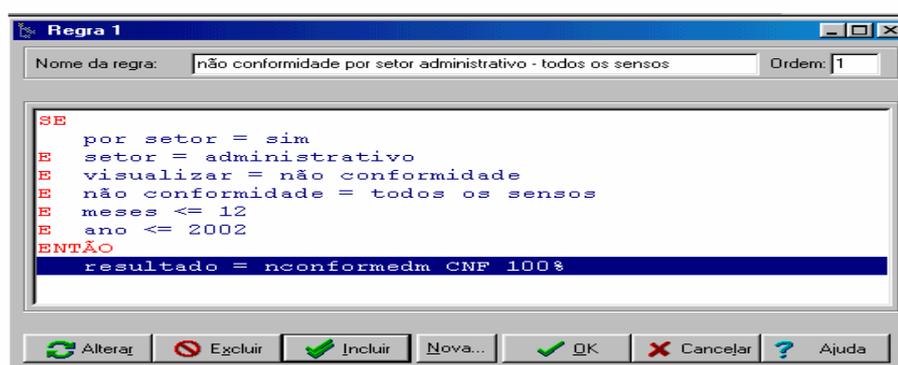
Para incluir as premissas da regra (figura 9), selecione na janela da edição da regra (figura 8) a variável, a condição e o valor. Para edição da conclusão da regra, escolha a opção de conclusão da regras (figura 9).

Figura 9 : editar regra



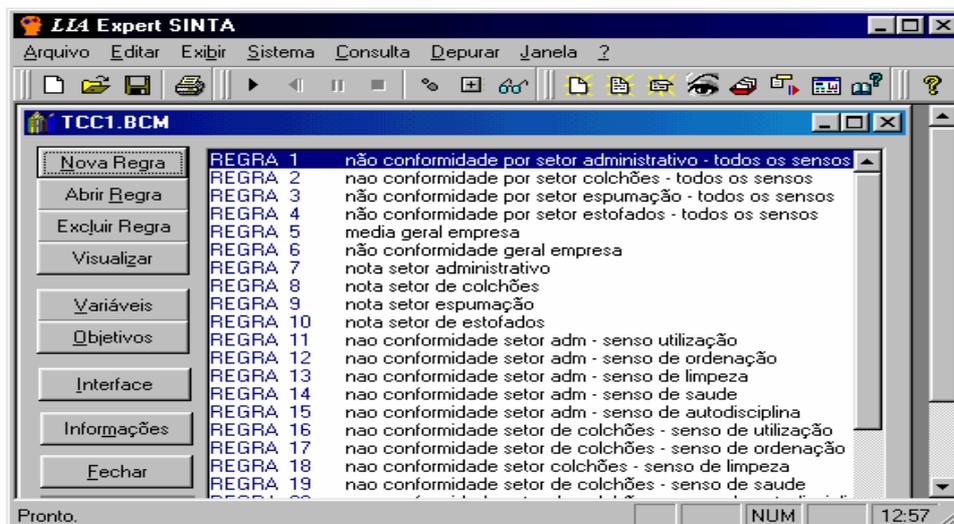
Após a inclusão das premissas e da conclusão, a figura 10 apresenta a regra pronta para ser executada.

Figura 10: regra pronta



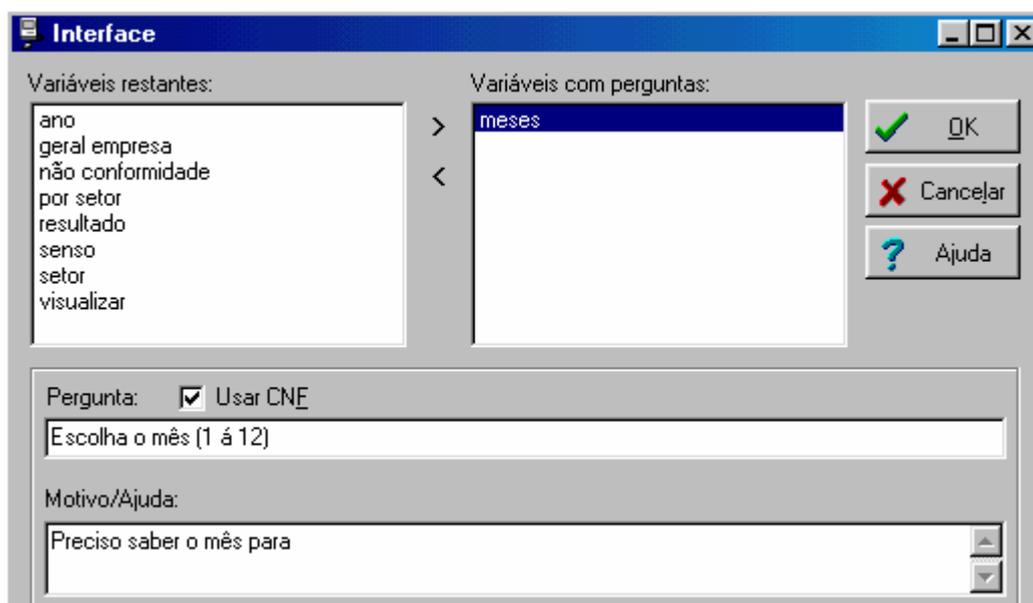
Na tela principal são apresentadas todas as regras, que serão executadas conforme a ordem de criação das mesmas, de acordo com a figura 11.

Figura 11: tela principal do Expert Sinta com todas as regras.



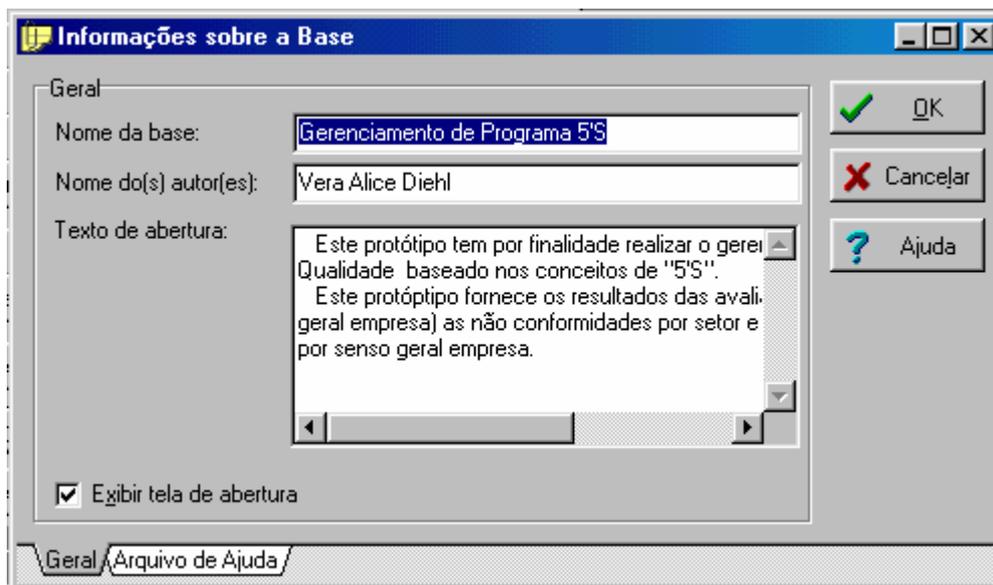
A ferramenta Expert SINTA apresenta a opção de personalizar a interface, onde as perguntas podem ser definidas pelo próprio usuário. Caso o usuário necessite de ajuda, nesta interface pode-se explicar o motivo pelo qual a pergunta está sendo realizada (figura 12).

Figura 12: personalizar interface



Para que o usuário obtenha maiores informações sobre a finalidade da base de conhecimentos, na opção informações podem ser cadastradas todas as informações sobre a base (figura 13).

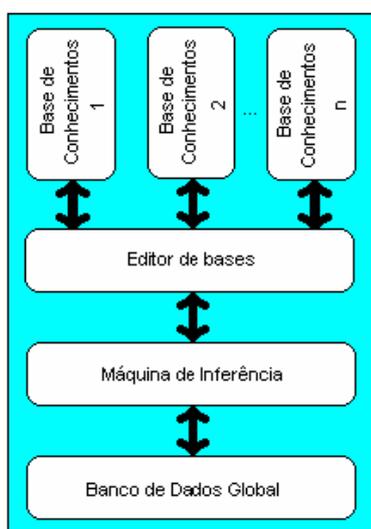
Figura 13: informações sobre a base de conhecimentos.



4.4 ARQUITETURA DE UM SISTEMA ESPECIALISTA NO EXPERT SINTA

Os sistemas especialistas que utilizam o *Expert SINTA* possuem a seguinte arquitetura, conforme mostra a figura 14 :

Figura 14 : arquitetura simplificada do *Expert SINTA* .



Fonte : [LIA1999]

- a) base de conhecimentos representa a informação (fatos e regras) que um especialista utiliza;
- b) editor de bases é o meio pelo qual a *shell* permite a implementação das bases desejadas;
- c) máquina de inferência, o motor de inferência é o responsável pela ação repetitiva de buscar, analisar e gerar novos conhecimentos;
- d) 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]).

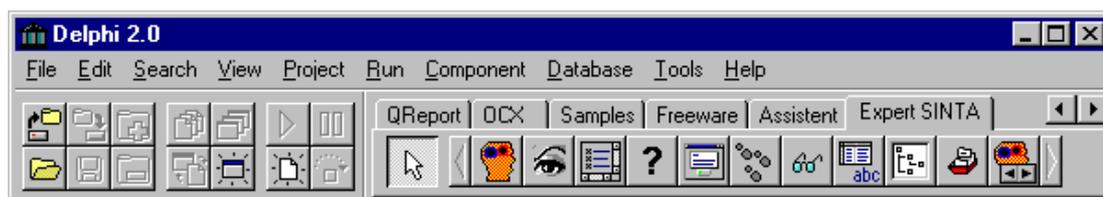
4.5 EXPERT SINTA VISUAL COMPONENT LIBRARY (VCL)

O Expert SINTA, um *shell* voltado para facilidade de uso, já vem sendo utilizado com sucesso na construção de sistemas especialistas, mas não dispõe de recursos de intercâmbio de dados com outros ambientes de desenvolvimento, nem possibilita o total aproveitamento das características do sistema operacional na criação de interfaces com o usuário final.

Com a introdução da biblioteca de componentes *Expert SINTA Visual Component Library (Expert SINTA VCL)*, torna-se viável aproveitar as possibilidades oferecidas pela ferramenta descrita dentro de uma linguagem de programação orientada a objeto de alta produtividade. Ferramentas como estas são comumente denominadas ferramentas RAD (*Rapid Application Development*). Entre os motivos que levaram o grupo à implementação da Expert SINTA VCL, temos:

- a) o Expert SINTA (*shell*) não provia toda a funcionalidade necessitada em certos sistemas especialistas;
- b) não haviam meios de aproveitar os dados obtidos com o *shell* em outros programas;
- c) seria inviável o acréscimo de vários recursos de interface e intercâmbio de dados na ferramenta em si. A política do grupo SINTA é disponibilizar soluções baseadas em sistemas inteligentes de forma *gratuita* para a comunidade de computação em geral. Tal abordagem demandaria muito tempo e dinheiro;
- d) os sistemas especialistas poderiam ser compilados em uma dada linguagem de programação e utilizados de forma totalmente independente do Expert SINTA;
- e) seria possível reaproveitar milhares de linhas de código já escritas na construção do *shell* ([LIA1999]).

Figura 15 : barra de ferramentas no Delphi com a biblioteca (Expert SINTA VCL).



O *Expert SINTA VCL* torna possível a criação de *front-ends* para bases de conhecimento geradas com o *Expert SINTA*. Entre as tarefas desempenhadas por esta VCL, temos ([LIA1999]):

- a) encapsulamento da máquina de inferência e a estrutura de dados que representa o conhecimento (regras de produção);
- b) fornecimento de mecanismos para entrada de dados do usuário;
- c) fornecimento de mecanismos de depuração;
- d) permitir a personalização da aplicação final.

4.6 COMPONENTES DO VCL

Os componentes nativos da *Expert SINTA VCL* podem ser divididos em categorias, conforme [LIA1999] :

	TexpertSystem - componente que encapsula a máquina de inferência e a estrutura de dados que representa a base de conhecimento. Para tal, referencia um arquivo de base de dados de conhecimento gerado pelo shell. Todos os outros componentes fazem referência a um dado componente TexpertSystem direta ou indiretamente.
	<i>TruleView</i> – exibe regras da base de conhecimento referenciada pelo componente <i>TexpertSystem</i> .
	<i>TexpertPrompt</i> - menu para entrada de dados do usuário em resposta a uma determinada pergunta efetuada pelo sistema. Uma pergunta não é a única maneira que um sistema especialista utilizar para obter informações complementares, mas é a mais comum. Portanto, este componente é bastante utilizado.
	<i>TlabelQuestion</i> - a única opção de personalização de interface integrada no <i>shell</i> Expert SINTA é a possibilidade de mudança da mensagem que aparece em uma pergunta para cada variável. É possível reaproveitar esta mensagem dentro de <i>front-ends</i> montados em uma linguagem como o Borland Delphi, de forma a manter um aspecto uniforme entre uma consulta realizada no próprio <i>shell</i> e um aplicativo final construído com a VCL.
	<i>TvaluesGrid</i> - exibe as instâncias (valores) de uma dada variável por ordem decrescente de grau de confiança.

	<i>TwhyDialog</i> – caixa de diálogo que exibe uma explicação para a necessidade de uma dada pergunta, baseando-se tanto em explicações criadas pelo projetista da base no <i>shell</i> ou, na falta destas, em explicações montadas automaticamente a partir das regras.
	<i>TdebugPanel</i> – semelhante a <i>TRuleView</i> , exibe as regras da base de conhecimento de um sistema especialista em um painel, mas indica também qual premissa (ou conclusão) está sendo analisada pela máquina de inferência em determinado ponto de uma consulta.
	<i>TwatchPanel</i> – de forma semelhante a opção <i>Watch</i> de um ambiente de programação, exibe as instâncias (valores atribuídos durante uma consulta) de todas variáveis através de dois painéis: o superior lista todas as variáveis; o inferior, as instâncias da variável selecionada no painel superior.
	<i>TconsultTree</i> - este componente pode criar e exibir de forma hierárquica todos os passos seguidos do começo ao fim de uma consulta, explicando porque (como) determinadas conclusões foram atingidas.
	<i>TallVars</i> - ao contrário de <i>TWatchPanel</i> , este componente não se atualiza automaticamente para cada nova instância criada pela máquina de inferência, mas de forma hierárquica.
	<i>TexNavigator</i> - um navegador que controla o fluxo da consulta em conjunto com as respostas entradas pelo usuário e outros componentes de interface acrescentados pelo desenvolvedor da aplicação. Suas operações básicas são iniciar consulta, voltar à pergunta anterior, dar uma pausa na consulta, executá-la passo a passo, e cancelar a consulta.

4.7 RELAÇÃO ENTRE OS COMPONENTES

Existe outra forma de classificar a VCL [LIA1999] :

- a) componentes de atualização automática, os quais modificam-se automaticamente sempre que um fato relevante ocorre durante uma consulta;
- b) componentes passivos, que precisam da chamada de um método para exibir funcionalidade.

Basicamente, todos os componentes, à exceção de *TConsultTree* e *TAllVars*, são automáticos. Para que componentes automáticos procedam como tal, é preciso relacioná-los a um componente *TexpertSystem*, conforme tabela 11.

Tabela 11 : componentes e as respectivas operações de *TexpertSystem*

Componente	Eventos
<i>TRuleView</i>	Carregamento de nova base de conhecimento.
<i>TExpertPrompt</i>	Carregamento de nova base de conhecimento.
<i>TLabelQuestion</i>	Carregamento de nova base de conhecimento.
<i>TValuesGrid</i>	Carregamento de nova base de conhecimento. Quando a propriedade <i>AutomaticUpdate</i> é verdadeira, também sofre mudanças a cada instância que é acrescentada ou retirada da base de fatos do sistema especialista.
<i>TWhyDialog</i>	A cada pergunta realizada.
<i>TDebugPanel</i>	Carregamento de nova base de conhecimento e a cada passo efetuado pela máquina de inferência.
<i>TWatchPanel</i>	Carregamento de nova base de conhecimento e cada instância modificada de cada variável.
<i>TConsultTree</i>	Não é atualizado automaticamente. Invoque um método para gerar mudanças.
<i>TAllVars</i>	Não é atualizado automaticamente. Invoque um método para gerar mudanças.
<i>TexNavigator</i>	Carregamento de nova base de conhecimento, início e fim de consulta, entrada e saída em modo de execução passo-a-passo, retorno à pergunta anterior, nova pergunta realizada.

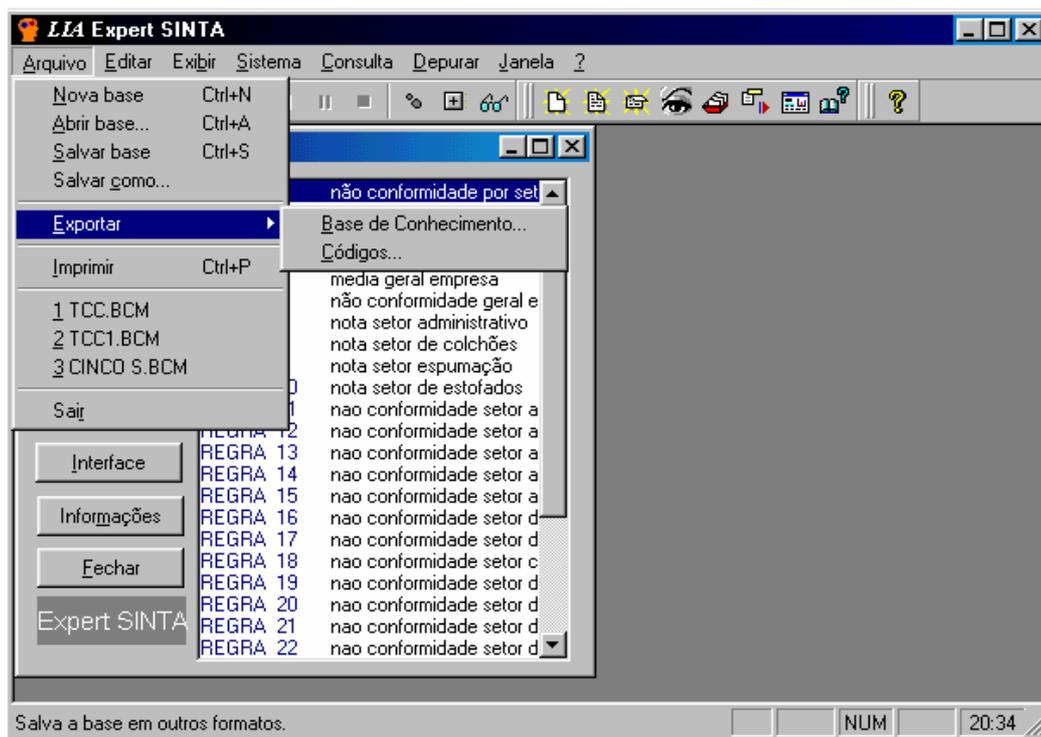
Fonte : [LIA1999]

Outro parâmetro que aparece constantemente nos componentes da *Expert SINTA VCL* são os códigos de variáveis. Por exemplo, o componente *TExpertPrompt* monta automaticamente um menu de entrada de dados para que o usuário marque valores de uma dada variável. Logo, a variável é um parâmetro básico deste componente. É indicada a variável referenciada pelo componente através de seu código.

Cada variável criada através do *Expert SINTA* recebe um código interno que nunca muda (a não ser, óbvio, que esta seja apagada e inserida novamente - categoricamente nem sequer seria a mesma variável). Assim, o uso de códigos é o modo mais estável de referência de variáveis.

Para obter os códigos criados pelo *Expert SINTA*, deve-se abrir a base de conhecimento no *shell* e selecionar o menu Arquivo/Exportar/Códigos, conforme figura 16.

Figura 16 : exportar códigos



A seguir, digita-se o nome do arquivo texto (.txt) onde sairão os resultados. Pode-se abrir posteriormente este arquivo em um editor de textos quando precisar saber o código de uma dada variável ou valor (figuras 17 e 18), ([LIA1999]).

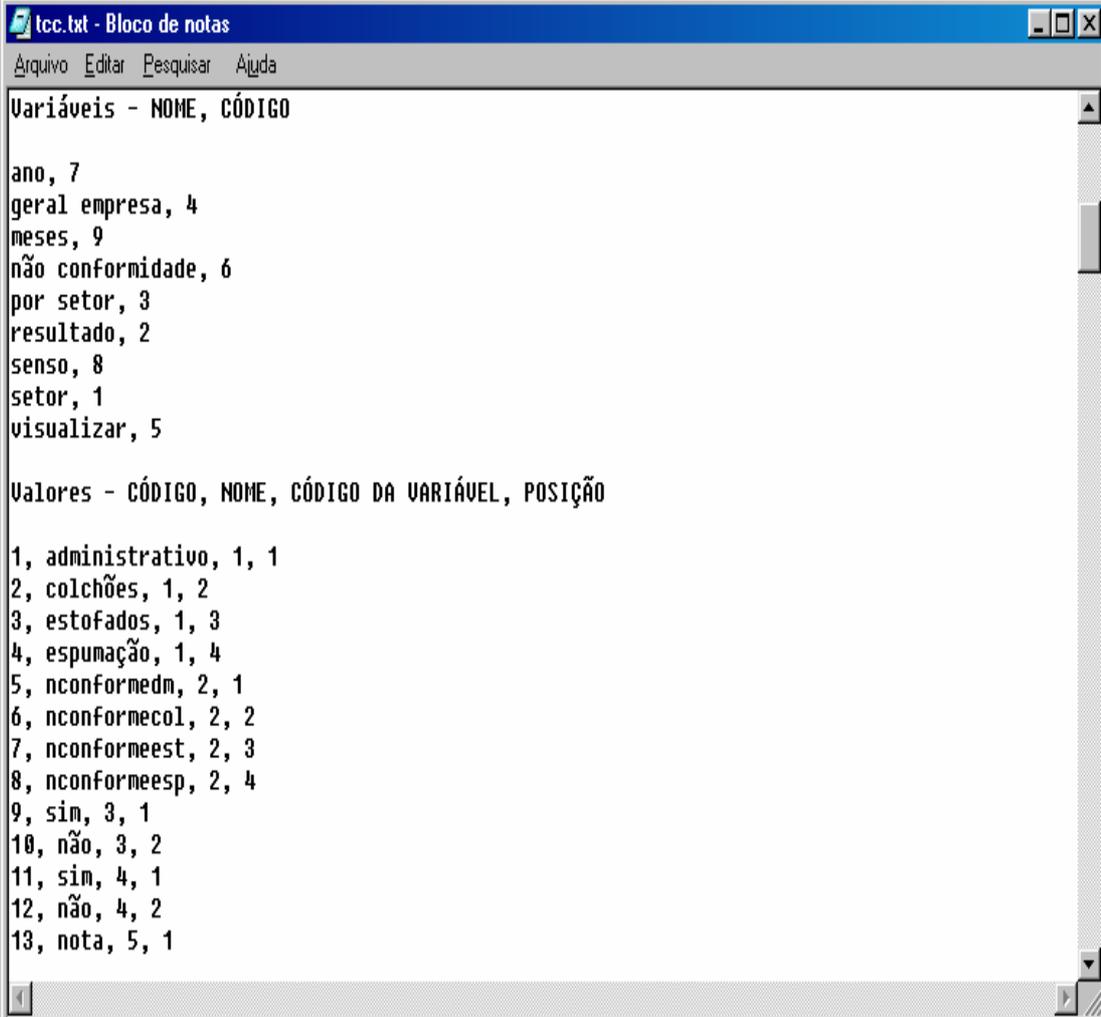
Figura 17 : arquivo txt gerado com os códigos das variáveis *Expert SINTA*

```
tcc.txt - Bloco de notas
Arquivo  Editar  Pesquisar  Ajuda
CÓDIGOS INTERNOS DE BASE DE CONHECIMENTO
SOBRE O SISTEMA ESPECIALISTA
-- Nome:  Gerenciamento de Programa 5'S
-- Autores: Vera Alice Diehl
-- Resumo:
    Este protótipo tem por finalidade realizar o gerenciamento de Programa da
    Qualidade baseado nos conceitos de "5'S".
    Este protótipo fornece os resultados das avaliações (notas por setor e média
    geral empresa) as não conformidades por setor e senso e as não conformidades
    por senso geral empresa.

SOBRE OS ARQUIVOS
Arquivo original: A:\tcc.bcm
O sistema não possui recursos de ajuda.

-----
Variáveis - CÓDIGO, NOME
1, setor
2, resultado
3, por setor
4, geral empresa|
5, visualizar
6, não conformidade
7, ano
8, senso
9, meses

Variáveis - NOME, CÓDIGO
ano, 7
```

Figura 18 : arquivo txt gerado com os códigos das variáveis no *Expert SINTA*

```
tcc.txt - Bloco de notas
Arquivo Editar Pesquisar Ajuda

Variáveis - NOME, CÓDIGO

ano, 7
geral empresa, 4
meses, 9
não conformidade, 6
por setor, 3
resultado, 2
senso, 8
setor, 1
visualizar, 5

Valores - CÓDIGO, NOME, CÓDIGO DA VARIÁVEL, POSIÇÃO

1, administrativo, 1, 1
2, colchões, 1, 2
3, estofados, 1, 3
4, espumação, 1, 4
5, nconformedm, 2, 1
6, nconformecol, 2, 2
7, nconformeest, 2, 3
8, nconformeesp, 2, 4
9, sim, 3, 1
10, não, 3, 2
11, sim, 4, 1
12, não, 4, 2
13, nota, 5, 1
```

5 DESENVOLVIMENTO E IMPLEMENTAÇÃO DO PROTÓTIPO DE SOFTWARE

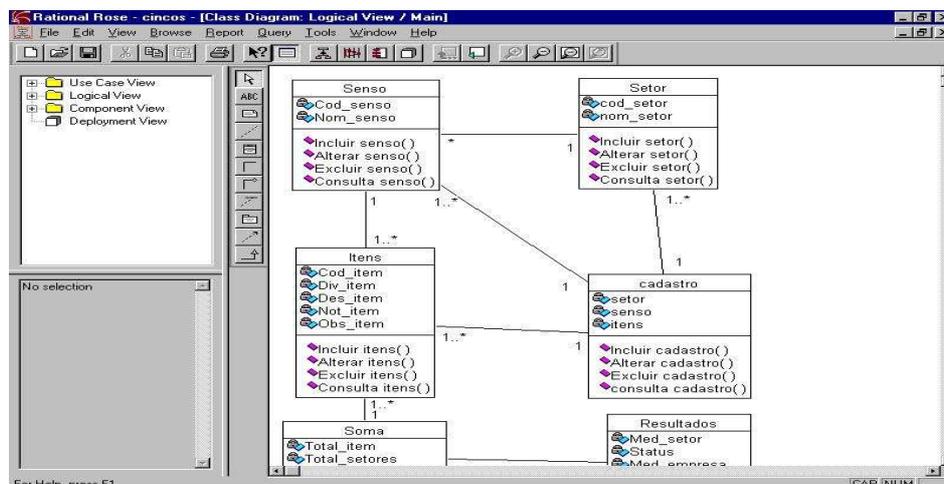
Para o desenvolvimento e implementação do protótipo de software, a aquisição do conhecimento foi extraída dos livros [CAN1998], [JUN1999], [UME1997], [RIB1994] e através dos *check list* fornecidos pelas empresas Estofados Mannes Ltda, localizada em Guaramirim e Alimentos Sasse Ltda, situada em Jaraguá do Sul. O modelo de *check list* fornecido pelas empresas não consta anexo, pois não nos foi autorizado a sua colocação.

As avaliações do programa 5S são realizados mensalmente, através dos itens que estão cadastrados no *check list*. São avaliados todos os setores da organização que participam do programa 5S, e após a realização das avaliações, o coordenador do programa deve emitir a média do setor atribuindo-se o seu conceito e estado conforme o intervalo da pontuação (tabela 08). O coordenador do programa emite a média geral da organização, somando a nota de todos os setores e dividindo o resultado pelo número de setores. Para que o programa tenha uma evolução, considera-se que todos os itens que obtiveram nota zero são não conformes, ou seja, não estão dentro dos padrões especificados nos sensores. O coordenador do programa repassa ao setores os itens não conformes para que sejam realizadas todas as ações para a resolução do problema.

5.1 APRESENTAÇÃO DA ESPECIFICAÇÃO

Um dos objetivos do trabalho é demonstrar a utilização da tecnologia de Sistemas Especialistas aplicada ao gerenciamento do programa da qualidade (5S). Para a especificação do problema foi utilizada uma ferramenta CASE. Para reproduzir problemas no projeto ou desenvolvimento de um sistema, é relevante a utilização da ferramenta CASE. Estas ferramentas, separam o projeto do aplicativo da implementação do código, podendo auxiliar a automação de análise, projeto e geração de software ([SIL1999]).

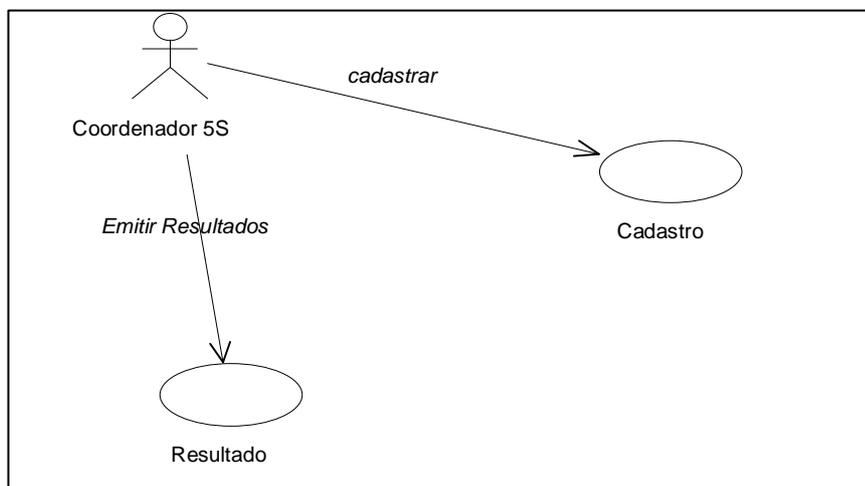
Figura 19 : tela da Ferramenta Case Rational Rose



A ferramenta CASE Rational Rose, conforme figura 19, é uma ferramenta de modelagem visual para projetar e criar aplicações de software utilizando padrão denominado *Unified Modeling Language* (UML). A UML é considerada uma linguagem de modelagem gráfica para descrever um projeto de software, simplificando o complexo processo de análise, projeto e construção do software e criando visões do sistema sendo construído. Esta ferramenta possui nove diagramas a serem definidos, contudo neste trabalho serão utilizados apenas três: o diagrama de casos de uso, diagrama de classes e diagrama de seqüência ([BAR1998]):

- a) diagrama de casos de uso : a modelagem de um diagrama de casos de uso é uma técnica usada para descrever e definir os requisitos funcionais de um sistema. Para isso, utiliza atores (figura 20).

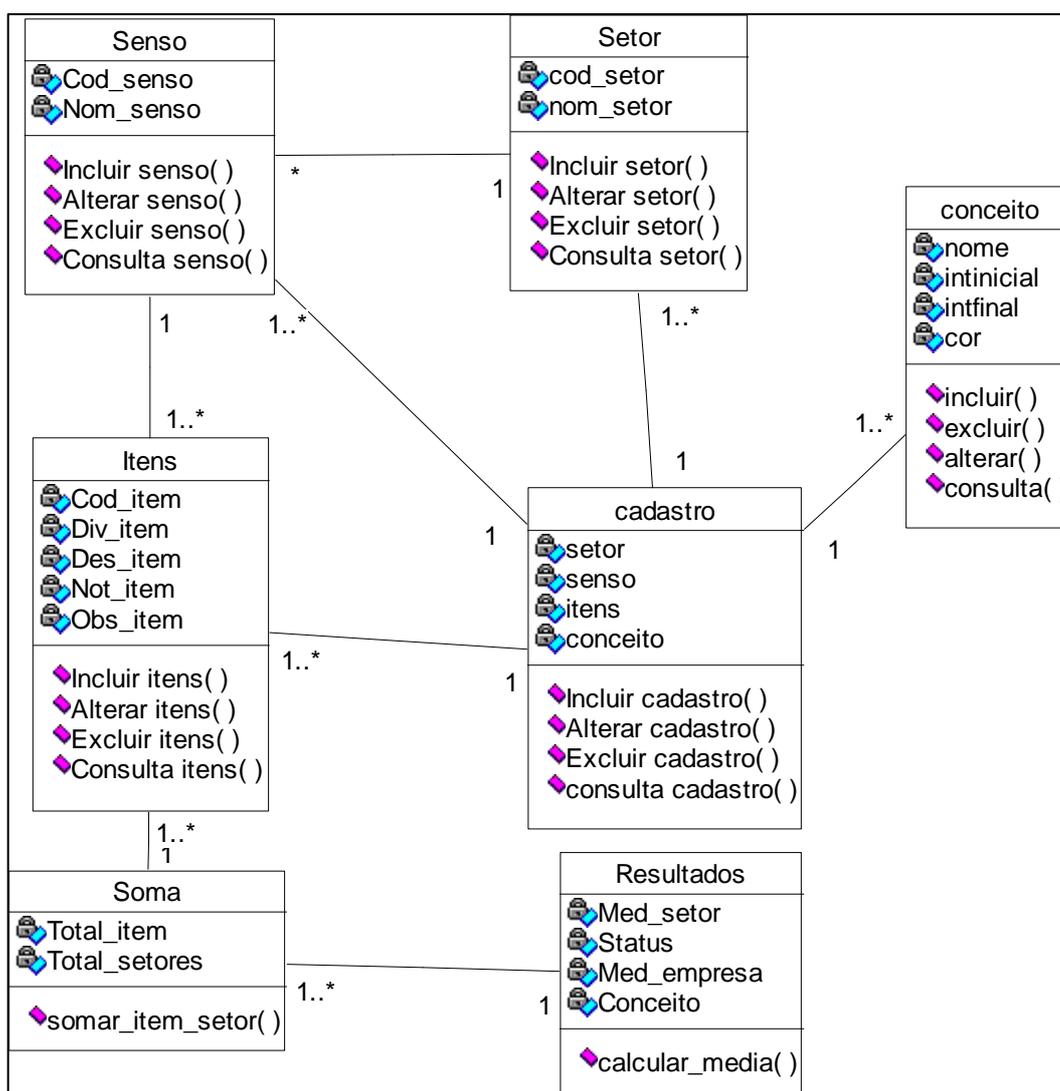
Figura 20 : diagrama de casos de uso



No diagrama de casos de uso (figura 20), é apresentada a especificação formal, onde estão definidas as principais tarefas e quem as executará. Nesta aplicação o coordenador de 5S é o responsável pelos cadastros e emissão dos resultados;

b) diagrama de classes : As classes podem se relacionar com outras através de diversas maneiras, entre elas: associação ou agregação (conectadas entre si) e especialização (uma classe é uma especialização de outra classe) (figura 21).

Figura 21 : diagrama de classes



O diagrama de classes (figura 21), apresenta o relacionamento entre as classes através do mecanismo –, sendo que cada classe é responsável por guardar uma informação, e para compreender como foi definida esta estrutura, devemos perguntar se é necessário guardar

informações e de quais tipos de objetos descritos no problema, assim como o tipo de relacionamento entre as classes.

- c) diagrama de seqüência : mostra a colaboração dinâmica entre os diversos objetos de um sistema. O diagrama consiste em um número de objetos mostrado em linhas verticais (tempo), no sentido de cima para baixo. As mensagens enviadas para cada objeto são simbolizadas por setas entre estes objetos que se relacionam ([BAR1998]).

Figura 22 : diagrama de seqüência

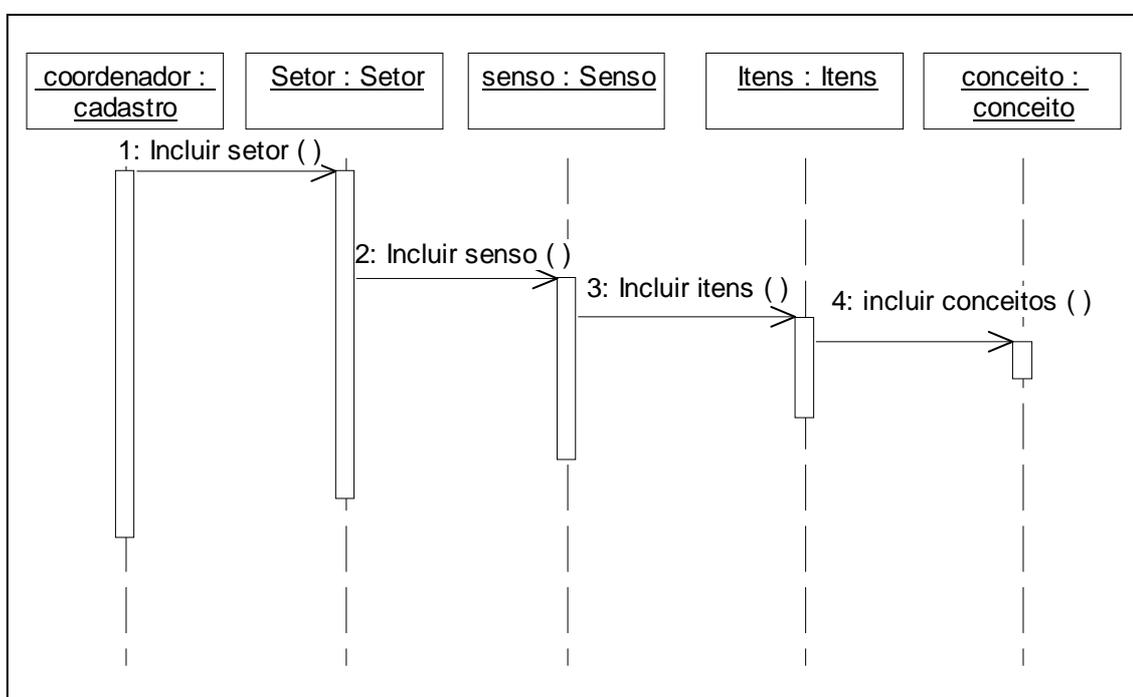
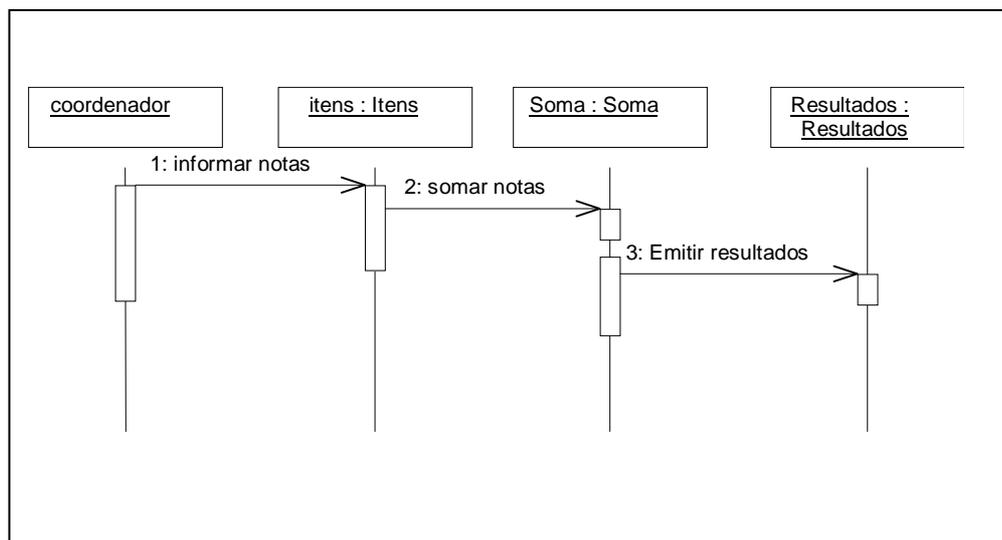


Figura 23 : diagrama de seqüência



No diagrama de seqüência (figuras 22 e 23) mostra-se a colaboração dinâmica entre os vários objetos de um sistema. A definição deste diagrama baseou-se nas operações realizadas pelos atores no diagrama de casos de uso e diagrama de classes.

Após a especificação formal do protótipo, inicia-se o trabalho de implementação no ambiente Delphi. A ferramenta CASE Rational Rose foi utilizado somente para definir de que maneira o protótipo deve ser implementado, sendo que as suas telas não foram geradas a partir da especificação.

5.2 IMPLEMENTAÇÃO

A implementação do protótipo de software, visa principalmente apresentar os itens não conformes por setor e geral da empresa, a média por setor e geral da empresa. Para isso, foram utilizadas uma das técnicas de Sistemas Especialistas, mais especificamente o sistema baseado em regras de produção através da ferramenta Expert SINTA e os componentes do ambiente Delphi (Expert SINTA VCL). Esta aplicação foi desenvolvida para ser utilizada por empresas que possuem ou desejam implantar o programa 5S.

A base de conhecimentos foi criada na ferramenta Expert SINTA e a partir do arquivo .bcm foram extraídos os códigos das variáveis. No ambiente Delphi 3.0, utilizando alguns

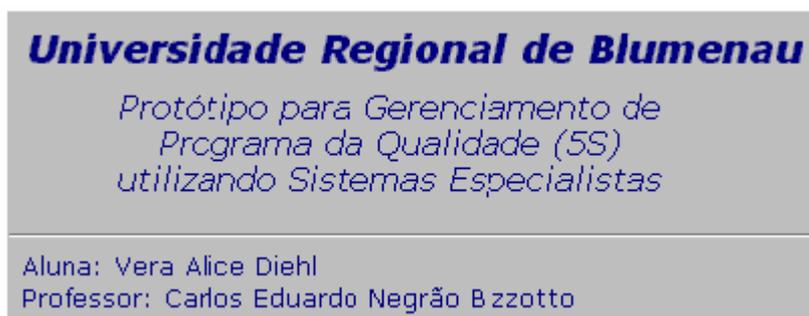
componentes da ferramenta Expert SINTA VCL e associando-os ao TexpertSystem, a máquina de inferência foi encapsulada para fornecer os resultados desejados.

5.3 OPERACIONALIDADE DA IMPLEMENTAÇÃO

A seguir, será apresentado o funcionamento da implementação do protótipo de software. Nesta apresentação, serão mostradas as telas do sistema, bem como a característica de cada uma delas.

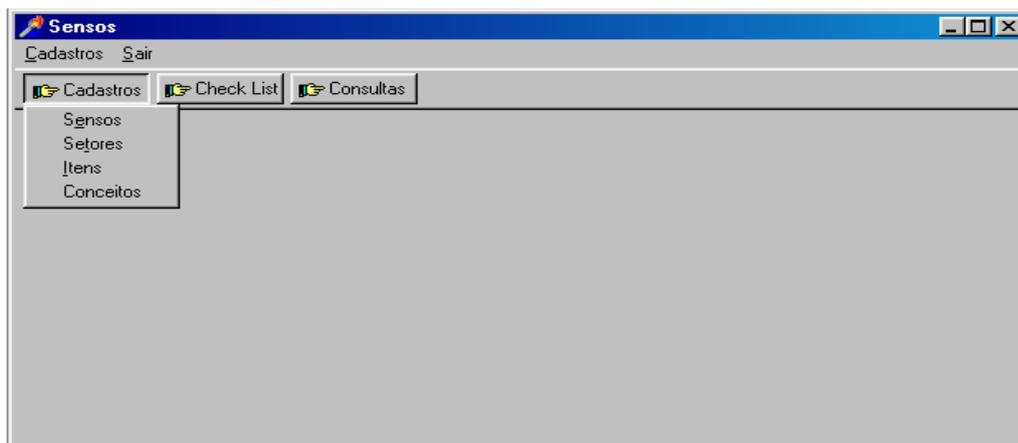
A figura 24 é a primeira tela, sendo que esta é para a abertura do sistema, demonstrando a universidade, título do trabalho, o nome da aluna e do professor que orientou o trabalho de conclusão de curso.

Figura 24 : tela de abertura



O protótipo de software, possui uma tela de menus para o usuário, conforme a figura 25. Esta tela inicial, serve para que o usuário defina qual será a sua escolha das opções apresentadas e clique sobre uma delas. A opção cadastro, tem por finalidade realizar o cadastro dos senso (utilização, organização, limpeza, saúde e autodisciplina), na opção setores devem ser cadastrados todos os setores da organização que participam da avaliação, na opção itens devem ser cadastrados os itens e as perguntas relativas a cada senso. Na opção conceitos deve ser cadastrado o intervalo inicial e final do conceito e a respectiva cor. Na opção *check list* será lançada a nota dos itens cadastrados nos senso e a opção consultas serve para a escolha dos resultados que se deseja visualizar.

Figura 25 : tela de cadastro



Ao entrar na opção Cadastro, aparece a tela de cadastro de sensores, setores, itens, conforme figura 26. Esta tela tem por objetivo a inclusão dos sensores que serão utilizados pela empresa, atribuindo-se um código e um nome ao sensor.

Figura 26: tela de cadastro de sensores



Se a escolha na opção Cadastro for de setores (figura 27), aparecerá a tela onde deverão ser atribuídos códigos e nomes aos setores. Deverão ser cadastrados todos os setores da organização que participam da avaliação. Através da opção incluir, é realizado o cadastro de um novo setor, a opção excluir deleta um setor que já tenha sido cadastrado e a opção sair, finaliza a tela.

Figura 27: tela de cadastro de setores

Na opção de cadastro de itens, devem ser relacionados os itens que serão avaliados para cada senso, definido-se o nome do item e a respectiva pergunta ao item, conforme figura 28.

Figura 28 : tela de cadastro de itens

Na opção de cadastro de conceitos são atribuídos valores a cada conceito, num intervalo de 0 a 10. Dentro deste intervalo são definidos os intervalos da pontuação inicial e final, atribuindo-se uma cor para cada conceito, conforme figura 29.

Figura 29 : tela de cadastro de conceitos

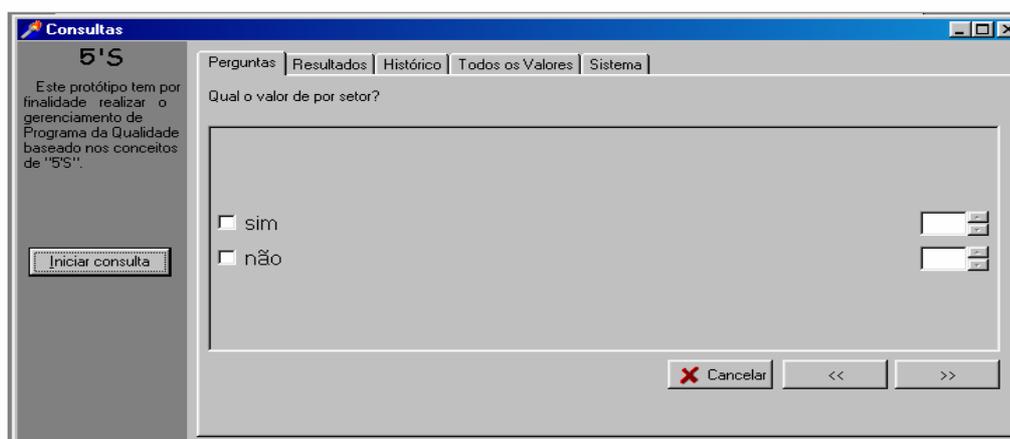
A opção *check list* da tela inicial é utilizada para inserir os dados da avaliação, que são realizados pelos avaliadores nos setores da organização. Para a digitação dos dados, devem ser informados o setor, o senso, a data e ano. Na tela aparecem todos os itens cadastrados para este senso, devendo-se informar a nota que foi atribuída pelo avaliadores na tela, conforme a figura 30.

Figura 30 : tela para digitação dos dados.

Ítem	Nome	Descrição	Nota
1	Descarte	Existem materiais/equipamentos sem serventia no setor	2 <input type="checkbox"/> N/A
2	Descarte	Existem materiais/objetos estranhos no local de trabalho (copos, caixas, papéis e outros)	1 <input type="checkbox"/> N/A
3	Avisos	Os avisos têm informações atualizadas	2 <input type="checkbox"/> N/A

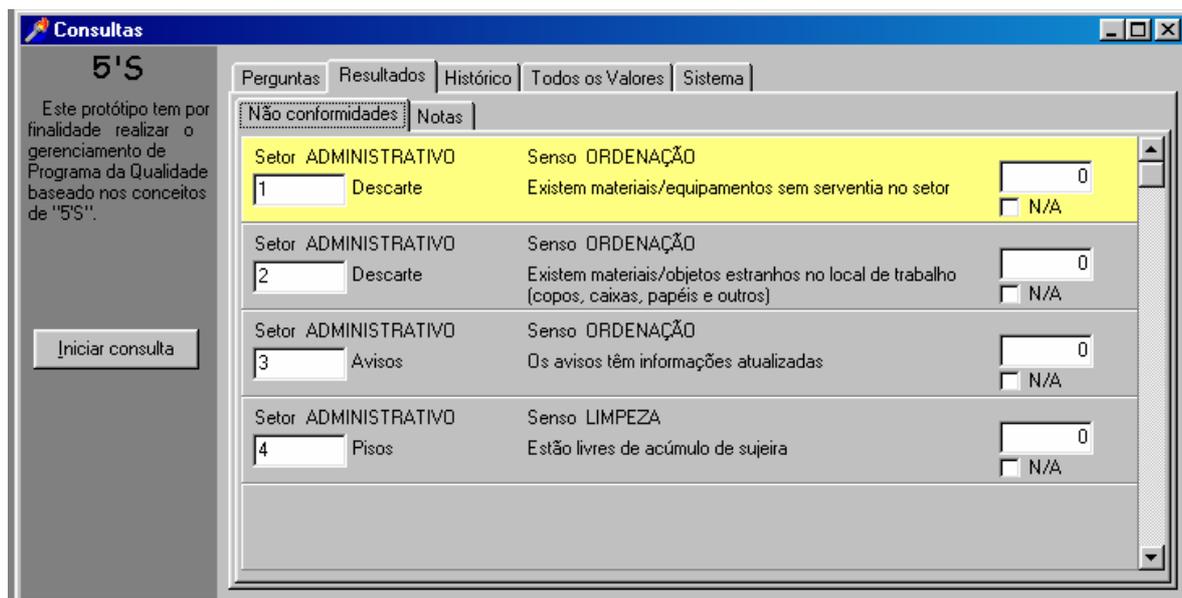
Após a digitação de todos os dados, conforme a figura 30, para saber qual é a nota do setor, a média geral da empresa, e as não conformidades, a opção consulta demonstra estes resultados, conforme figura 31. Nesta tela aparecem as perguntas geradas pelo Expert SINTA e conforme a resposta do usuário às perguntas, será gerado o resultado. O usuário responde as perguntas clicando sobre uma delas (figura 31).

Figura 31 : tela com perguntas do Expert SINTA



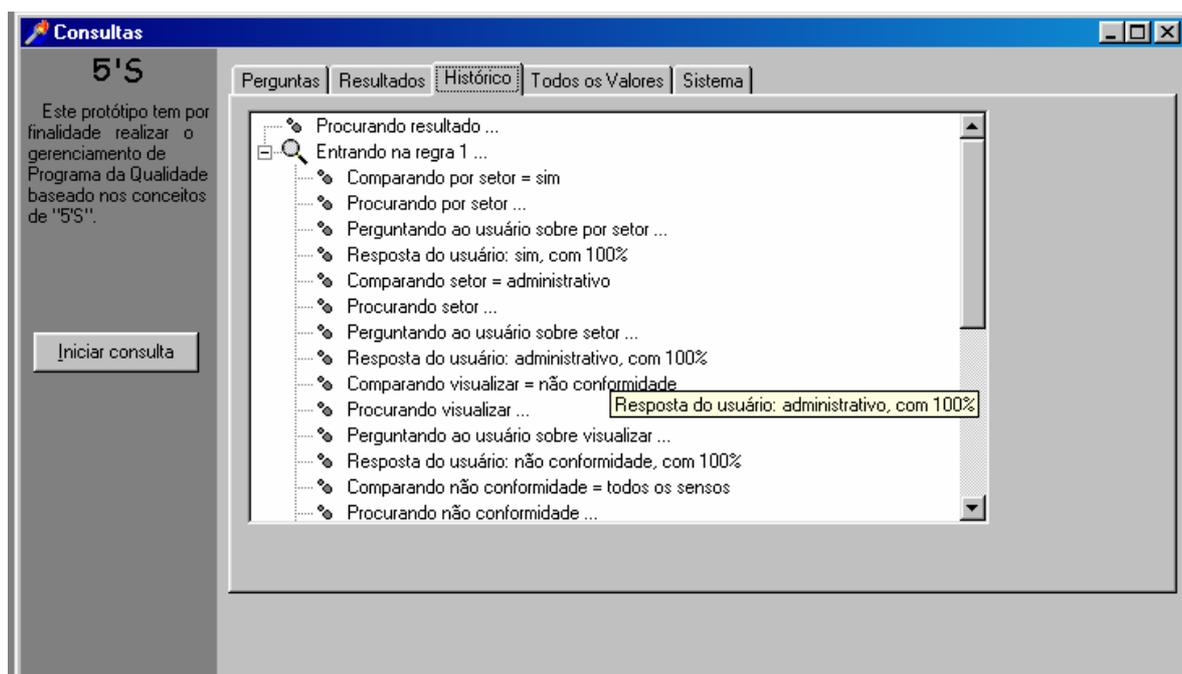
Após o usuário ter respondido todas as perguntas mostradas pelo sistema, a figura 32 mostra o resultado gerado. Este resultados obtidos, provém do uso da técnica de Sistemas Especialistas baseados em regras de produção, chegando a esta conclusão através das inferências realizadas em cada consulta. Nesta tela estão relacionadas todas as não conformidades de todos os setores do setor administrativo no mês 12 de 2000.

Figura 32 : resultado da consulta



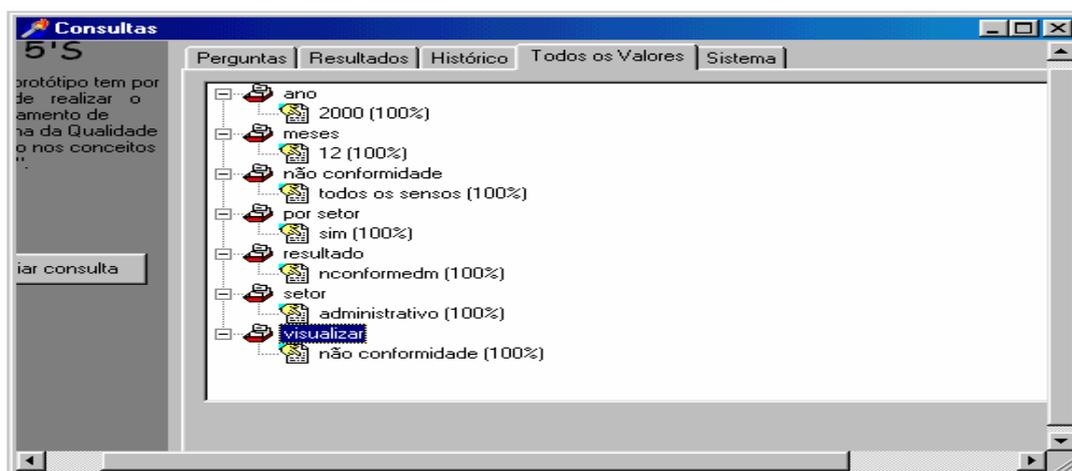
As respostas obtidas nas consultas são comprovadas pelo sistema de justificação, onde O Expert SINTA fornece um histórico das regras que percorre para encontrar a solução, conforme figura 33.

Figura 33: histórico da regras



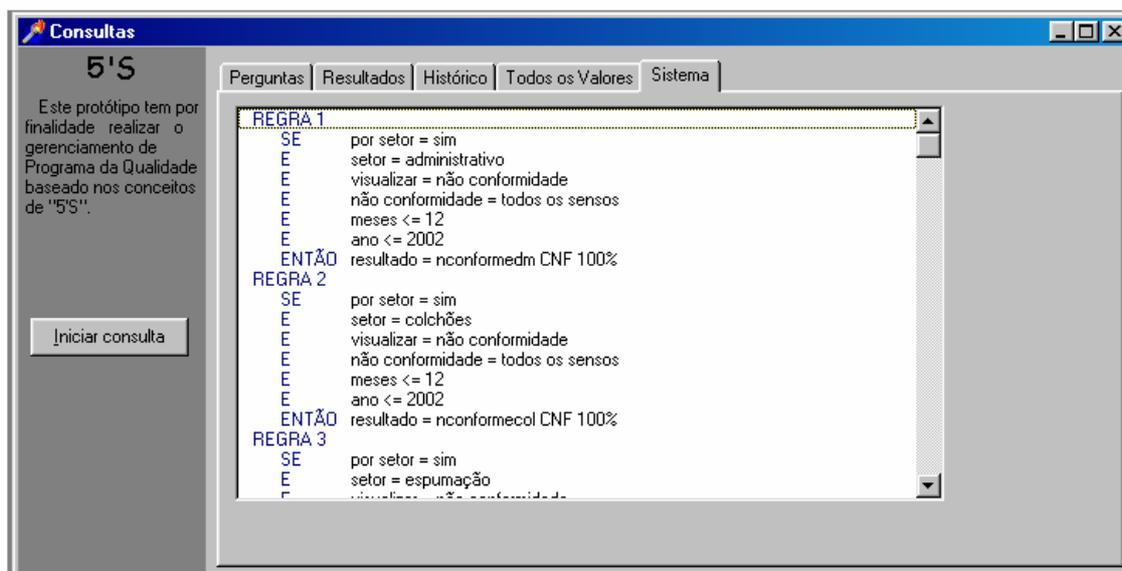
Os valores que foram informados para o Expert SINTA pesquisar nas regras e chegar à esta conclusão, demonstram-se conforme figura 34.

Figura 34 : valores utilizados nas perguntas



Na opção sistema são apresentadas todas as regras da base de conhecimentos, conforme figura 35.

Figura 35 : todas as regras da base de conhecimento.



6 CONCLUSÃO

O presente trabalho demonstrou um breve estudo sobre sistemas especialistas aplicado ao gerenciamento de Programa da Qualidade (5S). Qualidade Total é competência para competir em mercados cada vez mais disputados, nos quais os direitos do consumidor são exercidos plenamente, até mesmo por força de leis em permanente aperfeiçoamento. Não resta dúvida, portanto, que só terão futuro as empresas que praticarem os princípios da Qualidade Total.

Foram abordados o funcionamento e sistemática de implantação do Programa da Qualidade (5S) e os conceitos e características dos sistemas especialistas baseados em regras de produção e probabilidade.

Foi necessário utilizar o banco de dados Paradox do ambiente de programação *Delphi* para o armazenamento dos dados gerados que serão utilizados pela ferramenta *Expert SINTA*. A ferramenta *shell Expert SINTA* demonstrou ser de fácil entendimento, sendo que foi necessário utilizar para o protótipo os componentes do *Expert SINTA VCL*, incluídos no ambiente de programação *Delphi* através da biblioteca *ExSystem*.

Através desta interface criada entre o ambiente de programação *Delphi* e o *Expert SINTA* o usuário responde aos questionamentos, para que através das regras de produção e probabilidade seja fornecido o diagnóstico do programa da qualidade (5S).

A maior dificuldade encontrada foi a ausência de um manual explicativo mais abrangente sobre a utilização dos componentes do VCL em relação à sua interface com o ambiente *Delphi* e a ferramenta *shell Expert SINTA*.

6.1 SUGESTÕES

Para uma continuidade deste trabalho seria necessário o aprofundamento na área de Programas da Qualidade baseados na filosofia 5S e tornar o sistema de definição das avaliações mais flexível de acordo com cada empresa. Este modelo de avaliação do Programa de Qualidade (5S) foi utilizado para um modelo de *check list* e podem ser criados novos modelos.

Para as não conformidades que são encontradas durante o período da avaliação, em um trabalho futuro podem ser realizados comparativos conforme o período da avaliação, para

verificar se a mesma não conformidade referente ao Programa de Qualidade está se repetindo, demonstrando assim que a ação tomada não foi eficaz. Este comparativo pode ser realizado através de gráficos e estatísticas.

Para uma maior dinâmica do sistema de avaliação do Programa de Qualidade (5S), recomenda-se a utilização da lógica Fuzzy, a qual permite atribuir pesos distintos aos itens que serão avaliados, sendo muito utilizada não só por causa de sua grande aplicação prática, mas principalmente por ser baseada em dispositivos simples e de baixo custo, além de ser muito facilmente atualizado por via de implementação de novas regras para executarem um número maior de tarefas de forma mais eficaz.

ANEXO 1 – BASE DE CONHECIMENTO DO EXPERT SINTA SHELL

VARIÁVEIS

Variável	Valor	Tipo
ano	2000;2002	Numérica
meses	1;12	numérica
geral empresa	não Sim	Univalorada
não conformidade	todos os sentidos por sentido	univalorada
por setor	não sim	Univalorada
resultado	Notaesp nconformidade utilização col notacol não conformidade utilizaçãoest notageral nconformidade ordenação col nconformidade ordenação est nconformidade limp col nconformidade limpeza est nconformidade saud col Nconformeesp nconformidade saude est Nconformecol nconformidade autodisciplina col nconformidade autodisciplina esp Notaest nconformidade utilização adm Notaadm nconformidade utilização esp Nconformegeral nconformidade ordenação adm nconformidade ordenação esp nconformidade limpeza adm nconformidade limpeza esp nconformidade saude adm Nconformeest nconformidade saude esp Nconformedm nconformidade autodisciplina adm nconformidade autodisciplina est	univalorada

Variável	Valor	Tipo
senso	utilização limpeza saúde ordenação autodisciplina	Univalorada
setor	espumação colchões todos os setores estofados administrativo	univalorada
visualizar	não conformidade nota	univalorada

Variável Objetivo

Resultado

REGRAS

Regra 1

SE por setor = sim
 E setor = administrativo
 E visualizar = não conformidade
 E não conformidade = todos os sentidos
 E meses <= 12
 E ano <= 2002
 ENTÃO resultado = nconformedm CNF 100%

Regra 2

SE por setor = sim
 E setor = colchões
 E visualizar = não conformidade
 E não conformidade = todos os sentidos
 E meses <= 12
 E ano <= 2002
 ENTÃO resultado = nconformecol CNF 100%

Regra 3

SE por setor = sim
 E setor = espumação
 E visualizar = não conformidade
 E não conformidade = todos os sentidos
 E meses <= 12
 E ano <= 2002
 ENTÃO resultado = nconformeesp CNF 100%

Regra 4

SE por setor = sim
 E setor = estofados
 E visualizar = não conformidade

E meses <= 12
E ano <= 2002
ENTÃO resultado = nconformeest CNF 100%

Regra 5

SE por setor = não
E geral empresa = sim
E visualizar = nota
E setor = todos os setores
E meses <= 12
E ano <= 2002
ENTÃO resultado = notageral CNF 100%

Regra 6

SE por setor = não
E geral empresa = sim
E visualizar = não conformidade
E setor = todos os setores
E meses <= 12
E ano <= 2002
ENTÃO resultado = nconformegeral CNF 100%

Regra 7

SE por setor = sim
E geral empresa = não
E visualizar = nota
E setor = administrativo
E meses <= 12
E ano <= 2002
ENTÃO resultado = notaadm CNF 100%

Regra 8

SE por setor = sim
E geral empresa = não
E visualizar = nota
E setor = colchões
E meses <= 12
E ano <= 2002
ENTÃO resultado = notacol CNF 100%

Regra 9

SE por setor = sim
E geral empresa = não
E visualizar = nota
E setor = espumação
E meses <= 12
E ano <= 2002
ENTÃO resultado = notaesp CNF 100%

Regra 10

SE por setor = sim
E geral empresa = não
E visualizar = nota
E setor = estofados
E meses <= 12
E ano <= 2002
ENTÃO resultado = notaest CNF 100%

Regra 11

SE por setor = sim
E setor = administrativo
E visualizar = não conformidade
E não conformidade = por senso
E senso = utilização
E meses <= 12
E ano <= 2002
ENTÃO resultado = nconformidade utilização adm CNF 100%

Regra 12

SE por setor = sim
E setor = administrativo
E visualizar = não conformidade
E não conformidade = por senso
E senso = ordenação
E meses <= 12
E ano <= 2002
ENTÃO resultado = nconformidade ordenação adm CNF 100%

Regra 13

SE por setor = sim
E setor = administrativo
E visualizar = não conformidade
E não conformidade = por senso
E senso = limpeza
E meses <= 12
E ano <= 2002
ENTÃO resultado = nconformidade limpeza adm CNF 100%

Regra 14

SE por setor = sim
E setor = administrativo
E visualizar = não conformidade
E não conformidade = por senso
E senso = saúde
E meses <= 12
E ano <= 2002
ENTÃO resultado = nconformidade saude adm CNF 100%

Regra 15

SE por setor = sim
E setor = administrativo
E visualizar = não conformidade
E não conformidade = por senso
E senso = autodisciplina
E meses <= 12
E ano <= 2002
ENTÃO resultado = nconformidade autodisciplina adm CNF 100%

Regra 16

SE por setor = sim
E setor = colchões
E visualizar = não conformidade
E não conformidade = por senso
E senso = utilização

E meses <= 12
E ano <= 2002
ENTÃO resultado = nconformidade utilização col CNF 100%

Regra 17

SE por setor = sim
E setor = colchões
E visualizar = não conformidade
E não conformidade = por senso
E senso = ordenação
E meses <= 12
E ano <= 2002
ENTÃO resultado = nconformidade ordenação col CNF 100%

Regra 18

SE por setor = sim
E setor = colchões
E visualizar = não conformidade
E não conformidade = por senso
E senso = limpeza
E meses <= 12
E ano <= 2002
ENTÃO resultado = nconformidade limp col CNF 100%

Regra 19

SE por setor = sim
E setor = colchões
E visualizar = não conformidade
E não conformidade = por senso
E senso = saúde
E meses <= 12
E ano <= 2002
ENTÃO resultado = nconformidade saud col CNF 100%

Regra 20

SE por setor = sim
E setor = colchões
E visualizar = não conformidade
E não conformidade = por senso
E senso = autodisciplina
E meses <= 12
E ano <= 2002
ENTÃO resultado = nconformidade autodisciplina col CNF 100%

Regra 21

SE por setor = sim
E setor = espumação
E visualizar = não conformidade
E não conformidade = por senso
E senso = utilização
E meses <= 12
E ano <= 2002
ENTÃO resultado = nconformidade utilização esp CNF 100%

Regra 22

SE por setor = sim
E setor = espumação
E visualizar = não conformidade

E não conformidade = por senso
 E senso = ordenação
 E meses <= 12
 E ano <= 2002
 ENTÃO resultado = nconformidade ordenação esp CNF 100%

Regra 23

SE por setor = sim
 E setor = espumação
 E visualizar = não conformidade
 E não conformidade = por senso
 E senso = limpeza
 E meses <= 12
 E ano <= 2002
 ENTÃO resultado = nconformidade limpeza esp CNF 100%

Regra 24

SE por setor = sim
 E setor = espumação
 E visualizar = não conformidade
 E não conformidade = por senso
 E senso = saúde
 E meses <= 12
 E ano <= 2002
 ENTÃO resultado = nconformidade saude esp CNF 100%

Regra 25

SE por setor = sim
 E setor = administrativo
 E setor = espumação
 E visualizar = não conformidade
 E não conformidade = por senso
 E senso = autodisciplina
 E meses <= 12
 E ano <= 2002
 ENTÃO resultado = nconformidade autodisciplina esp CNF 100%

Regra 26

SE por setor = sim
 E setor = estofados
 E visualizar = não conformidade
 E não conformidade = por senso
 E senso = utilização
 E meses <= 12
 E ano <= 2002
 ENTÃO resultado = não conformidade utilização est CNF 100%

Regra 27

SE por setor = sim
 E setor = estofados
 E visualizar = não conformidade
 E não conformidade = por senso
 E senso = ordenação
 E meses <= 12
 E ano <= 2002
 ENTÃO resultado = nconformidade ordenação est CNF 100%

Regra 28

SE por setor = sim
E setor = estofados
E visualizar = não conformidade
E não conformidade = por senso
E senso = limpeza
E meses <= 12
E ano <= 2002
ENTÃO resultado = nconformidade limpeza est CNF 100%

Regra 29

SE por setor = sim
E setor = estofados
E visualizar = não conformidade
E não conformidade = por senso
E senso = saúde
E meses <= 12
E ano <= 2002
ENTÃO resultado = nconformidade saude est CNF 100%

Regra 30

SE por setor = sim
E setor = estofados
E visualizar = não conformidade
E não conformidade = por senso
E senso = autodisciplina
E meses <= 12
E ano <= 2002
ENTÃO resultado = nconformidade autodisciplina est CNF 100%

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- [BAR1998] BARROS, Pablo Fernando do Rêgo. **UML – Linguagem de Modelagem Unificada**, 1998. Endereço eletrônico : <http://www.eribeiro.com.br/pablo/uml/index.html>. Data da consulta : 04/10/2000.
- [CAN1998] CANTU, Marco. **Dominando o Delphi 3 - A Bíblia**. São Paulo : Makron Books, 1998.
- [DIN2000] SEM – **Sistemas Especialistas**. Endereço Eletrônico : www.din.vem.br/lia/preview/medicina/index.html. Data da consulta : 12/10/2000.
- [FEI1999] FEITEN, Wantoir. **Protótipo de um Sistema Especialista para análise de crédito de pessoas físicas**. Blumenau : FURB, 1999.
- [GEN1986] GENARO, Sérgio. **Sistemas Especialistas : o conhecimento artificial**. Rio de Janeiro - LTC : Livros Técnicos e Científicos Editora S.A., 1986.
- [HEI1995] HEINZLE, Roberto. **Protótipo de uma ferramenta para criação de sistemas especialistas baseados em regras de produção**. Florianópolis : UFSC, 1995. Dissertação de Mestrado, Universidade Federal de Santa Catarina, Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção e Sistemas.
- [JUN1999] JÚNIOR, Antônio Lourenço. **Promovendo resultados com o 5S**. Belo Horizonte : Editora de Desenvolvimento Gerencial, 1999.
- [LEN1996] LENZI, Gilmar José. **Como implantar a preparação do ambiente para a Qualidade Total – 5S's**. Blumenau : FURB, 1996. Monografia apresentada para obtenção do título de Especialista em Gestão da Qualidade.
- [LEV1988] LEVINE, Robert I. **Inteligência Artificial e Sistemas Especialistas**. São Paulo : McGraw-Hill, 1988.

- [LIA1999] LIA, Laboratório de Inteligência Artificial. **Expert SINTA : uma ferramenta para criação de sistemas especialistas**. Endereço eletrônico : <http://www.lia.ufc.br>, 1999. Data da consulta : 21/08/2000.
- [LOP1997] LOPPNOW, Márcia Andréia. **Sistema Especialista para a seleção de candidatos a cargos na indústria têxtil**. Blumenau : FURB, 1997.
- [NEB1998] NEBELUNG, Bruno. **5S** . Blumenau : FURB, 1998. Monografia apresentada ao Curso de Pós-Graduação em Nível de Especialização em Administração Industrial.
- [RAB1995] RABUSKE, Renato Antônio. **Inteligência Artificial**. Florianópolis : Ed. Da UFSC, 1995.
- [RIB1987] RIBEIRO, Horácio da Cunha e Souza. **Introdução aos sistemas especialistas**. Rio de Janeiro - LTC : Livros Técnicos e Científicos Editora, 1987.
- [RIB1994] RIBEIRO, Haroldo. **A base para a qualidade total 5S : um roteiro para implantação bem sucedida**. 9. ed. Salvador : Casa da Qualidade, 1994.
- [SAN1997] SANZON, Giovane Serafim. **5S's: Como ter um ambiente para Implantação da Qualidade Total**. Brusque : FURB, 1997. Monografia apresentada para obtenção do título de especialista no Curso de Pós-Graduação em Gestão da Qualidade. Centro de Ciências Sociais Aplicadas.
- [SCH1989] SCHILDT, Herbert. **Inteligência Artificial utilizando linguagem C**. São Paulo: McGraw-Hill, 1989.
- [SIL1994] SILVA, Júlio César da. **Sistema Especialista conjugado a um sistema CAD para avaliar e diagnosticar os conhecimentos de um estudante sobre colagem no desenho técnico**.
- [SIL1996] SILVA, João Martins. **O ambiente da qualidade na prática 5S**. 2. ed. Belo Horizonte : Ed. da UFMG, 1996.

- [SIL1999] SILVA, Fabrício. **Desenvolvimento de um protótipo de software com Sistemas Especialistas aplicado ao setor têxtil de Blumenau**. Blumenau : FURB, 1999.
- [UDE2000] Universidade para o Desenvolvimento de Santa Catarina. **Sistemas Especialistas**. n. 27. Endereço Eletrônico : udesc.br/demo/trabalhos/alunos/mc/se.html. Data da consulta : 23/09/2000.
- [UME1997] UMEDA, Masao. **As sete chaves para o sucesso do 5S**. Belo Horizonte : Ed. da UFMG, 1997.
- [WEI1988] WEISS, Sholom M. . **Guia Prático para projetar sistemas especialistas**. Rio de Janeiro - LTC : Livros Técnicos e Científicos Editora S. A., 1988.
- [WIT1996] WITTITZ, Marcos. **Housekeepin – Método 5S's Programa de Implantação**. Blumenau : FURB, 1996. Monografia apresentada para obtenção do título de Especialista em Gestão da Qualidade.