

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

**PROTÓTIPO DE UM SISTEMA DE INFORMAÇÃO
APLICADO NA ÁREA INDUSTRIAL DE
PLANEJAMENTO E CONTROLE DA PRODUÇÃO
UTILIZANDO A LÓGICA FUZZY**

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

RAFAEL RAMOS DE CARVALHO

BLUMENAU, NOVEMBRO/2000

2000/2-44

**PROTÓTIPO DE UM SISTEMA DE INFORMAÇÃO
APLICADO NA ÁREA INDUSTRIAL DE
PLANEJAMENTO E CONTROLE DA PRODUÇÃO
UTILIZANDO A LÓGICA FUZZY**

RAFAEL RAMOS DE CARVALHO

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. Oscar Dalfovo — Orientador na FURB

Prof. José Roque Voltolini da Silva — Coordenador do TCC

BANCA EXAMINADORA

Prof. Oscar Dalfovo

Prof. Everaldo Arthur Grahl

Prof. Wilson Carli

DEDICATÓRIA

À minha família, que sempre me ajudou e me incentivou ao longo dessa jornada.

AGRADECIMENTOS

A Deus, que sempre me iluminou e ajudou em todos os dias de minha vida.

A todos que me ajudaram na realização deste trabalho, incentivando-me, principalmente os meus colegas de trabalho da Maximiza Consultoria e Sistemas.

Ao meu amigo Alexandre Leopoldo Gonçalves pela ajuda e paciência no auxílio desse trabalho.

Ao professor Oscar Dalfovo, pela orientação, compreensão no decorrer do estudo.

SUMÁRIO

DEDICATÓRIA.....	iii
AGRADECIMENTOS	iv
SUMÁRIO.....	v
LISTA DE FIGURAS	viii
RESUMO	ix
ABSTRACT	x
1 INTRODUÇÃO.....	1
1.1 MOTIVAÇÃO.....	3
1.2 OBJETIVOS.....	3
1.3 ORGANIZAÇÃO DO TEXTO	4
2 INFORMAÇÃO E SISTEMAS.....	5
2.1 INTRODUÇÃO.....	5
2.2 SISTEMAS, INFORMAÇÕES e DADOS	5
2.3 SISTEMAS DE INFORMAÇÕES.....	7
2.4 TIPOS DE INFORMAÇÃO.....	8
3. SISTEMA DE INFORMAÇÃO GERENCIAL	11
3.1 INTRODUÇÃO.....	11
3.2 ESTRUTURA LÓGICA DO SIG	12
3.2.1 PRIMEIRA ETAPA	12
3.2.2 SEGUNDA ETAPA	13
3.3 DESENVOLVIMENTO E IMPLEMENTAÇÃO SIG	15
3.3.1 FASE DE CONCEITUAÇÃO DO SIG	16
3.3.2 FASE DE LEVANTAMENTO E ANÁLISE DO SIG	16
3.3.3 FASE DE ESTRUTURAÇÃO DO SIG.....	18

3.3.4 FASE DE IMPLEMENTAÇÃO E AVALIAÇÃO DO SIG	18
4. PLANEJAMENTO E CONTROLE DA PRODUÇÃO	20
4.1 ORGANIZAÇÃO EMPRESARIAL	20
4.2 PLANEJAMENTO	22
4.3 CONTROLE	22
4.4 PRODUÇÃO	22
4.6 FUNÇÕES DO PLANEJAMENTO E CONTROLE DA PRODUÇÃO	23
4.7 MANUTENÇÃO E MÁQUINAS	25
4.7.1 MANUTENÇÃO CORRETIVA	26
4.7.2 MANUTENÇÃO PREVENTIVA	27
5 TECNOLOGIAS E FERRAMENTAS UTILIZADAS	29
5.1 ANÁLISE ESTRUTURADA	29
5.2 MODELO ENTIDADE-RELACIONAMENTO (MER)	30
5.3 DIAGRAMA DE FLUXO DE DADOS (DFD)	31
5.4 <i>COMPUTER-AIDED SOFTWARE ENGINEERING - CASE</i>	32
5.5 BANCO DE DADOS	35
5.6 AMBIENTE VISUAL – DELPHI 5	36
5.7 ORACLE	36
5.8 LÓGICA FUZZY	37
5.8.1 CONJUNTOS DIFUSOS	37
5.8.2 VARIÁVEIS LINGUÍSTICAS (<i>HEDGES LINGUÍSTICOS</i>)	39
5.8.3 FUNÇÕES DA LÓGICA <i>FUZZY</i>	39
6 DESENVOLVIMENTO DO PROTÓTIPO	41
6.1 FASE 1 – CONCEITUAÇÃO	41
6.2 FASE 2 – LEVANTAMENTO E ANÁLISE	41

6.3 FASE 3 – ESTRUTURAÇÃO	46
6.4 FASE 4 - IMPLEMENTAÇÃO	47
6.5 APRESENTAÇÃO DAS TELAS	47
7 CONCLUSÃO.....	62
7.1 LIMITAÇÕES	62
7.2 SUGESTÕES	63
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	64

LISTA DE FIGURAS

1 - Atividades de um Sistema de Informação.....	6
2 – Organização e o Sistema de Informação	8
3 – Estrutura Lógica do SIG	11
4 – Função da Produção	23
5 – Exemplo de Modelo Entidade-Relacionamento	31
6 - Exemplo de Diagrama de Fluxo de Dados.....	32
7 – Tela de apresentação do Oracle Designer 2000.....	35
8 – Operações básicas de conjuntos	38
9 – Diagrama de Contexto	42
10 – Diagrama de Fluxo de Dados do protótipo.....	43
11 – Modelo Entidade-Relacionamento do protótipo	44
12 – Tela de login do protótipo	47
13 – Tela principal do protótipo	48
14 – Tela com as opções do menu de cadastro.....	49
15 – Tela com a opção do menu de manutenção.....	49
16 – Tela de cadastro de funcionários	50
17 – Tela de cadastro de máquinas.....	50
18 – Tela de cadastro de atividades	51
19 – Tela de cadastro de cores.....	51
20 – Tela de cadastro de tecidos.....	52
21 – Tela de cadastro de conjuntos difusos	53
22 – Tela de cadastro de capacidade de máquinas	53
23 – Tela de cadastro de cliente	54
24 – Tela de cadastro de pedidos.....	55
25 – Tela de cadastro de pedidos com data prevista e quilos a serem tingidos alterados	55
26 – Tela de manutenção com todos os funcionários.....	56
27 – Tela de manutenção com um funcionário.....	57

RESUMO

Este trabalho de conclusão de curso especifica e implementa um protótipo de um Sistema de Informação Gerencial utilizando a lógica *fuzzy* como ferramenta de busca da informação sobre a alocação de funcionários para fazer a manutenção nas máquinas. Este sistema ajudará os gerentes do setor de Planejamento Controle da Produção nas indústrias para a tomada de decisões estratégicas. Foi usado na especificação a ferramenta CASE Oracle Designer 2000.

ABSTRACT

This work has the purpose to specify and to implement a prototype of a Management Information System using fuzzy logic to get the information about the allocation of employees to make machines' maintenance. This system will help managers of production controlling planning sectors of companies to take strategical decisions. It was used to its specification Oracle Designer 2000 case tool.

1 INTRODUÇÃO

Antes da década de 80, a grande preocupação empresarial era vender, produzir e faturar. Então vieram dois grandes problemas: o trabalhista e as despesas financeiras elevadas. Poucas empresas estavam preparadas para enfrentá-los, principalmente as familiares, mais inclinadas a se auto-financiarem. Houve um esquecimento geral, quanto aos estoques, de sua parcela de contribuição na redução do capital de giro, de sua eficácia, de seus elevados custos e os enormes riscos de usá-los como fator especulativo ([DIA1985]).

De acordo com [AMM1979], área industrial é a parte fundamental de qualquer organização que produza itens ou serviços de valor econômico. Sendo assim, é essencial não só às indústrias de fabricação, como às de serviço. Existente tanto em empresas que visem ao lucro, como em setores públicos e privados da economia que não o tenham em vista. Isso torna a área industrial, mais especificamente o Planejamento e Controle da Produção (PCP), um item importante, pois para que determinada produção de um certo material não seja paralisada ou nem que haja desperdícios posteriormente, a quantidade desse material deve ser totalmente planejada e controlada.

Hoje em dia, os administradores de empresas em vários setores de um ambiente organizacional, necessitam levantar dados a respeito de problemas e obter respostas dos mesmos, tentando atingir os objetivos de sua empresa. Esse administrador precisa estar bem informado, necessitando de um sistema para prover essas informações, denominado Sistemas de Informação.

Segundo [LAU1994], até os anos 80, os gerentes não precisavam saber a respeito de como um informação foi coletada, processada e distribuída em sua organização e a tecnologia envolvida era pequena. A informação por si só não era considerada como vantagem para a empresa. Nos anos 90, duas mudanças mundiais mudaram o ambiente de negócios: a emergência do fortalecimento da economia global; e a transformação da economia e sociedades industriais em conhecimento e economia baseada em serviços de informação.

Hoje, sistemas de informações provém a comunicação e poder analítico que firma a necessidade de condução e gerenciamento de negócios em escala global. Segundo [LAU1994], Sistemas de Informação é um conjunto de componentes inter-

relacionados que coletam, processam, armazenam e distribuem informações para o apoio de decisão e controle numa organização. Três atividades num Sistemas de Informação produzem a necessidade da organização da informação para a tomada de decisões, são elas: entrada, processamento e saída. A entrada captura ou coleta os dados de dentro das organizações ou de seu ambiente externo. O processamento converte os dados da entrada em formas mais significativas. A saída transfere a informação processada para as pessoas ou atividades que as utilizarão.

De acordo com [DAL2000], a não utilização de informações como recursos estratégicos leva o executivo, muitas vezes, a administrar por impulsos ou baseado em modismos. Os Sistemas de Informação surgiram como uma forma de manter o executivo preparado com visão integrada de todas as áreas, isto sem gastar muito tempo ou requerer um conhecimento aprofundado de cada área. Sistemas de Informação normalmente lidam com poucos usuários por vez e os requisitos em termos de tempo de resposta não são críticos. No entanto, usualmente lidam com informações estratégicas, não antecipadas ou previstas, envolvendo grande volume de dados, referentes aos processos operacionais da empresa.

Para a pesquisa e seleção das informações nos sistemas de informação, pode-se utilizar algumas regras, tais como: raciocínio baseado em caso, árvore de decisão, lógica *fuzzy* (o qual será utilizado no trabalho proposto).

A lógica *fuzzy* foi introduzida em 1965 por Lofti Zadeh como um novo jeito de representar a incerteza do dia-a-dia. A teoria de controle difuso proveu também uma larga variedade de tecnologia de sistemas *fuzzy*. Segundo [BEZ1992], lógica *fuzzy* significa tratar as informações que lidam com termos imprecisos. A lógica *fuzzy* é construída com base em conceitos com graus, outrora em termos "preto e branco". Termos como quente, frio, grande ou pequeno, são imprecisos, sendo a essência da lógica *fuzzy*.

Segundo [VIO1993], a lógica *fuzzy* é a lógica baseada na teoria dos conjuntos *fuzzy*. Ela difere dos sistemas lógicos tradicionais em suas características e seus detalhes. A noção central para sistemas *fuzzy* é que os valores verdadeiros são indicados por um valor na faixa de 0 a 1, aonde o 0 (zero) representa o item mais falso e o 1 (um) representa a verdade, possuindo um grau de pertinência a esse conjunto.

Um outro item importante nos sistemas *fuzzy* é que pode-se definir limites. Isso faz com que esse tipo de operação ajude a manter um laço maior com a linguagem natural. Embora não seja o solucionador de problemas em todos os casos, a lógica *fuzzy* é frequentemente útil no controle e manuseio da informação e na tomada de decisão de problemas não facilmente definida por modelos práticos na matemática.

No trabalho proposto, o protótipo contemplará na área de PCP, a alocação de recursos para a manutenção nas máquinas de acordo com a disponibilidade de cada uma delas e a capacidade de atender a demanda da produção conforme a necessidade. A lógica *fuzzy* irá, de acordo com as informações de entrada e juntamente com as informações das máquinas cadastradas previamente, verificar se as máquinas podem ou não atender às solicitações desejadas.

1.1 MOTIVAÇÃO

A necessidade de um Sistema de Informação nas empresas que realizam manutenções industriais, mais especificamente de um Sistema de Informações Gerencial (SIG), surgiu também devido a alta competitividade existente neste mercado, sendo que um SIG bem estruturado pode ser um diferencial importante na competitividade e na agilidade de obtenção de respostas.

Nos dias atuais é importante o gerente ter a informação no momento certo e de forma eficiente, rápida e de fácil compreensão. Esta informação dará ao gerente de PCP, uma visão completa das manutenções a serem realizadas, bem como o atendimento de pedidos a serem realizados.

1.2 OBJETIVOS

O presente trabalho tem como objetivo desenvolver um protótipo de um software de Sistema de Informações Gerenciais utilizando a *lógica fuzzy*. Este sistema auxiliará os gerentes do setor de planejamento e controle da produção na tomada da decisão estratégica. Para a modelagem e a especificação em Delphi do protótipo foi utilizado a ferramenta CASE *Oracle Designer 2000*.

1.3 ORGANIZAÇÃO DO TEXTO

Este trabalho está disposto em capítulos descritos a seguir.

O primeiro capítulo introduz o assunto correspondente ao trabalho, seus objetivos e como está disposto o texto em relação a sua organização.

O segundo capítulo descreve sobre Sistemas de Informações (conceitos, características, definição de dados e informações, categorias e tipos de sistemas de informação e demais assuntos correlatos).

O terceiro capítulo descreve sobre Sistemas de Informação Gerenciais (SIG), abrangendo conceitos, definições, características de um SIG e apresenta também a metodologia para a definição de um SIG.

O quarto capítulo descreve sobre Planejamento e Controle da Produção (conceitos básicos e características do mesmo).

O quinto capítulo é referente às tecnologias e ferramentas utilizadas na elaboração do trabalho. Este capítulo descreve a análise estruturada, seus conceitos e seus diagramas dando ênfase ao diagrama de fluxo de dados e o modelo entidade-relacionamento que foram utilizados na especificação do protótipo. Descreve também a utilização de CASE, do Sistema Gerenciador de Banco de Dados e do banco de dados Oracle, a lógica *fuzzy*, seu conceito e suas características.

No sexto capítulo são descritas a implementação do protótipo e a apresentação da interface do mesmo.

No sétimo capítulo apresentam-se as principais conclusões obtidas com o desenvolvimento deste trabalho, suas limitações e sugestões para novas pesquisas.

2 INFORMAÇÃO E SISTEMAS

2.1 INTRODUÇÃO

Com a rápida evolução e mudanças tecnológicas é fundamental que os executivos tenham grande versatilidade em suas decisões, mas para isso, é necessário que tenham em mãos informações precisas e atualizadas ([DAL2000]).

Ter informações precisas e atualizadas é importante para os executivos pois todas as empresas tem informações que proporcionam uma sustentação para as decisões desses executivos. Entretanto, apenas algumas delas possuem um sistema estruturado de informações que possibilita otimizar o processo decisório ([OLI1992]).

Segundo [LAU1994], independente do tamanho, cada vez mais as organizações necessitam dos sistemas de informação para reagir aos problemas e oportunidades do ambiente de negócios globais de hoje.

De acordo com [DAL2000] , sistemas de informações podem ser realmente a solução de muitas empresas, mas com certeza muitas estarão investindo muito dinheiro para pouco retorno, precisando saber o que se necessita e onde se quer chegar com essa solução.

O grande desafio que os administradores enfrentam nos dias atuais é o de prever os problemas e conceber soluções práticas para eles, a fim de realizar os anseios objetivados pela empresa, precisando estar bem informados, pois a informação é a base para toda e qualquer tomada de decisão ([DAL2000]).

2.2 SISTEMAS, INFORMAÇÕES E DADOS

A distinção entre dados e informação é um ponto inicial comum para entender o que é sistemas de informação, assim como a definição de sistemas.

Segundo [ALT1991], dados são fatos, imagens, sons que podem ou não serem pertinentes a uma determinada tarefa, e informação são os dados cuja forma e conteúdo são apropriados para a execução de uma determinada tarefa.

A informação pode representar a consolidação de poder na empresa, desde o momento da posse de dados básicos que podem ser transformados em informação, até

otimizar níveis de conhecimentos técnicos, domínios de políticas e possibilidade de maior especialização e conseqüente respeito ao executivo considerado. Um bom gerenciamento da informação baseia-se no controle eficaz e método formal, as informações de que os executivos necessitam para desempenhar suas funções ([OLI1992]).

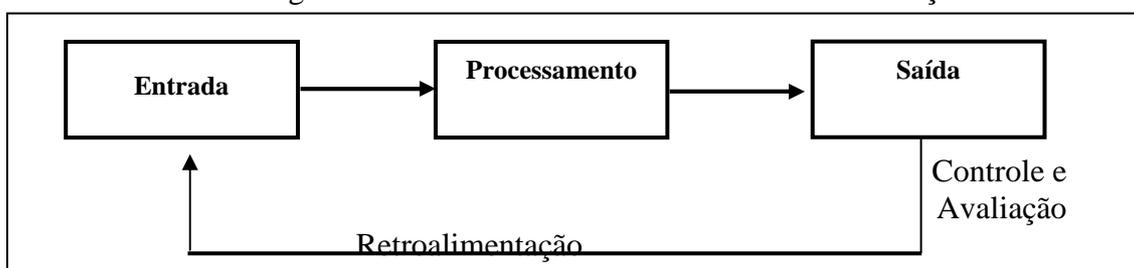
As idéias de sistemas tiveram um impacto de tal ordem que afetaram todos os demais campos do conhecimento humano, envolvendo um amplo espectro de idéias dando referências mas mais variadas áreas de conhecimento no enfoque de sistemas ([BIO1985]).

Sistemas é um conjunto de partes interagentes e interdependentes que, conjuntamente formam um todo unitário com determinado objetivo e efetuam determinada função ([OLI1992]).

Num sistema, é necessário ter os seguintes componentes, conforme figura 1:

- a) os objetivos, que é a própria razão do sistema;
- b) as entradas do sistema, fornecendo material, gerando as saídas do sistema de acordo com o objetivo estipulado previamente;
- c) o processo de transformação, que é responsável pela transição do processo de entrada em saída;
- d) as saídas que são os resultados do processo anterior;
- e) controle e avaliação, que verifica se as saídas estão coerentes com os objetivos estipulados;
- f) retroalimentação que é uma reintrodução de uma saída sob forma de informação.

Figura 1 – As atividades de um Sistema de Informação



Fonte: [OLI1992]

2.3 SISTEMAS DE INFORMAÇÕES

Segundo [LAU1994], sistemas de informações é um conjunto de componentes inter-relacionados trabalhando juntos para coletar, recuperar, processar, armazenar e distribuir informação com a finalidade de facilitar o planejamento, controle, coordenação, análise e o processo decisório em empresas e outras organizações.

Segundo [BIO1985], é necessário destacar alguns aspectos relacionados a sistema de informação:

- a) o sistema deve incorporar as informações necessárias para planejamento e controle;
- b) o sistema deve gerar informações necessárias para auxiliar os administradores de todos os níveis a atingirem seus objetivos;
- c) o sistema deve prover informações suficientes e precisas na frequência necessária;
- d) o processamento dos dados deve representar um papel importante, pois se torna necessário automatizar para prover informações exatas rapidamente.

Os sistemas de informação computadorizados captam dados de fora ou de dentro de uma organização através de formulários em papel que os registram e os colocam diretamente em um sistema de computadores através de um teclado ou outro dispositivo ([LAU1994]).

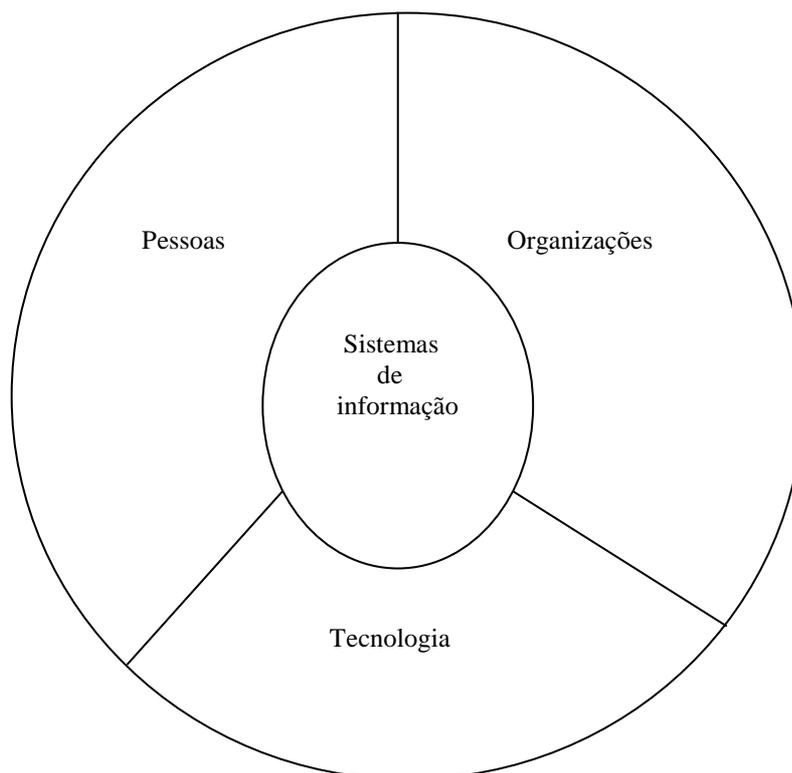
A informação tem um papel importante nos sistemas de informação, pois é das informações que dependerá o futuro da empresa, sendo que de nada adianta um acúmulo de informações, pois pode levar a empresa à desinformação ([DAL2000]).

Os sistemas de informações através da geração de informação decisorial, contribuem para a eficácia do executivo no exercício das funções de planejamento, organização, direção e controle na gestão das empresas, pressupondo o levantamento contínuo e imediato dos resultados da gestão empresarial, comparação dos resultados efetivos com os dados previstos, constantes no processo de planejamento ([OLI1992]).

Um sistema de informação bem-sucedido tem dimensões organizacional e humana, além dos componentes técnicos, existindo para responder as necessidades organizacionais, incluindo problemas apresentados pelo ambiente externo criado por tendências políticas, demográficas, econômicas e sociais, possuindo três componentes: tecnologia, organizações e pessoas ([LAU1994]).

As organizações moldam o sistema de informação de forma óbvia, consistindo em unidades especializadas com uma divisão nítida de mão-de-obra e especialistas treinados para diferentes funções profissionais. As pessoas usam as informações vindas do sistema integrando-as no ambiente de trabalho. A tecnologia é o meio pelo qual os dados são transformados e organizados para o uso dessas pessoas conforme demonstrado na figura 2:

Figura 2 – Organização e o sistema de informação.



Fonte: Adaptado de[LAU1997]

2.4 TIPOS DE INFORMAÇÃO

Segundo [ALT1991], há 6 tipos de sistemas de informação:

- a) Sistema de Processamento de Transação (SPT): Coleciona e armazena dados sobre as transações e algumas vezes controlam as decisões que são feitas como parte de uma transação. Uma transação é um evento que gera ou modifica os dados armazenados num sistema de informação. O SPT reforça a coleção de dados específicos em formatos específicos e de acordo com as regras, políticas e objetivos da organização;

- b) Sistema de Informação de Gerenciamento (SIG): Provê informações para o gerenciamento de uma organização. Os SIGs geram as informações para monitorar a performance, coordenação da manutenção e provém um conhecimento das informações sobre as operações da organização;
- c) Sistema de Apoio a Decisões (SAD): É um sistema interativo que ajuda as pessoas a tomada de decisões e que funciona nas áreas aonde ninguém sabe exatamente como a tarefa deveria ser feita em todos os casos;
- d) Sistema de Informação Executivo (SIE): é um sistema altamente interativo, fornecendo aos executivos um acesso flexível a informação para a monitoração de resultados de operações e condições gerais de negócios;
- e) Sistemas Especialistas (SE): Os SEs tem sido utilizados no diagnósticos de doenças, configuração de computadores, análise química. Sistemas como esse requerem um conhecimento dos processos da realização dessas tarefas. Esses sistemas não substituem os especialistas pois eles possuem uma falta de senso comum e somente contém uma parte do conhecimento de um especialista humano;
- f) Sistema de Automação de Escritório (SAE): Facilita a comunicação diária e o processamento das informações na organização. Esses sistemas incluem um grande número de ferramentas como processadores de texto, planilhas e sistemas de números de telefone. Provém pouca ou nenhuma estrutura substancial de informação sendo armazenada ou transmitida.

Os sistemas de informações possuem quatro categorias, sendo elas:

- a) sistemas de informação em nível operacional: são os sistemas de informação que monitoram as atividades elementares e transacionais da organização. Sendo que seu propósito principal é o de responder a questões de rotina e fluxo de transações, como por exemplo, vendas, recibos, depósitos de dinheiro, folha etc. Estão inseridas dentro desta categoria os sistemas de Processamento de Transações;
- b) sistemas de informação em nível de conhecimento: são os sistemas de informação de suporte aos funcionários especializados e de dados em uma organização. O propósito destes sistemas é ajudar a empresa a integrar novos conhecimentos ao negócio e ajudar a organização a controlar o fluxo de

papéis, que são os trabalhos burocráticos. Fazem parte desta categoria os Sistemas de Informação de Tarefas Especializadas e os Sistemas de Automação de Escritórios;

- c) sistemas de informação em nível administrativo: são os sistemas de informação que suportam monitoramento, controle, tomada de decisão e atividades administrativas de administradores em nível médio. O propósito do sistema deste nível é controlar e prover informações para a direção setorial de rotina. Os Sistemas de Informação Gerenciais são um tipo de sistema que faz parte desta categoria de sistemas;
- d) sistemas de informação em nível estratégico: são os sistemas de informação que suportam as atividades de planejamento de longo prazo dos administradores seniores. Sendo que seu propósito é compatibilizar mudanças no ambiente externo com as capacidades organizacionais existentes. Os Sistemas de Informações Executivas (EIS) são um tipo de sistema que fazem parte desta categoria.

3. SISTEMA DE INFORMAÇÃO GERENCIAL

A seguir, será descrito o SIG, conceitos, características e a metodologia, o qual será aplicado nesse trabalho.

3.1 INTRODUÇÃO

Geralmente tem-se dificuldade de avaliar, de forma quantitativa, qual o efetivo benefício de um sistema de informação gerencial (SIG), ou seja, a melhoria no processo decisório ([OLI1992]).

Sendo assim, pode-se afirmar que os sistemas de informações gerenciais, sob determinadas condições, podem trazer os seguintes benefícios:

- a) redução de custos das operações;
- b) melhoria na produtividade;
- c) melhoria nos serviços realizados e oferecidos;
- d) melhoria na tomada de decisões, através do fornecimento de informações mais rápidas e precisas;
- e) redução do grau de centralização de decisões da empresa;
- f) redução dos níveis hierárquicos.

Os sistemas de informações gerenciais suprem os gerentes com relatórios sobre o desempenho passado e presente da empresa, auxiliando o papel informativo dos gerentes, ajudando-os a monitorar o desempenho atual da empresa e a prever o desempenho futuro ([LAU1997]).

O SIG auxilia os executivos das empresas a consolidar o tripé básico de sustentação da empresa: qualidade, produtividade e participação. A qualidade deve envolver o nível de satisfação das pessoas no trabalho associado a uma qualidade de vida que se estenda à estrutura pessoal, familiar e social. A produtividade não pode ser abordada com um assunto de tempos e métodos, de ergonomia ou de linhas de produção, mas sim em um nível de produtividade global havendo um compromisso de todos para os resultados parciais e globais da empresa. A participação resulta das melhorias dos dois itens acima relacionados ([OLI1992]).

Segundo [MEL1985], os sistemas de informações gerenciais ocorrem exclusivamente nos ambientes administrativos das empresas. As entradas são

denominadas de informações gerenciais, produtos finais do sistema de processamento de dados, englobando os dois primeiros estágios do sistema de informação da empresa.

Segundo [MUR1971], os elementos de um sistema de informação gerencial são:

- a) métodos e procedimentos: estes termos se referem às instruções detalhadas delineando serviços, responsabilidades e operações, sendo também importantes nas instruções formais para o sistema operacional;
- b) equipamento: o design do sistema de informação deve levar em conta a utilização econômica do equipamento;
- c) informação: a informação é o item mais importante na implementação de um SIG. O SIG deverá prover os dados relevantes e omitir o que não for necessário. Os dados relevantes são aqueles que contribuem para o sucesso da organização;
- d) organização: o SIG não deverá relatar somente a organização de seus próprios processos, mas sim para a organização em geral;
- e) dinheiro: concebe-se aqui que o dinheiro serve como medida de valor da informação no fato que os custos podem ser levados na construção e operação de um SIG;
- f) pessoas: refere-se às pessoas que fazem o sistema e aquelas que utilizam o sistema.

3.2 ESTRUTURA LÓGICA DO SIG

3.2.1 PRIMEIRA ETAPA

Na primeira etapa é o planejamento estratégico, ou seja, a função administrativa voltada à fixação dos fins esperados para um determinado período de tempo. A decisão estratégica é tomada por administradores, recaindo sobre eles a responsabilidade da projeção de resultados para a empresa.

O administrador deverá conhecer os níveis de recursos disponíveis, as restrições, as disponibilidades futuras para que possa conceber uma série de alternativas de projeção de resultados a alcançar e então tomar a decisão estratégica. Esse conhecimento ocorrerá pela percepção e interpretação das informações gerenciais de entrada.

Essa decisão é envolvida por forte dose de subjetividade na interpretação das informações gerenciais e na aplicação dos conhecimentos e experiências.

As informações gerenciais internas são expressões de fatos ocorridos ou projeções de possíveis ocorrências. Caso representarem resultados obtidos e não satisfatórios, poderão a um determinado prazo tornarem satisfatórias. As informações gerenciais externas somente poderão apresentar resultados mais satisfatórios para a empresa, em um prazo bem maior, pois a mudança de comportamentos externos à empresa está fora do quadro de autoridade dos administradores.

O processamento e saída da informação poderão ser processados em partes, intercalados com fase de decisão de estratégias.

A realimentação do planejamento estratégico envolverá administradores de outros níveis hierárquicos subordinados, a partir das informações gerenciais de saída, num processo de participação, conforme apresentado na figura 3.

3.2.2 SEGUNDA ETAPA

Previamente ao início da execução das atividades da empresa, deve ser definido como fazê-las.

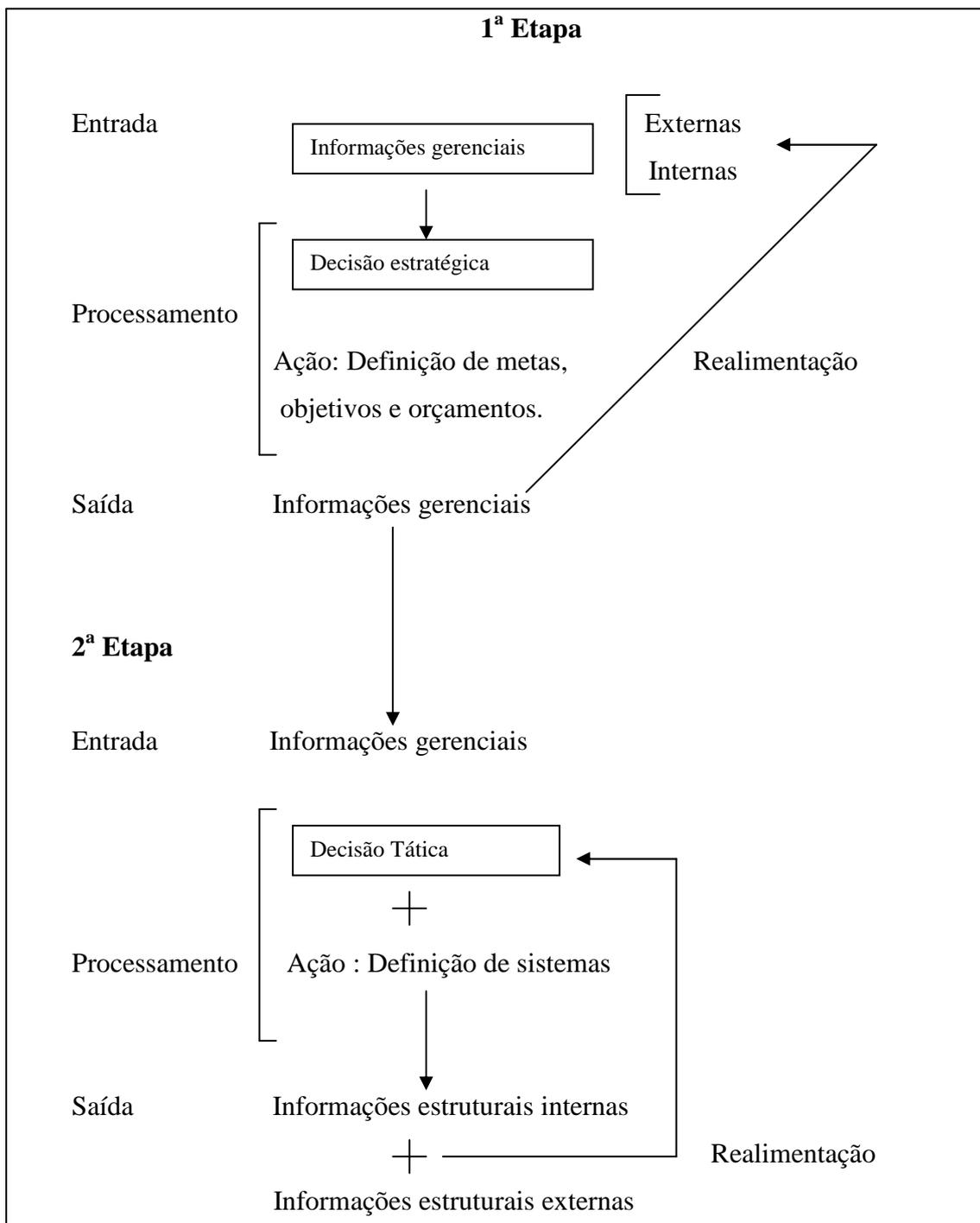
A decisão tática pode ser delegada a técnicos e assessores, para as atividades da empresa que exigem conhecimento técnico profundo.

Também é importante realizar uma interpretação das informações gerenciais que expressam os planos estratégicos.

A partir de um certo nível de detalhes as decisões táticas envolvem motivos altamente técnicos que o administrador deve conhecer.

O planejamento tático é executado a partir das informações gerenciais que expressam os planos estratégicos da empresa, conforme apresentado na figura 3.

Figura 3 – Estrutura lógica do SIG



Fonte: MEL[1985]

3.3 DESENVOLVIMENTO E IMPLEMENTAÇÃO DO SIG

De acordo com [OLI1992], o qual foi aplicado nesse trabalho, o SIG deve atender a determinados aspectos na sua operacionalização com a administração, geração/arquivamento, controle/avaliação, disseminação, utilização e retroalimentação.

A administração do SIG corresponde à identificação das necessidades de informações estratégicas, táticas e operacionais, considerando as prioridades das informações quando utilizar alguma técnica que facilita o estabelecimento de prioridades no processo decisório.

Nesse ponto, o executivo deve começar pela consideração de quais são as informações necessárias, sendo essas informações que estão dentro do "campo" da missão da empresa. Essa missão deve considerar tanto as informações referentes aos negócios atuais quanto aos negócios potenciais.

Os instrumentos de administração que proporcionam boa sustentação ao processo decisório inerente às informações da relação produto x mercado são as várias técnicas de análise de posição competitiva existentes e a disposição dos profissionais do ramo.

Um item importante são as fontes que geram as informações, que, embora toda a empresa apresente a predisposição de ter alguma forma de informações diretas e estruturada sobre as intenções e desempenho dos seus concorrentes, o executivo deve saber que é normalmente impossível.

A geração e arquivamento do SIG necessita que a empresa possua, no mínimo, um sistema de pesquisa de mercado sendo fundamental para a identificação, definição e compreensão de um problema.

A pesquisa de mercado pode ser considerada como uma das atividades geradoras de informações mercadológicas, em que o grau de confiança é fundamental para a identificação, definição e compreensão do problema.

O executivo pode considerar que, desde que adequadamente realizada, a pesquisa propicia um planejamento de mercado com alta probabilidade de sucesso, tornando rentáveis os resultados do planejamento estratégico, tático e operacional.

Normalmente o executivo se defronta com a necessidade de decidir sobre os mais variados assuntos e percebe que a crescente complexidade dos dados que servem de base à sua decisão requer um instrumento que é a pesquisa, servindo para tomar decisões com maior certeza.

O planejamento de um projeto de pesquisa envolve 4 fases. Primeiro toma-se uma idéia inicial e geral do projeto envolvido. Feito isso, é levantado as informações de otimização do funcionamento da empresa. Em seguida, é realizado uma estruturação do SIG das informações dos processos mais relevantes no projeto. Para finalizar é realizada a fase de implementação do SIG.

3.3.1 FASE DE CONCEITUAÇÃO DO SIG

O objetivo básico da fase de conceituação do SIG é obter uma idéia preliminar e geral do volume e complexidade do projeto de desenvolvimento e implementação do SIG. Nessa fase o executivo deve efetuar reuniões e entrevistas, avaliar a situação atual do SIG na empresa e prepara programas de trabalho a serem desenvolvidos pelos vários executivos e funcionários envolvidos no processo.

Essa postura de atuação interativa e auxiliadora para com os vários usuários do SIG é de suma importância para a qualidade final dos trabalhos.

Na fase de delineamento do SIG, o executivo deve realizar alguns itens:

- a) determinar os objetivos do sistema;
- b) analisar necessidades dos usuários e da empresa;
- c) analisar as restrições impostas pelo usuário;
- d) preparar as especificações do projeto de desenvolvimento e implementação do SIG, etc.

Planejar SIG em uma empresa é buscar uma estrutura de sistemas que proporcione o maior benefício possível à empresa e que a ajude a operar de maneira eficaz, sendo importante aqui o perfeito entendimento do negócio da empresa, dos seus objetivos, do seu estilo gerencial e do seu ambiente.

3.3.2 FASE DE LEVANTAMENTO E ANÁLISE DO SIG

No levantamento e análise do SIG, as informações são obtidas permitindo a otimização do funcionamento da empresa. O meio de comunicação mais utilizado em uma empresa é o formulário que deve procurar trabalhar com informações importantes, que são aquelas que podem influenciar nas decisões tomadas.

É comum nessa fase, o executivo encontrar problemas na empresa como duplicidade de funções, formulários, relatórios mal projetados, etc. O importante é o executivo estar atento a esses problemas efetuando uma análise coerente tomando medidas em tempo hábil.

Quando do levantamento das informações para o desenvolvimento do SIG, o executivo deve ter em mente que vai ser necessário identificar as informações relacionadas às atividades do processo de tomada de decisões, avaliar essas informações, estudar e desenvolver novas informações.

O resultado final é saber se a combinação custo/benefício torna a proposição do SIG aceitável para a empresa.

A principal maneira de consolidar estes processos é através de cenários. Nesse caso, uma ou mais pessoas podem usar o conhecimento pessoal e fatos para produzir futuros desejados alternativos.

Cenário é a adequada interação entre composições consistentes, entre projeções variadas de tendências históricas e as postulações de eventos específicos. Para o delineamento de cenários estratégicos são utilizadas algumas técnicas, sendo algumas delas:

- a) Técnica Delphi - Constituída de um grupo de especialistas cujas áreas estejam relacionadas com o tipo de situação que se quer projetar. Um coordenador passa um questionário aos participantes do grupo, com questões referentes à situação considerada, e a resposta desse questionário serve para produzir um próximo disseminando as informações para todos os participantes;
- b) Técnica de *Brainstorming* - É a mais antiga e a mais conhecida técnica para estimular a criatividade. O *brainstorming* é atribuído a A. Osborn sendo criada em 1938. É conduzido por um grupo de pessoas que tentam resolver um problema específico coletando todas as idéias através da interação do grupo. O método depende da liberdade de pensamento permitida, dependendo também de evitar críticas e avaliações prematuras das sugestões e da sinergia que emerge da interação das idéias propostas.

3.3.3 FASE DE ESTRUTURAÇÃO DO SIG

Essa talvez seja a fase em que o executivo tem a melhor condição de explicitar se tem ou se não tem condições de ser o catalisador do SIG na empresa.

A estruturação do SIG pode ser efetuada visando aos relatórios gerenciais, que representam os resumos consolidados e estruturados das informações necessárias ao processo decisório, considerando a realidade de cada executivo envolvido no processo.

No processo de estruturação e delineamento do SIG, o executivo deve evitar a ocorrência de alguns aspectos que podem prejudicar seu desenvolvimento.

A crise deve ser sempre enfrentada com a máxima calma e controle emocional. Controle a crise em vez de ser controlado. Considere e avalie alternativas. É necessário manter e encarar a crise como um desafio e uma nova oportunidade para a inovação e melhorias.

Muitas crises são sintomas de má administração. Reduz-se as crises praticando a boa administração de tempo, que é uma forma de manter a autodisciplina e auto-organização.

A fase final da estruturação do SIG deve ficar consolidada em um relatório escrito, pois esta possui as vantagens de apresentação completa de todos os fatos importantes; ausência de possível interpretação pessoal inadequada; situação de redação estruturada que ajuda a esclarecer pontos obscuros.

Na elaboração desse relatório, têm-se alguns itens sugeridos:

- a) redigir em consonância com o nível de conhecimento do usuário;
- b) ser de tamanho apropriado para não tornar cansativo;
- c) evitar anexos desnecessários;
- d) não criticar sem necessidade os sistemas existentes;
- e) não esconder os pontos fracos do novo sistema.

3.3.4 FASE DE IMPLEMENTAÇÃO E AVALIAÇÃO DO SIG

Na fase de implementação e avaliação do SIG, o executivo deve:

- a) preparar a documentação informativa necessária para os usuários;
- b) treinar os usuários do SIG;

- c) supervisionar a implementação do SIG consolidando um adequado processo de avaliação.

Na implementação do SIG podem ocorrer dois tipos de problemas:

- a) operacionais, normalmente de responsabilidade única da área responsável pela execução do sistema considerado;
- b) de sistemas, com o provável envolvimento da área de Organização e Métodos.

Um item a ser considerado quando da implementação e avaliação do SIG é o inerente ao seu custo, o qual pode ser lançado na principal área envolvida, ou ser rateado entre as várias áreas da empresa.

No processo de implementação do SIG, o executivo pode ou não ter um problema referente à qualidade interativa da equipe heterogênea que executa os vários trabalhos inerentes ao referido SIG. Sendo um trabalho que envolve várias pessoas que o executivo catalisador do SIG não deve conhecer de maneira adequada, e como a qualidade do SIG vai depender da atuação interativa dos vários elementos do referido grupo, destaca-se alguns itens:

- a) planejamento: é a capacidade de diagnosticar e analisar situações atuais, de articular objetivos de forma harmônica aos objetivos da empresa;
- b) visão de negócio: é a capacidade de dominar e manusear informações relativas à situação e ao negócio da empresa e de planejar de forma coerente com essa visão;
- c) inovação: capacidade de perceber, visualizar e operacionalizar situações novas;
- d) ação: capacidade de tomar as decisões necessárias para a solução das situações diagnosticadas.

O produto final desse trabalho é a possibilidade do grupo efetivamente interagir com o executivo do SIG e a qualidade final dos trabalhos é de elevada validade para todos os envolvidos.

4. PLANEJAMENTO E CONTROLE DA PRODUÇÃO

Nesse capítulo, será descrito o planejamento e controle da produção e suas características.

A crescente oferta de materiais e produtos de todas as partes do mundo é um fato incontestável. A competição mundial traz consigo crescentes exigências por parte dos consumidores. Melhor qualidade, maior variação de modelos, entregas mais confiáveis e menores custos tornam-se parte das expectativas dos consumidores ([RUS1995]).

Um funcionamento deficiente da administração de produção pode causar o não-atendimento de prazos de entrega, excesso de estoque de materiais, ou seja, capital empregado sem rentabilidade, atrasos ou interrupções na produção, falhas no aproveitamento da capacidade produtiva, falta de dados para controle da eficiência e dos custos ([LIN1978]).

4.1 ORGANIZAÇÃO EMPRESARIAL

Como os sistemas de produção são exercidos por empresas, o objetivo da organização é fazê-la funcionar inteligentemente.

Segundo [LIN1978] para crescer, o empresário contrata um mestre de produção para ajudá-lo, delegando parte de sua responsabilidade mas mantendo o comando. Em seguida este elemento contrato auxílio e chega-se a uma estrutura de organização em linha.

Ainda através da delegação, o empresário contrata um gerente de vendas e um contador e cria o cargo de gerente de produção para comandar os mestres de produção. A partir daí, o crescimento deverá ser feito para os lados, contratando especialistas para apoiar o gerente em funções de sua especialidade, porém sem autoridade direta sobre o pessoal.

Numa empresa industrial de porte médio, as funções gerenciais se apresentam de forma explícita:

- a) Vendas e distribuição passam a constituir o subsistema comercial, sendo que vendas é encarregada de atender aos consumidores dos produtos da empresa antecipando-se às suas necessidades e a distribuição completa o setor de

vendas fazendo com que o produto chegue ao consumidor em condições de uso;

- b) Contabilidade e controle de custos constituem o subsistema financeiro, que poderá ser acrescido de outras funções como controle orçamentário, etc. A contabilidade apresenta o formato tradicional das empresas comerciais cabendo-lhe registrar os atos e fatos do empreendimento e o controle de custos estima o custo padrão e acompanha o custo real de produção dos diferentes componentes e respectivos produtos.

A engenharia estabelece todas as especificações, subdividindo-se em engenharia de produto e engenharia industrial. O PCP é encarregado pela coordenação dos departamentos com vistas ao atendimento das solicitações de vendas. Compras é encarregada de adquirir matérias-primas e peças compradas dentro das especificações, prazos, quantidade e custos. A produção é responsável pela transformação da matéria-prima em peças fabricadas.

Segundo [PIN1998] o controle da qualidade assessora produção e compras na consecução dos padrões esperado. Manutenção cuida do equipamento, seguindo um plano de manutenção preventiva devendo estar preparada para pedidos de consertos individuais. O recursos humanos trata do pessoal, seleciona, contrata e treina, sendo também responsável pelo ambiente social adequado.

O estudo da organização de uma empresa industrial fica bastante facilitado através da apresentação do fluxo de informações e produção.

O processo inicia-se com o consumidor que manifesta suas necessidades a vendas. Esta informa ao PCP o que deseja sendo que com isso cabe ao PCP emitir as ordens de produção. As ordens de compra serão encaminhadas a compras que colocará os pedidos de compras junto aos fornecedores, produzindo as mercadorias que serão entregues aos respectivos almoxarifados, depois de inspecionados pelo controle de qualidade ([TAV1996]).

As ordens de fabricação são enviadas as seções de fabricação que transformam as matérias-primas em peças fabricadas e as entregam ao almoxarifado de peças. Atendendo às ordens de montagem, a linha de montagem monta os produtos encaminhando-os ao estoque de produtos acabados, sendo que esse processo é acompanhado pelo PCP que é encarregado também da movimentação do material pelo controle de qualidade ([TUB1997]).

Finalizando, é de responsabilidade da expedição entregar o produto ao consumidor seguindo instruções de venda e fechando o circuito da produção e ordens.

4.2 PLANEJAMENTO

O planejamento da produção determina como, com que, e a que custo o produto desenvolvido pelo projetista do produto deverá ser manufaturado, fornecendo os dados básicos para o estabelecimento de programas por meio do roteiro de produção, detalhes de cada operação produtiva, padrões de tempos operacionais, ferramentas necessárias e estimativas ([LIN1978]).

São considerados como pertencentes ao planejamento da produção, as funções de planejamento geral e específico.

O planejamento geral possui seu grau de desenvolvimento dependendo do tipo de manufatura. Na produção altamente repetitiva, dá-se uma ênfase maior ao planejamento geral que na produção por encomendas, pois é independente de uma ordem de produção isolada, devendo manter o máximo de informações possível ([TUB1997]).

4.3 CONTROLE

Segundo [RUS1995], controle da produção é a função do PCP responsável pelas comparações rotineiras entre os resultados da produção de bens ou e serviços e as solicitações da programação, detectando desvios assim como identificando causas e cobrando, dos responsáveis, suas correções.

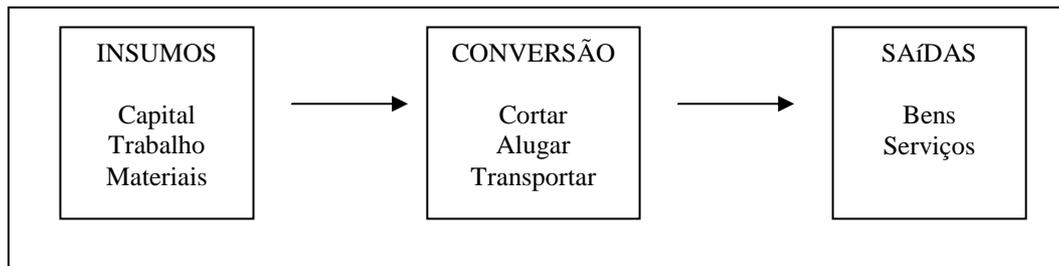
Quanto mais rápido os problemas forem identificados, ou seja, quanto mais eficiente forem as ações de controle da produção, menores serão os desvios a corrigir ([RUS1995]).

4.4 PRODUÇÃO

Segundo [TUB1997], a função de produção não compreende apenas as operações de fabricação e montagem de bens, mas também as atividades de armazenamento, movimentação, entretenimento, etc., quando estão voltadas para a área de serviços, sendo responsável por gerar os bens ou serviços comercializados pelas empresas.

A essência da função de produção consiste em adicionar valor aos bens e serviços durante o processo de transformação considerando que todas as atividades produtivas que não adicionarem valor aos bens ou serviços são dadas como perdas e eliminadas.

Figura 4 – Função da produção



Fonte: [TUB1997]

4.6 FUNÇÕES DO PLANEJAMENTO E CONTROLE DA PRODUÇÃO

Segundo pesquisas de instituições mundiais, os sistemas de planejamento e controle de produção representam um papel decisivo entre as ações que vêm sendo tomadas para enfrentar desafios ([RUS1995]).

Segundo [RUS1995], o planejamento e controle da produção é uma função de apoio a coordenação das várias atividades de acordo com os planos de produção, de modo que os programas preestabelecidos possam ser atendidos com economia e eficiência.

As atividades do PCP são exercidas nos três níveis hierárquicos de planejamento e controle das atividades produtivas de um sistema de produção.

No nível estratégico, onde são definidas as políticas estratégicas de longo prazo da empresa o PCP participa da formulação do planejamento estratégico da produção, gerando um plano de produção.

O plano de produção trabalha com informações agregadas de vendas e produção, normalmente com o agrupamento de produtos em famílias afins. Os produtos são medidos em valores financeiros, pois normalmente não existe uma homogeneidade entre as unidades de medida das diferentes famílias ([TUB1997]).

No nível tático, onde são estabelecidos os planos de médio prazo para a produção, o PCP desenvolve o planejamento-mestre da produção, obtendo o plano mestre de produção.

O planejamento mestre de produção está encarregado de desmembrar os planos produtivos estratégicos de longo prazo em planos específicos de produtos acabados para o médio prazo, no sentido de direcionar as etapas de programação e execução de atividades operacionais da empresa ([TUB1997]).

No nível operacional, onde são preparados os programas de curto prazo de produção e realizado o acompanhamento dos mesmos, o PCP prepara a programação de produção administrando estoques, seqüenciando, emitindo e liberando as ordens de compra, executando o acompanhamento e controle da produção.

Dois pré-requisitos são entretanto indispensáveis: o conhecimento detalhado do produto acabado, roteiro da produção e a existência de facilidades industriais e de recursos financeiros compatíveis com o programa ofertado, planejamento da capacidade.

O primeiro pré-requisito é tarefa da engenharia, projetando o produto acabado, formalizando-o através de desenhos e especificações, determinando como o produto será montado a partir das peças componentes, quais as peças compradas e fabricadas.

Segundo [LIN1978], o outro pré-requisito consiste no correto programa de produção para um determinado período a partir das expectativas de vendas, da capacidade de produção e dos recursos financeiros disponíveis. O PCP exerce um certo número de funções a fim de cumprir sua missão, sendo elas:

- a) gestão de estoques : os estoques são criados para absorver problemas do sistema de produção, como a sazonalidade, atraso na entrega de matérias-primas. Como os estoques não agregam valor aos produtos, quanto menor o nível de estoque com que um sistema produtivo consegue trabalhar, mais eficiente será esse sistema ([TUB1997]);
- b) emissão de ordens de produção : responsável pela preparação do programa de produção e na tomada de providências para se ter, a tempo, todos os itens necessários e esse programa, tais como matérias-primas, peças compradas, peças fabricadas e produtos acabados ([RUS1995]);
- c) programação das ordens de fabricação : a partir do plano de produção, deve-se decidir como comandar o processo produtivo e a aquisição de materiais, para atender o plano de produção. É necessário fornecer aos setores produtivos, informações detalhadas sobre os trabalhos a executar e não apenas os produtos finais desejados ([LIN1978]);

- d) movimentação das ordens de fabricação : é através da movimentação que se tem as informações do que foi fabricado ([RUS1995]);
- e) acompanhamento da produção : fornece uma ligação entre o planejamento e a execução das atividades operacionais, identificando os desvios, sua magnitude e fornecendo subsídios para que os responsáveis pelas ações corretivas possam agir ([TUB1997]).

4.7 MANUTENÇÃO E MÁQUINAS

As máquinas são empregadas num sentido de produção para gerar ou facilitar a saídas. Elas são diretamente envolvidas num processo para serviços auxiliares.

Não há sistemas de produção de máquinas independente completamente, havendo sempre uma interferência manual.

Numa situação usual aonde homens diretamente operam máquinas, as atividades nas interfaces são avaliadas pelo estudos de métodos e de medidas. O objetivo desses estudos é para melhorar a performance de homens e máquinas ([RIG1970]).

Focalizando no lado das máquinas, encontramos duas variáveis presentes na maioria das avaliações: tempo e dinheiro. Uma máquina é um capital parado. Sua perda em valor é teoricamente recuperada pelo o que ele contribui para a produção, o investimento é amortizado. O programa de manutenção é uma função do valor da máquina, o padrão de depreciação e o escalonamento de produção.

Tem-se dois tipos de depreciação. Um descreve a perda em valores após um período de tempo, a menos que a máquina tenha um valor antigo e é normalmente vale menos a cada ano de uso e propriedade. O segundo tipo de depreciação se refere ao plano sistemático para recuperação do capital investido.

O programa de manutenção está intimamente ligado a política de recolocação. Todas as indústrias seguem alguma rotina de manutenção porque o custo de perda de produção para quebras inesperadas é significativo e o custo de capital de aquisição é usualmente mais baixo quando é dado cuidado próprio ([TUB1997]).

O custo de manutenção é mais baixo quando uma máquina é nova. O custo aumenta com a idade porque mais trabalho é necessário para manter um determinado nível de performance. O custo de capital é normalmente alto na primeira parte da vida da máquina.

Segundo [RIG1970], há muitas versões de programas de manutenção praticando diferentes programas para diferentes itens. A frequência de recolocação é primeiramente uma função de qualidade adquirida. O programa de manutenção serve para checar periodicamente as condições de máquinas em tempos vagos.

A maioria dos proprietários segue uma política de manutenção periódica. Essa política serve para prevenir um alto custo na hora da quebra de uma máquina mantendo partes da mesma em condições de novas.

Pequenos itens são trocados com frequência antes que eles quebrem. A manutenção preventiva é usada para reduzir a frequência e a magnitude da maioria dos reparos. A questão é quando uma manutenção preventiva é mais econômica que os reparos necessários e com que frequência deveria ser feito essa manutenção ([TAV1996]).

O tamanho de reparos facilita um outro item importante num programa de manutenção. Um equilíbrio econômico é relevante para a facilidade do custo de reparos ociosos em relação à espera das máquinas a serem consertadas.

4.7.1 MANUTENÇÃO CORRETIVA

Segundo [PIN1998], manutenção corretiva é a atuação para a correção da falha ou do desempenho menor que o esperado.

Convém observar que existem duas condições específicas que levam a manutenção corretiva:

- a) desempenho deficiente apontado pelo acompanhamento das variáveis operacionais;
- b) ocorrência da falha.

A manutenção corretiva pode ser dividida em manutenção corretiva não planejada e manutenção corretiva planejada.

Normalmente a manutenção corretiva não planejada implica altos custos, pois a quebra inesperada pode acarretar perdas de produção, perda da qualidade do produto e elevados custos indiretos de manutenção.

Quando uma empresa tem a maior parte de sua manutenção corretiva na classe não planejada, seu departamento de manutenção é comandado pelos equipamentos e o

desempenho empresarial na organização, certamente não está adequado às necessidades de competitividade atuais.

Um trabalho planejado é sempre mais barato e mais seguro que um trabalho não planejado. A característica principal da manutenção corretiva planejada é função da qualidade de informação fornecida pelo acompanhamento do equipamento ([PIN1998]).

4.7.2 MANUTENÇÃO PREVENTIVA

Segundo [PIN1998] manutenção preventiva é a atuação realizada de forma a reduzir ou evitar a falha ou a queda no desempenho, obedecendo a um plano previamente elaborado, baseado em intervalos definidos de tempo.

A rotina de manutenção é o trabalho menos glamoroso na produção, mas é um dos mais importantes. Como os processos continuam a se tornarem mais mecanizados, a manutenção se torna mais complexa enquanto o potencial de dano de malfuncionamento diminui. Um item importante para uma boa manutenção preventiva é o bom planejamento e homens capacitados para realizar essa manutenção e um apoio de uma política de gerenciamento.

Um típico planejamento preventivo é mais comum que uma modelagem matemática. A regra principal é que o tempo gasto na manutenção preventiva deveria ser menor do que o tempo gasto nos reparos e que o valor das máquinas na manutenção preventiva deveria exceder o custo do programa ([RUS1995]).

É necessário experimentar o programa primeiro para verificar se é válido ou não. Num planejamento de manutenção, há algumas considerações que precisam ser verificadas:

- a) as máquinas podem ser redesenhadas para melhorar a confiabilidade. Circuitos redundantes aumentam o custo inicial, mas podem produzir mais do que economias proporcionais no custo de manutenção;
- b) aumentar processos de inventários podem prover reações contra o efeito de falha da máquina. Estoques extras aumentam a junção de custos;
- c) as inspeções deveriam ser realizadas juntamente com as limpezas, ajustes e outro trabalho de manutenção para reduzir custos e inconvenientes;
- d) programa de treinamento e políticas disciplinares têm um efeito distinto na quantidade de manutenção necessária. Os operadores deveriam ser

responsáveis pelo trabalho de manutenção preventiva nas máquinas quando possível.

- e) fricção, vibração, corrosão e erosão são condições físicas que deveriam ser detectadas e controladas antes de se tornarem maiores problemas.

A coordenação de um extensivo programa de manutenção necessita de um gerenciamento maior. Juntamente com as habilidades especiais para diagnosticar falhas, a atenção persistente a detalhes é importante para os serviços de inspeção.

5 TECNOLOGIAS E FERRAMENTAS UTILIZADAS

A seguir, serão descritos as tecnologias e ferramentas de desenvolvimento e análise empregadas na elaboração e desenvolvimento desse trabalho.

5.1 ANÁLISE ESTRUTURADA

Segundo [GAN1984], análise estruturada é a construção de um modelo lógico de um sistema, utilizando de técnicas gráficas capazes de levar usuários, analistas e projetistas a formarem um quadro claro e geral do sistema e de como suas partes se encaixam para atender às necessidades daqueles que dele precisam.

É composta de um conjunto de técnicas e ferramentas. em constante evolução, nascido do sucesso da programação e do projeto estruturados ([GAN1984]).

As principais técnicas estruturadas que compõe a moderna análise de sistemas são a própria análise estruturada, projeto e implementação *top-down*, projeto estruturado e a programação estruturada ([JOA1993]).

Na programação *top-down*, a ordem das etapas de projeto, codificação e teste, é diferente daquela do desenvolvimento tradicional do programa que primeiramente o programa inteiro é projetado, depois codificado e finalmente testado. No desenvolvimento *top-down*, as três etapas são executadas em paralelo, tendo um módulo projetado, codificado e testado, e depois um outro módulo é projetado, codificado e testado e assim por diante ([MAR1991]).

Segundo [DEM1989], projeto estruturado é uma estratégia para a produção de projeto *top-down*, com alta capacidade de manutenção facilmente testável. O projeto estruturado começa com as características hierárquicas, fazendo com que você trate as questões em ordem de importância, ao invés de tratá-las na ordem em que o computador irá encará-las.

A programação estruturada é um conjunto de convenções que o programador pode seguir para produzir o código estruturado, tendo regras de codificações impondo limites sobre o uso das estruturas básicas de controle ajudando a organização do código fonte do sistema ([MAR1991] [YOU1993]).

5.2 MODELO ENTIDADE-RELACIONAMENTO (MER)

A sua criação deve-se a Peter Chen, havendo uma notação desenvolvida por James Martin denominada de Modelos de Informação ([JOA1993]).

O modelo conceitual de dados é representado por um gráfico denominado de diagrama de entidade e relacionamento (DER), que detalha as associações existentes entre as entidades de dados e utilizam componentes semânticos próprios ([JOA1993]).

Esse gráfico facilita a visualização da organização e o inter-relacionamento entre os objetos que são conectados uns aos outros através de relacionamentos representando um conjunto de conexões entre objeto representado por um losango.

Segundo [YOU1993], o diagrama de entidade e relacionamento é uma ferramenta de modelagem que é utilizada para modelar regras particulares de importância para a empresa e o relacionamento entre elas, sendo utilizado para identificar e organizar a informação utilizada pela empresa, não apenas a informação armazenada.

Enfatiza os principais objetos ou entidades com que o sistema lida, bem como a relação entre os objetos que correspondem aos locais de armazenagem de dados do DFD ([JOA1993]).

As entidades são os objetos definidos, podendo ser objetos específicos como pessoas ou uma nota fiscal, ou conceitos abstratos, com posições e serviços, sendo representadas por um retângulo no DER, tendo um único nome que deverá refletir o tipo do objeto ([DEM1989],[YOU1993]).

Outro componente do DER são os relacionamentos, que segundo [JOA1993] são associações ou ligações que mostram como uma entidade ou grupo de entidades se relaciona com a outra entidade ou grupo.

Cada ocorrência do relacionamento corresponde a uma associação de exatamente uma ocorrência de cada entidade que participa do relacionamento ([DEM1989]).

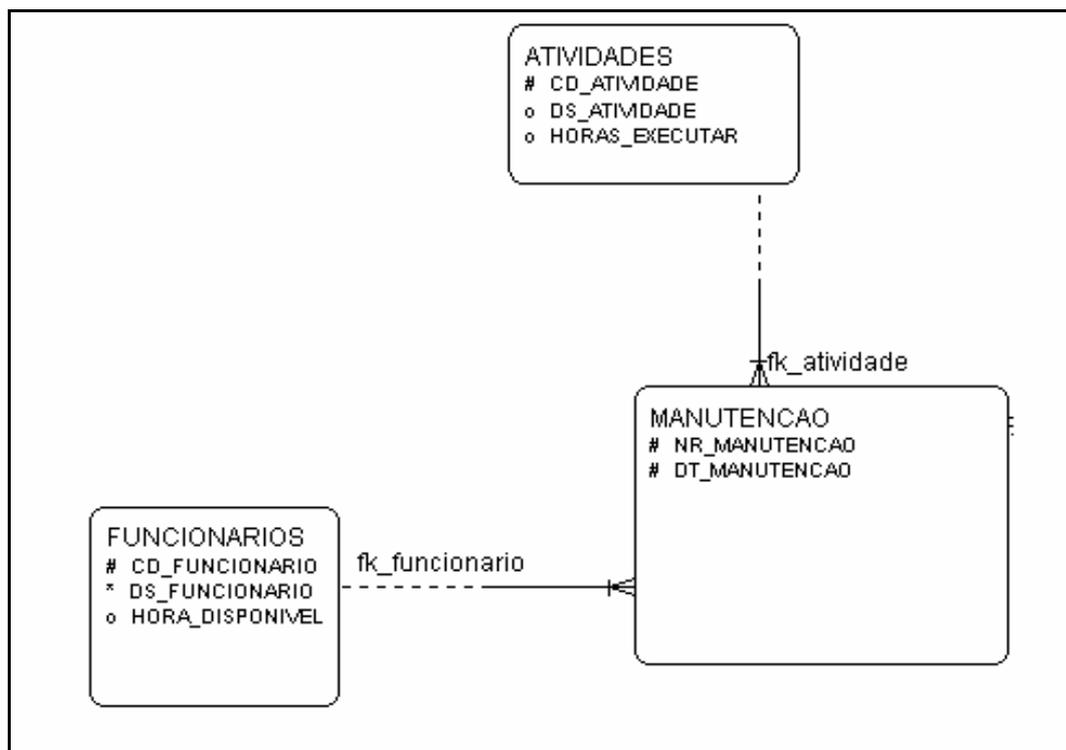
Segundo [YOU1993], há notações que se referem a cardinalidade dos relacionamentos entre as entidades, sendo elas:

- a) Relacionamento 1:1 - Relacionamento que denota a ligação de um registro com somente um da outra entidade;
- b) Relacionamento 1:N - Relacionamento que denota a ligação de um registro com múltiplas ocorrências da outra tabela;

- c) Relacionamento N:N - Relacionamento que denota a ligação de vários registros com múltiplas ocorrências da outra entidade.

Abaixo, pode-se visualizar um exemplo de modelo entidade-relacionamento, no qual há um relacionamento em que um funcionário pode estar em várias manutenções, sendo que nessas manutenções existem atividades a serem realizadas e que uma atividade pode ser encontrada em várias manutenções, conforme figura 5.

Figura 5 – Exemplo de modelo entidade-relacionamento



5.3 DIAGRAMA DE FLUXO DE DADOS (DFD)

Segundo [YOU1993], o diagrama de fluxo de dados (DFD), identifica as funções do sistema e como elas utilizam as informações e as transferem entre as funções existentes.

É uma ferramenta *top-down* e se estende sucessivamente para os níveis de maior detalhamento, são multidimensionais e utilizam-se de recursos gráficos, permitindo o compartilhamento do modelo entre a comunidade possuindo o foco centrado na questão e no seu refinamento ([JOA1993]).

Segundo [DEM1989], o DFD é composto por quatro elementos básicos :

- a) fluxo de dados, representados por flechas;
- b) processos, representados por círculos;
- c) arquivos, representados por linhas retas;
- d) fontes ou destinos de dados, representados por caixa.

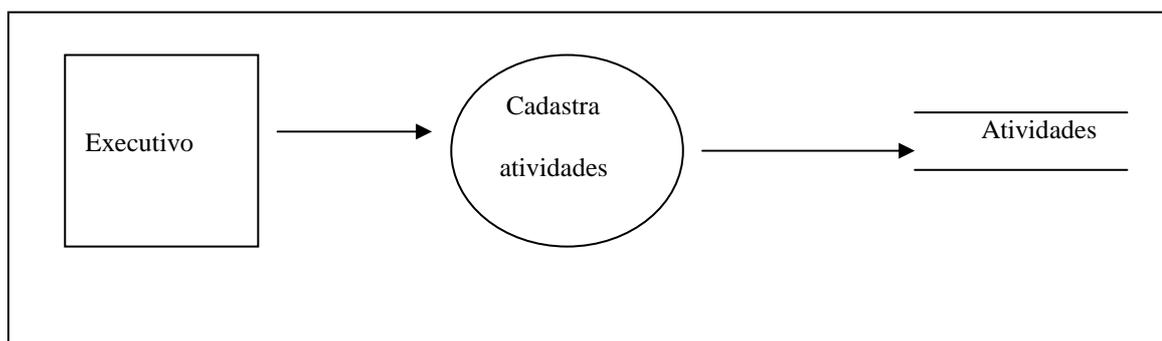
Segundo [GAN1984], o fluxo de dados identifica os processos, entidades, ou depósitos de dados nas suas extremidades anotando uma descrição do conteúdo de cada fluxo ao longo de sua extensão, sendo a mais significativa possível.

O processo é um componente procedural do sistema, operando sobre os dados, podendo executar operações aritméticas ou lógicas com os dados para produzir algum resultado, devendo ser usado um nome significativo para definir a operação executada pelo processo ([MAR1991]).

O arquivo, ou depósito de dados, são repositório de dados produzido por um processo, preservados por um determinado período, e então utilizados por um outro processo ([JOA1993]).

A fonte ou destinos de dados é uma pessoa ou empresa, repousando fora do contexto do sistema, que é o originador ou o receptor de dados do sistema ([DEM1989]).

Figura 6 – Exemplo de um fluxo de dados



5.4 COMPUTER-AIDED SOFTWARE ENGINEERING - CASE

Segundo [GAN1990], a sigla CASE significa Engenharia de software auxiliada por computador (em inglês, *Computer-aided software engineering*). Esse termo foi criado no começo dos anos 80, quando ficou claro que ferramentas gráficas, tais como

diagrama de fluxo de dados (DFD), diagrama entidade-relacionamento (DER) e gráficos de estrutura poderiam ser úteis em análise e projeto de sistemas.

Estudo após estudo mostrou que a utilização de CASE reforça uma redistribuição de esforços tal que uma grande porcentagem de sobrecarga de tempo no desenvolvimento é gasto na fase inicial do desenvolvimento do software ([ALL1991]).

Segundo [FIS1990], o objetivo principal da tecnologia CASE é separar o projeto do programa aplicativo da implementação do código, sendo que quanto mais afastado estiver o processo de projeto, melhor.

Segundo [ELL1992], uma ferramenta de desenvolvimento CASE integra vários componentes de ferramentas e facilidades como:

- a) o usuário pode diretamente criar diagramas com a facilidade de editoração gráfica para produzir os diagramas para a documentação do sistema;
- b) informação a respeito do sistema é fornecido incrementalmente via diagramas que é integrado a um dicionário central;
- c) as telas e relatórios finais do sistema podem ser desenvolvidos com facilidades de desenvolvimento vinculado a um dicionário central;
- d) a análise provê consistência;
- e) entrega gráfica de documentação.

Uma outra maneira de olhar CASE é organizá-la em *upper CASE*, *lower CASE* e *ICASE*. A primeira ferramenta chamada CASE foi a do tipo *upper CASE*. Suportavam o trabalho envolvido nas fases iniciais do projeto, tal como a análise de sistema e análise de opções, mas não era sofisticada suficiente para realizar análise de riscos. Essas ferramentas eram essencialmente editores de diagrama de fluxo de dados ([DEG1993]).

As ferramentas *lower CASE* aparecem nos estágios finais do desenvolvimento do sistema, podendo ser classificadas em três tipos:

- a) ferramenta de prototipação;
- b) geradores de código;
- c) ferramenta de manutenção.

As ferramentas ICASE que significa Engenharia de software integrada auxiliada por computador (em inglês, *Integrated Computer-aided software engineering*) tenta integrar todas as ferramentas requeridas para o desenvolvimento e manutenção num único todo, mas não obteve muito sucesso ainda ([DEG1993],[ALL1991]).

Com a utilização de ferramentas CASE, a reusabilidade dos componentes de software aumenta dramaticamente o desenvolvimento da produtividade ficando armazenados no repositório CASE ([ALL1991]).

As ferramentas CASE ajudam a manter uma sincronia com a implementação do código, vinculando o código à especificação, de modo que, se esta se modificar, o código subordinado também se modifica ([FIS1990]).

Segundo [CHI1992], os vários componentes do sistema e suas operações podem ser comparados com as funções pretendidas na descrição do sistema e notações podem ser feitas a partir do repositório do CASE para um auditor. Essa vantagem pode ser futuramente melhorada pela customização do CASE para manusear especificamente os atributos requeridos para a auditoria.

Para a especificação desse trabalho, foi utilizado a ferramenta CASE Oracle Designer 2000, conforme a figura 7.

O Oracle Designer oferece uma solução completa quando os clientes Oracle precisam projetar, programar, implementar e manter sistemas. Ele fornece desenvolvimento rápido de aplicativos em um ambiente cliente/servidor. A funcionalidade avançada do Designer oferece suporte a suporte de reengenharia de processos e mecanismos para tirar proveito do processamento do servidor que pode ser realizado usando-se o banco de dados Oracle ([COX1995]).

Figura 7 – Tela de apresentação do Oracle Designer 2000



Foi utilizado na especificação do protótipo o módulo de *Systems Design* na opção *Data Schema* para a criação das entidades do protótipo, bem como os scripts de criação das tabelas.

5.5 BANCO DE DADOS

Segundo [ABB1997], um banco de dados é um conjunto de programas que manipulam arquivos de dados, armazenando os dados do aplicativo do usuário e os dados do sistema que são os dados que o SGBD precisa para gerenciar a si mesmo.

Segundo [COX1995], sistema gerenciador de banco de dados (SGBD) consiste em uma coleção de dados inter-relacionados e em um conjunto de programas para

acessá-las, tendo como principal objetivo prover um ambiente que seja adequado e eficiente para recuperar e armazenar as informações de banco de dados.

5.6 AMBIENTE VISUAL – DELPHI 5

O Delphi é um ambiente de desenvolvimento de aplicações Windows, podendo escrever programas com interface gráfica com o usuário, sendo auxiliado por componentes que podem ser anexados em um formulário. Esses componentes são softwares independentes que realizam funções pré-definidas, como um rótulo de texto, um controle de edição ou uma caixa de listagem ([MAT1997]).

5.7 ORACLE

O Sistema gerenciador de banco de dados relacional (SGBDR) Oracle foi desenvolvido nos EUA em 1977 pela Oracle Corporation, sendo começado como um projeto da *North-American Spacial Agency* (NASA).

Para aplicações que requerem alta performance e confiabilidade, a Oracle oferece a primeira alternativa real em relação aos sistemas de mainframe tradicionais de custo elevado ([MOR1995]).

A arquitetura do SGBD Oracle é essencialmente a mesma de qualquer outro SGBD relacional, possuindo 3 interfaces, sendo a primeira uma interface a nível de usuário no qual o mesmo com o programa cliente, pode realizar uma conexão remota; a segunda interface está relacionada às consultas executadas usando a SQL e a terceira diz respeito em como o programa servidor lê e grava os dados no disco ([COX1995]).

Segundo [ABB1997], o banco de dados Oracle pode ser encontrado nas seguintes configurações:

- a) Local: Os usuários são conectados diretamente ao mesmo computador em que reside o banco de dados;
- b) Cliente/Servidor: Os usuários acessam o banco de dados a partir de seu computador pessoal (cliente) por meio de uma rede, e o banco de dados fica em um computador separado (servidor);
- c) Processamento distribuído: Os usuários acessam um banco de dados que reside em mais de um computador. O banco de dados é distribuído em mais de um computador.

O SGBD Oracle possui características importantes como os mecanismos de segurança, controlando o acesso a dados importantes através de diversos tipos de privilégios; mecanismos de cópia e de recuperação, gerenciamento de espaço flexível, no qual o usuário pode controlar as alocações de espaço subsequentes ([COX1995], [MOR1995] e [ABB1997]).

5.8 LÓGICA FUZZY

Embora a lógica *fuzzy* tenha sido descrita e examinada nos últimos 30 anos, apenas recentemente apareceu nos livros técnicos. Com a lógica *fuzzy*, os fabricantes podem reduzir o tempo de desenvolvimento ([THR1994]).

Segundo [MAN1995], o conceito de conjunto *fuzzy* foi introduzido, em 1965, por Lotfi A. Zadeh. Em meados da década de 60, Zadeh observou que os recursos tecnológicos disponíveis eram incapazes de automatizar as atividades relacionadas a problemas de natureza industrial, biológica ou química, que compreendessem situações ambíguas, não passíveis de processamento através da lógica computacional fundamentada na lógica booleana.

Como foi concebido por Lofti Zadeh, seu inventor, a lógica *fuzzy* provê um método de reduzir a complexidade dos sistemas. Muitas dessas complexidades vieram de variáveis de sistema que eram manipuladas e representada ([ZEM1984]).

Estimulados pelo desenvolvimento e pelas enormes possibilidades práticas de aplicações que se apresentaram, os estudos sobre sistemas *fuzzy* e controle de processos avançam rapidamente, culminando com a criação em 1984, da Sociedade Internacional de Sistemas *Fuzzy*, constituída, principalmente, por pesquisadores dos países mais avançados tecnologicamente.

Segundo [GOM1994] a transição de uma categoria para outra é gradual com alguns estados tendo maior ou menor parentesco num conjunto para outro, sendo assim Lofti Zadeh propôs o conceito de Conjuntos Difusos.

5.8.1 CONJUNTOS DIFUSOS

Segundo [JAN1995], a teoria de conjuntos difusos permite o tratamento de conceitos vagos, imprecisos, incertos e de conhecimento mal definido, proporcionando

uma nova visão além da matemática exata. A essência desse princípio é que, como a complexidade dos sistemas aumentam, nossa habilidade para tomar decisões precisas diminui. Sendo assim, a teoria de conjuntos difusos oferece uma maneira de trabalhar tais comportamentos.

Ao contrário dos conjuntos clássicos, representados por um intervalo definido, os conjuntos difusos possuem um intervalo entre $[0, 1]$, indicando assim um grau de pertinência. Seja U uma coleção de objetos (elementos) denotados por x , então o conjunto A é um conjunto de pares ordenado definidos por $A = \{(x, \mu_A(x)) \mid x \in U\}$ ([JAN1995]).

Nas experiências do dia-a-dia, depara-se com objetos não definidos. Por exemplo, um carro é rápido. O que pode ser definido como rápido? Dependendo da situação, rápido numa estrada é diferente de rápido num bairro residencial.

Num conceito impreciso, é importante saber o conceito de conjunto difuso, como ele se parece, como ele engloba a imprecisão.

Toma-se por exemplo, o conceito alto, dando valores para a altura de indivíduos, tomando-se como 1,80m uma medida de pessoa alta, tendo como função característica:

$$\mu_{\text{alta}} = [\text{altura} \geq 1,80 \text{ m}]$$

Essa função característica para este conjunto, reflete sua natureza booleana. Movendo-se ao longo de um domínio, o parentesco de alturas num conjunto de altas permanece 0 (falso) até que se alcance exatamente 1,80m para ter valor verdadeiro, 1.

As operações básicas de conjuntos clássicos podem ser representadas na forma de conjuntos difusos, conforme figura 8 ([ZEM1984],[JAN1994]).

Figura 8 – Operações básicas de conjuntos

União (disjunção)	$A \cup B$	$\max(\mu_A(x), \mu_B(x))$
Intersecção (conjunção)	$A \cap B$	$\min(\mu_A(x), \mu_B(x))$
Complemento (negação)	$\neg A$	$1 - \mu_A(x)$

Fonte : ([ZEM1984])

O uso desses operadores permite determinar o grau de pertinência de cada ponto em relação a um conjunto difuso, onde um valor perto de 0 (zero) significa que o valor não pertence ao conjunto e valor 1 (um) significa que o valor pertence àquele conjunto. Desta maneira, um item pode ou não pertencer a um conjunto.

5.8.2 VARIÁVEIS LINGUÍSTICAS (*HEDGES LINGUÍSTICOS*)

Na técnica de modelagem difusa, a variável linguística tem o seu lado forte nessa técnica. Essa variável utiliza-se do conceito de qualificadores de conjuntos difusos, sendo chamados de *hedges*, mudando a forma dos conjuntos difusos permitindo a utilização de conceitos expressivos. Tem-se por exemplo, como variáveis linguísticas os termos, duradouro, muito duradouro, levemente duradouro e pouco duradouro ([KLI1995]).

A lógica *fuzzy* descreve propriedades que tem variação contínua de valores associando partes desses valores de um modo semântico, sendo que essas partes podem ser ultrapassadas, correspondendo na transição de um estado para outro ([KRU1992]).

A fuzificação descreve o grau de parentesco num conjunto difuso. Este grau de parentesco pode ser visto como um nível de compatibilidade entre uma instância, ou valor, do domínio de um conjunto e o conceito ultrapassar o conjunto ([ZEM1984]).

Segundo [MEN1995] a imprecisão e a ambigüidade é relatada na não coerência entre o entendimento de um fato e de sua existência no mundo real. Isso faz com que haja ferramentas para identificarmos esses entendimentos.

5.8.3 FUNÇÕES DA LÓGICA FUZZY

Segundo [JAN1995] o módulo de conjuntos permite que se defina os conjuntos difusos, a função de pertinência associada e os seus respectivos valores. Os conjuntos podem possuir qualquer nome, desde que sejam diferentes entre si.

- a) função trapezoidal: esta função utiliza quatro parâmetros (a,b,c,d), mais a variável de entrada a ser fuzificada;

$$\text{trapezoidal}(x; a, b, c, d) = \max\left(\min\left(\frac{x-a}{b-a}, 1, \frac{d-x}{d-c}\right), 0\right)$$

- b) função gaussiana: utiliza dois parâmetros (σ, c), mais a variável de entrada a ser fuzificada.

$$\text{gaussiana}(x; \sigma, c) = e^{-\frac{(x-c)^2}{\sigma^2}}$$

- c) função triangular: esta função utiliza três parâmetros (a,b,c), mais a variável de entrada a ser fuzificada;

$$\text{triangular}(x; a, b, c) = \max\left(\min\left(\frac{x-a}{b-a}, \frac{c-x}{c-b}\right), 0\right)$$

A função triangular foi a função aplicada nesse trabalho para verificar se com as informações das máquinas cadastradas previamente, as mesmas podem atender os pedidos, bem como verificar a alocação de funcionários para realizar manutenções nas máquinas. Essa função possui quatro parâmetros, sendo um deles, o x que é a variável a ser trabalhada, e os parâmetros a , b e c que correspondem respectivamente ao primeiro, segundo e terceiro valor cadastrado nos conjuntos difusos.

Primeiramente será realizado o cálculo que se encontra mais internamente na função para achar o menor valor entre as duas equações ali existentes. Feito isso, será pego o maior valor entre o 0 (zero) e o valor conseguido no passo anterior. O número de vezes que esse cálculo será realizado depende de quantos conjuntos forem cadastrados. O resultado dessa equação determinará o grau de pertinência em um determinado conjunto.

6 DESENVOLVIMENTO DO PROTÓTIPO

Para o protótipo ser desenvolvido, foi seguida a metodologia de um sistema de informação gerencial, conforme capítulo 3. Essa metodologia é composta por 4 fases: conceituação servindo para obter uma idéia preliminar e geral do volume e complexidade do SIG; o levantamento e análise, servindo para levantar informações para o desenvolvimento do SIG; a estruturação que é a fase de avaliação do executivo sobre o SIG; e a implementação e avaliação, que serve para construir e implementar o SIG.

Para a especificação do sistema optou-se em utilizar a ferramenta *CASE Oracle Designer 2000*, já descrito no capítulo 5 . A implementação do sistema foi em Delphi (versão 5) e o banco de dados Oracle versão 7.

6.1 FASE 1 – CONCEITUAÇÃO

Nessa fase, foi definido o SIG através das necessidades da informação juntamente com os gerentes da empresa Maximiza Consultoria e Sistema, sr. Marcos A. de Mira, e de uma empresa têxtil de Blumenau conseguindo os seguintes resultados:

- a) objetivos da empresa têxtil:
 - melhorar a alocação de funcionários na execução das tarefas na empresa;
 - verificar a disponibilidade das máquinas em atender os pedidos entregues;
 - necessidade de respostas mais rápidas para o atendimento de pedidos;
 - verificar as limitações das máquinas e funcionários para a demanda de serviços a serem realizados;
- b) melhorando assim a produtividade da empresa:
 - minimizar despesas.

6.2 FASE 2 – LEVANTAMENTO E ANÁLISE

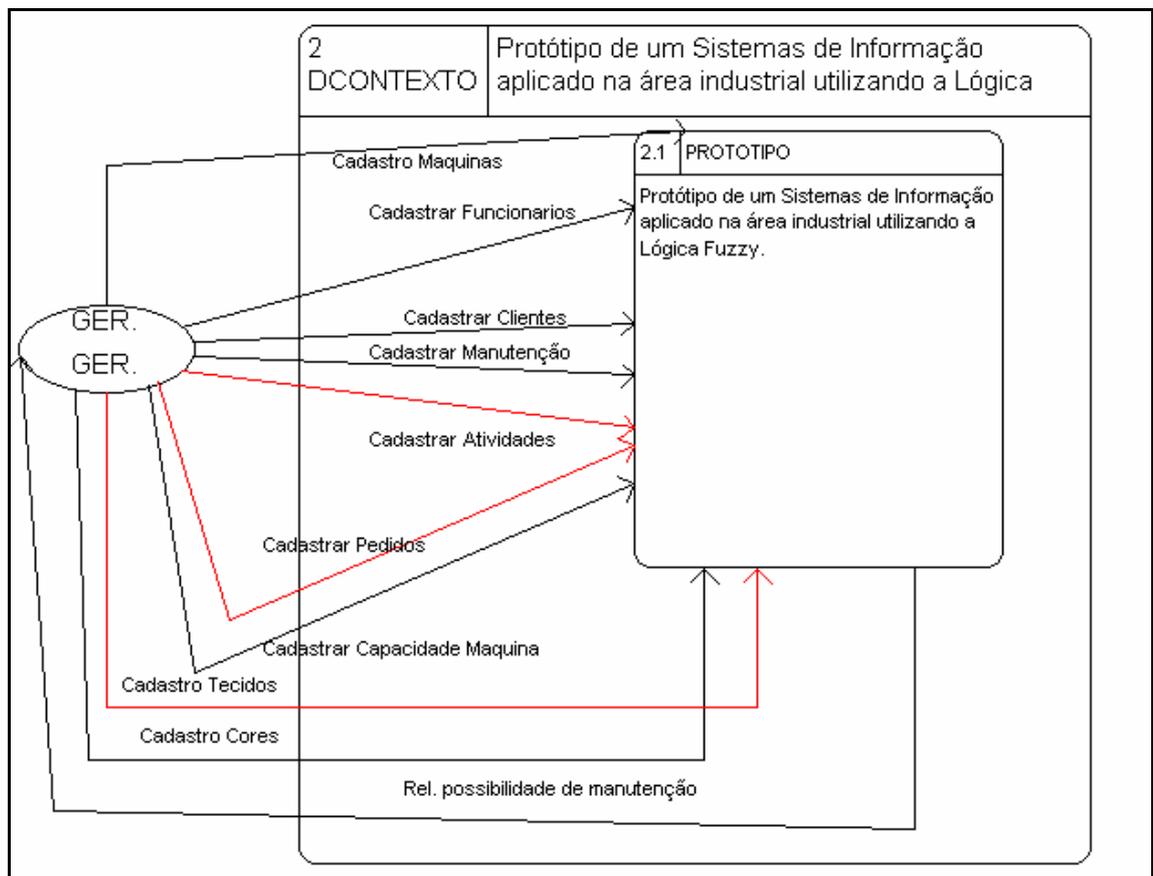
Nessa fase o gerente presta as informações sobre os itens a serem trabalhados, e a especificação do mesmo através de diagrama de fluxo de dados e do modelo entidade-relacionamento, juntamente com a arquitetura tecnológica do sistema. Essas informações vão desde o número de horas que um funcionário pode realizar uma manutenção e também a quantidade de horas que uma máquina pode tingir um

determinado tipo de tecido e cor, resultando numa resposta ao gerente, fazendo com que seja tomado uma decisão para realização ou não da manutenção nas máquinas.

A seguir será apresentado o diagrama de Fluxo de dados do sistema, o diagrama de contexto e seu modelo entidade-relacionamento que foram gerados utilizando a ferramenta *CASE Oracle Designer 2000*.

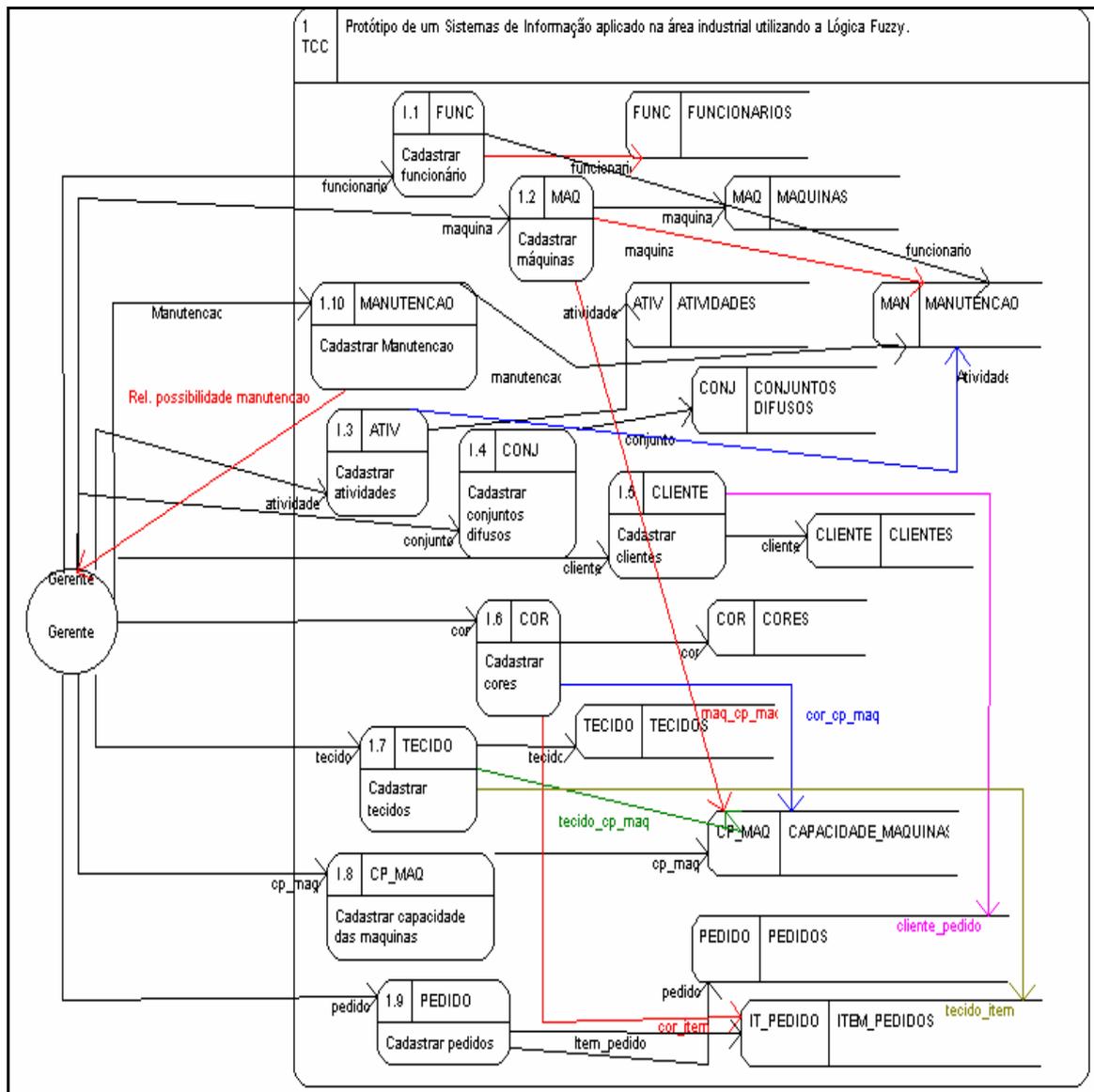
O diagrama de contexto especificado para o protótipo, identifica as funções gerais a serem trabalhadas pelo sistema. Essas informações estão demonstradas na figura 9.

Figura 9 – Diagrama de contexto o protótipo



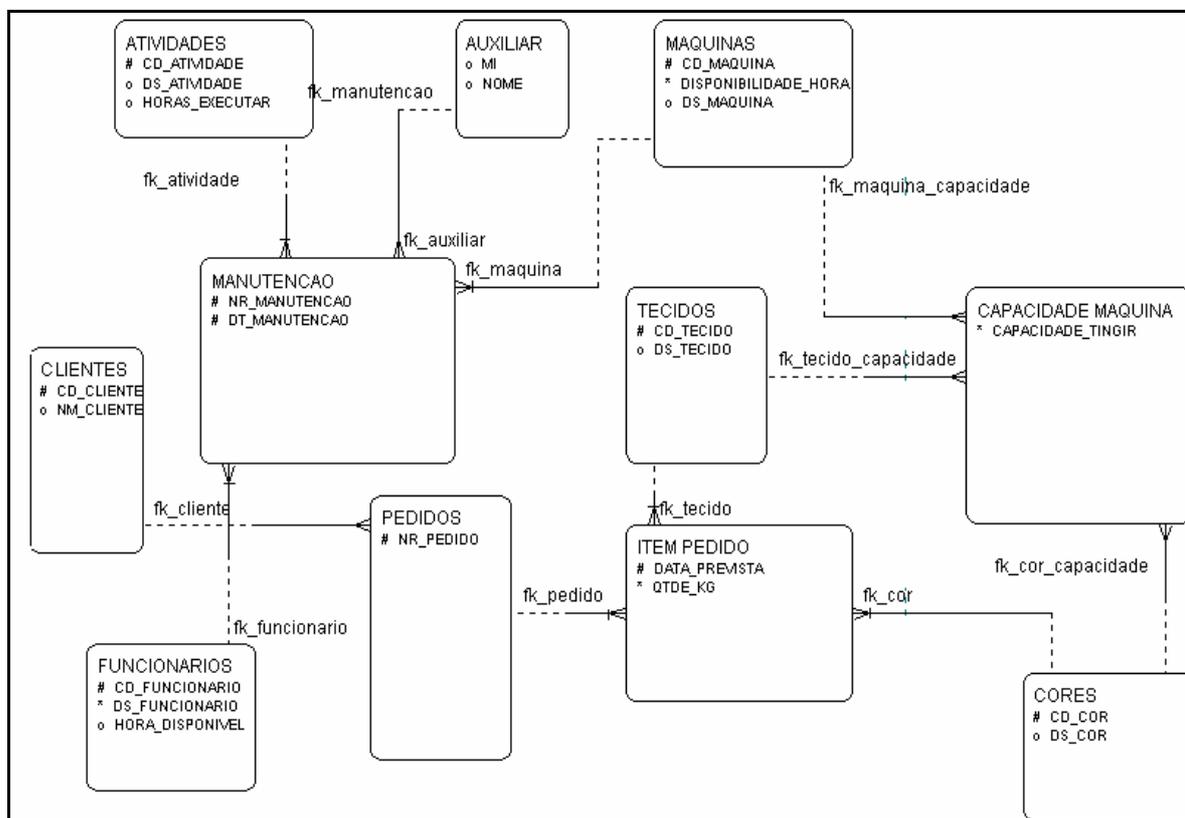
O diagrama de fluxo de dados especificado para o protótipo, identifica o fluxo de informações a serem trabalhadas pelo sistema. Essas informações estão demonstradas na figura 9.

Figura 10 – DFD do protótipo



A figura 11 demonstra o modelo entidade-relacionamento do protótipo.

Figura 11 – MER do protótipo



A seguir, no dicionário de dados, serão descritas as tabelas envolvidas no desenvolvimento do protótipo bem como seus respectivos campos.

DICIONÁRIO DE DADOS

Tabela: Funcionarios

Name	Null?	Type
CD_FUNCIONARIO	NOT NULL	NUMBER
DS_FUNCIONARIO	NOT NULL	VARCHAR2(40)
HORA_DISPONIVEL		NUMBER

Tabela: Conjunto_fuzzy

Name	Null?	Type

DS_CONJUNTO	VARCHAR2(10)
VLR_A	NUMBER
VLR_B	NUMBER
VLR_C	NUMBER

Tabela: Atividades

Name	Null?	Type
-----	-----	----
CD_ATIVIDADE	NOT NULL	NUMBER
DS_ATIVIDADE		VARCHAR2(40)
HORAS_EXECUTAR		NUMBER

Tabela: Cores

Name	Null?	Type
-----	-----	----
CD_COR	NOT NULL	NUMBER
DS_COR		VARCHAR2(40)

Tabela: Tecidos

Name	Null?	Type
-----	-----	----
CD_TECIDO	NOT NULL	NUMBER
DS_TECIDO		VARCHAR2(40)

Tabela: Pedidos

Name	Null?	Type
-----	-----	----
CD_CLIENTE		NUMBER
NR_PEDIDO	NOT NULL	NUMBER

Tabela: Item_pedido

Name	Null?	Type
-----	-----	----
CD_COR	NOT NULL	NUMBER
CD_TECIDO	NOT NULL	NUMBER
DATA_PREVISTA	NOT NULL	DATE
NR_PEDIDO	NOT NULL	NUMBER
QTDE_KG	NOT NULL	NUMBER

Tabela: Manutencao

Name	Null?	Type
------	-------	------

```

-----
CD_ATIVIDADE          NOT NULL NUMBER
CD_FUNCIONARIO        NOT NULL NUMBER
CD_MAQUINA            NOT NULL NUMBER
NR_MANUTENCAO        NOT NULL NUMBER
DT_MANUTENCAO        NOT NULL DATE

```

Tabela: Auxiliar

```

Name                  Null?   Type
-----
MI                    NUMBER
NOME                  VARCHAR2(10)

```

Tabela: Maquinas

```

Name                  Null?   Type
-----
CD_MAQUINA           NOT NULL NUMBER
DISPONIBILIDADE_HORA NOT NULL NUMBER
DS_MAQUINA           VARCHAR2(40)

```

Tabela: Clientes

```

Name                  Null?   Type
-----
CD_CLIENTE           NOT NULL NUMBER
NM_CLIENTE           VARCHAR2(30)

```

Tabela: Capacidade_maquina

```

Name                  Null?   Type
-----
CAPACIDADE_TINGIR   NOT NULL NUMBER
CD_COR               NOT NULL NUMBER
CD_MAQUINA           NOT NULL NUMBER
CD_TECIDO            NOT NULL NUMBER

```

6.3 FASE 3 – ESTRUTURAÇÃO

Após a realização da fase 1 e 2, o gerente verifica se o SIG já pode ser implementado de acordo com as informações existentes, sendo elas do cadastro de máquinas, no qual é obtido o número de horas que uma máquina pode operar por dia, as

atividades a serem realizadas e seu respectivo número de horas para a mesma ser realizada.

No cadastro de funcionários, é obtido o número de horas que um determinado funcionário trabalha por dia, as capacidades das máquinas, o cadastro de cores, tecidos, pedidos e das manutenções a serem realizadas, devendo as mesmas possuírem objetividade.

O resultado dessa fase será com que, de acordo com o conhecimento do usuário, na área de manutenção de máquinas, possa compreender os conceitos de utilização do protótipo

6.4 FASE 4 - IMPLEMENTAÇÃO

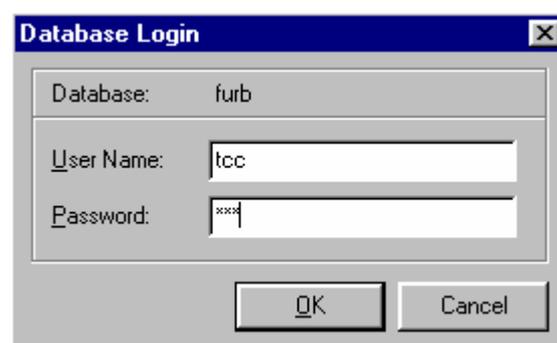
Após o término das fases 1, 2 e 3, foi iniciada a implementação do protótipo que corresponde a quarta fase da metodologia. Após a confirmação das informações até então obtidas na fase 3, estas informações irão garantir a qualidade da informação a ser fornecida.

6.5 APRESENTAÇÃO DAS TELAS

Neste item serão mostradas as telas do protótipo acompanhadas de um tutorial.

Sempre que o executivo iniciar o sistema, será solicitado o nome do usuário e sua respectiva senha, conforme figura 12 evitando dessa forma que pessoas não autorizadas possam ter acesso as informações do sistema.

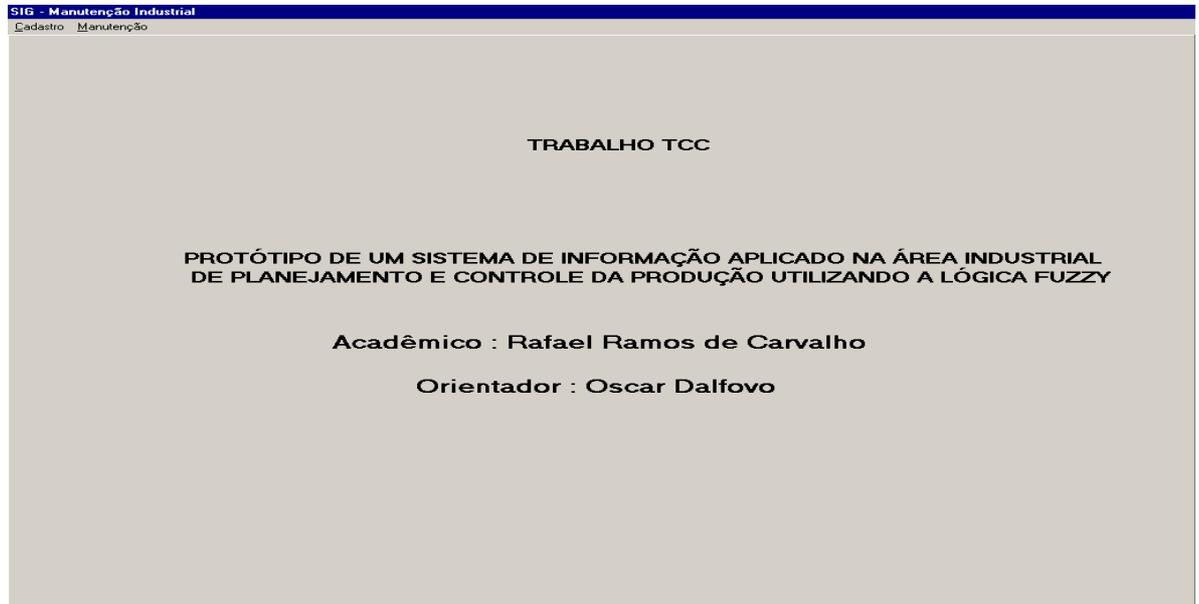
Figura 12- Tela de login do sistema



The image shows a standard Windows-style dialog box titled "Database Login". It has a blue title bar with a close button (X) on the right. The dialog contains three input fields: "Database:" with the text "furb", "User Name:" with the text "tcc", and "Password:" with the text "xxx". At the bottom of the dialog, there are two buttons: "OK" and "Cancel".

Após ser digitado o nome do usuário e sua senha será apresentado a tela principal do sistema, conforme figura 13 no qual o executivo poderá selecionar suas opções através do menu do sistema.

Figura 13- Tela Principal do protótipo



As opções disponíveis no menu de Cadastro do protótipo, conforme a figura 14 são:

- a) Cadastro
 - Funcionários
 - Máquinas
 - Atividades
 - Conjuntos Difusos
 - Cores
 - Capacidade Máquina
 - Tecidos
 - Clientes
 - Pedidos

Figura 14– Tela com as opções do menu de cadastro



Selecionando a opção de Manutenção aparecerá a opção Cadastrar Manutenção, conforme figura 15

Figura 15– Tela com a opção do menu de manutenção



Ao selecionar a opção funcionários, será apresentado ao gerente, os dados referente aos funcionários cadastrados, conforme figura 16

Figura 16– Cadastro de funcionários

Cadastro de Funcionários

Novo Primeiro Anterior Próximo Último Gravar Apagar Sair

Código Funcionário 4091

Nome PEDRO MARTINS

Horas Disponíveis 5

Na seqüência de cadastramento, é feito o cadastro de máquinas.

A figura 17 mostra os dados referente às máquinas cadastradas na empresa, como o código da máquina, o nome da máquina, e o número de horas que a máquina pode trabalhar.

Figura 17– Cadastro de máquinas

Cadastro de Máquinas

Novo Primeiro Anterior Próximo Último Gravar Apagar Sair

Código da Máquina 531003

Descrição da Máquina MAQUINA DE COSTURA LATERAL

Disponibilidade de Horas 10

Na seqüência de cadastramento, é feito o cadastramento das atividades.

A opção atividades irá mostrar ao gerente, os dados das atividades cadastradas, como código da atividade, a descrição da atividade e quanto tempo se leva para realizar a respectiva atividade, conforme figura 18

Figura 18– Cadastro de Atividades

Cadastro de Atividades

Novo Primeiro Anterior Próximo Último Gravar Apagar Sair

Código da Atividade 1

Descrição da Atividade INSPECAO GERAL DIARIA

Horas p/ Executar 10

Na seqüência de cadastramento, é feito o cadastro das cores.

Na opção de cadastramento das cores, o gerente irá definir quais são as cores em que a empresa trabalha, indicando seu respectivo código e a sua descrição, conforme figura 19

Figura 19– Cadastro de Cores

Cadastro de Cores

Novo Primeiro Anterior Próximo Último Gravar Apagar Sair

Cód. Cor 1

Descrição Azul

Na seqüência de cadastramento, é feito o cadastramento dos tecidos.

Nessa opção o gerente cadastra os tecidos que a empresa trabalha. Nesse cadastramento, o gerente irá informar qual o código desse tecido e seu respectivo nome, conforme figura 20

Figura 20 - Cadastro de Tecidos

A imagem mostra uma janela de software intitulada "Cadastro de Tecidos". No topo, há uma barra de menu com os seguintes itens: "Novo", "Primeiro", "Anterior", "Próximo", "Último", "Gravar", "Apagar" e "Sair". Abaixo da barra, há dois campos de entrada de texto. O primeiro campo, rotulado "Cód. Tecido", contém o valor "11". O segundo campo, rotulado "Descrição", contém o valor "Seda".

Na seqüência de cadastramento, é feito o cadastramento dos conjuntos difusos.

Na opção de conjuntos, conforme figura 21, o gerente irá definir os conjuntos difusos, ou seja, irá cadastrar conjuntos difusos com sua respectiva característica. Por exemplo, um conjunto de horas de manutenção difuso baixo é caracterizado como um conjunto de 0 (zero) horas à 50 horas para realizar.

Figura 21 – Cadastro dos conjuntos difusos

Cadastro de Conjunto

Apagar Gravar Sair

Descrição	Valor Inicial 'A'	Valor Inicial 'B'	Valor Inicial 'C'
BAIXO	-50	0	50
MEDIO	20	50	80
ALTO	50	100	200

Na seqüência de cadastramento é feito o cadastramento da capacidade das máquinas.

Na opção de capacidade das máquinas, conforme figura 22, será requisitado ao gerente identificar a capacidade de tingimento de uma respectiva máquina em relação a um determinado tipo de tecido e cor.

Figura 22 – Cadastro de capacidade de máquinas

Cadastro de Capacidade de Tingimento das Máquinas

Novo Primeiro Anterior Próximo Último Gravar Apagar Sair

Cód. Máquina

Tecido

Cor

Capacidade Tingimento (Kg/h)

Na seqüência de cadastramento, é feito o cadastramento de clientes.

Quando o gerente selecionar a opção de clientes, será informado o nome dos clientes bem como seu respectivo código, conforme figura 23.

Figura 23 – Cadastro de Clientes

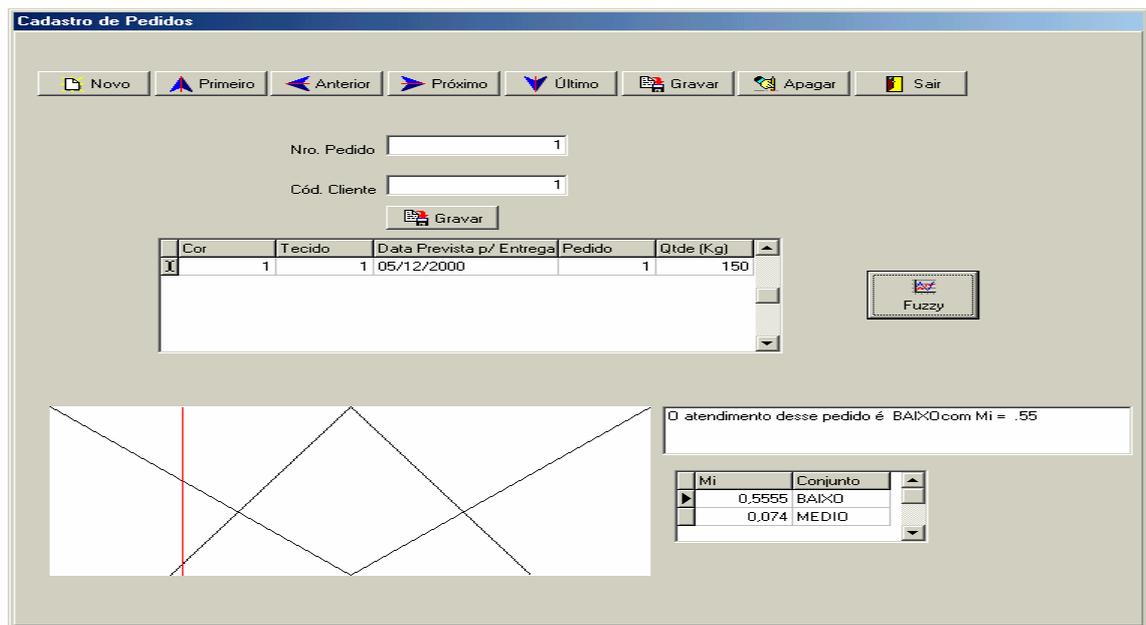
The screenshot shows a software window titled "Cadastro de Clientes". At the top, there is a menu bar with several buttons: "Novo" (New), "Primeiro" (First), "Anterior" (Previous), "Próximo" (Next), "Último" (Last), "Gravar" (Save), "Apagar" (Delete), and "Sair" (Exit). Below the menu bar, there are two input fields. The first is labeled "Código do Cliente" and contains the number "1". The second is labeled "Nome do Cliente" and contains the text "Primeiro Cliente".

Na seqüência de cadastramento, é feito o cadastramento de pedidos.

A opção pedidos irá trazer os dados dos pedidos cadastrados. Os dados apresentados serão o número do pedido, o código do cliente, juntamente com os respectivos itens desse pedido. Os itens do pedido são as cores a serem tingidas, o tipo do tecido, a data da entrega do tingimento, o número do pedido e a quantidade em quilos a ser tingidas. Clicando no botão “*Fuzzy*”, será graficado os conjuntos difusos cadastrados anteriormente. É pego os três valores de cada conjunto difuso sendo que esses valores são utilizados numa regra de três simples e que de acordo com o comprimento e a altura do componente da área reservada para o desenho, o triângulo de cada conjunto é graficado.

Após graficado os conjuntos, é efetuado a utilização da função triangular da lógica *fuzzy*, que recebe os quatro parâmetros dessa função, conforme capítulo 5.8.3, no qual é determinado o grau de pertinência de cada conjunto. Será traçado uma linha paralela, em vermelho, a qual informa em qual conjunto se encaixa melhor o pedido. Será montada uma resposta por extenso indicando qual conjunto pertence o pedido e também uma tabela informando a intersecção dos conjuntos na qual o pedido está localizado, conforme a figura 24.

Figura 24 – Cadastro de pedidos



Nro. Pedido: 1

Cód. Cliente: 1

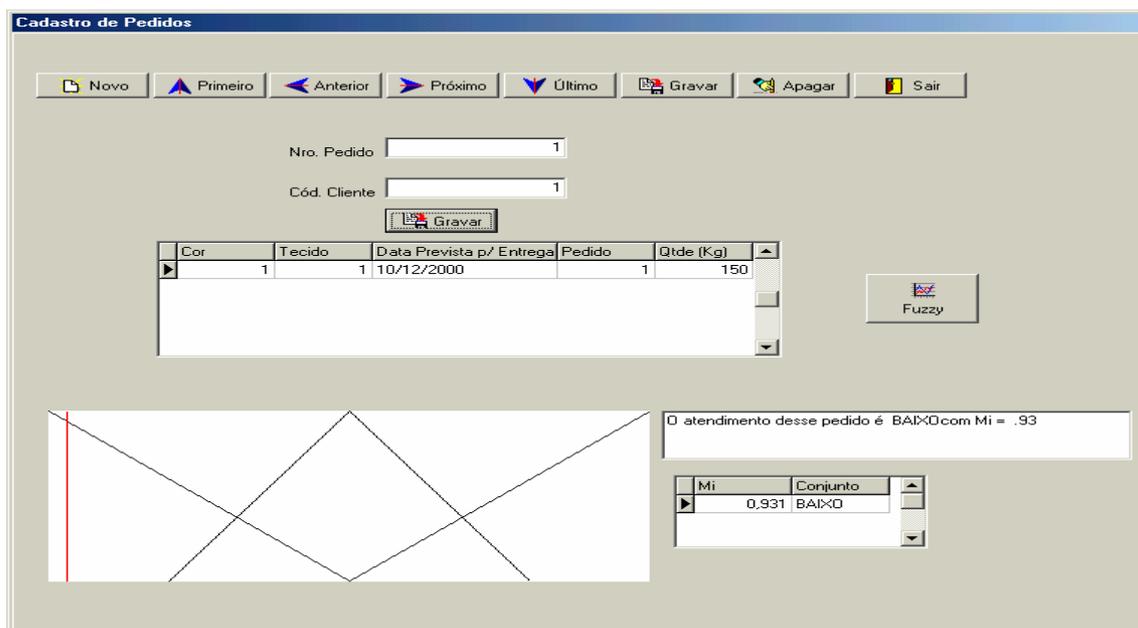
Cor	Tecido	Data Prevista p/ Entrega	Pedido	Qtde (Kg)
1	1	05/12/2000	1	150

O atendimento desse pedido é BAIXO com Mi = .55

Mi	Conjunto
0.5555	BAIXO
0.074	MEDIO

Mudando, por exemplo, a data de entrega e a quantidade a ser tingida, é necessário pressionar o botão “Fuzzy” para que seja refeito o processo, explicado no item anterior, fazendo com que a linha paralela em vermelho mude de posição, conforme a figura 25.

Figura 25 – Cadastro de pedidos com data de entrega e quilos a serem tingidos alterados



Nro. Pedido: 1

Cód. Cliente: 1

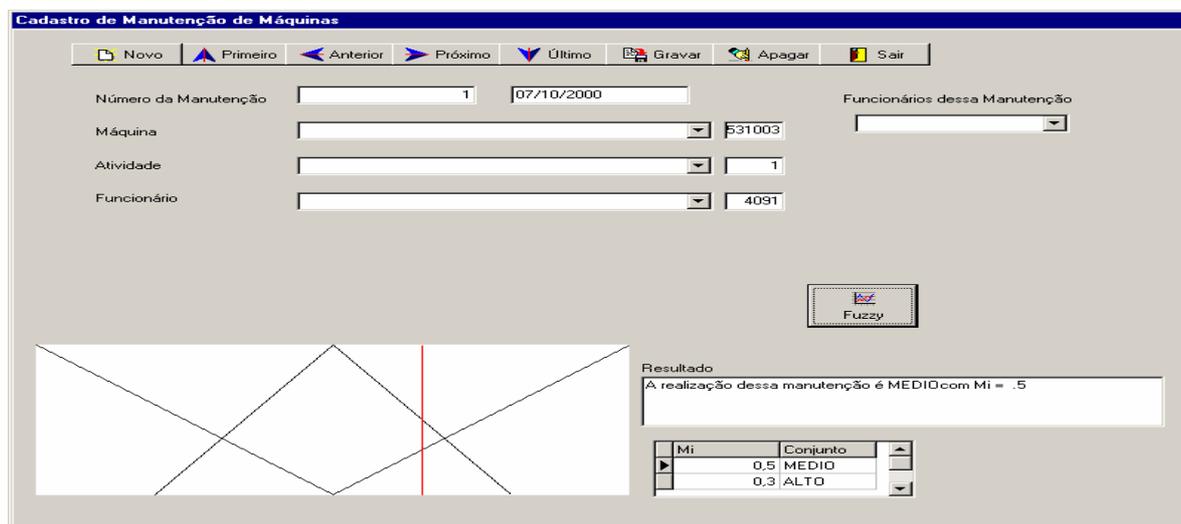
Cor	Tecido	Data Prevista p/ Entrega	Pedido	Qtde (Kg)
1	1	10/12/2000	1	150

O atendimento desse pedido é BAIXO com Mi = .93

Mi	Conjunto
0.931	BAIXO

Na opção cadastro de manutenção de máquinas, o gerente identifica em qual máquina vai ser realizada a manutenção, bem como a atividade a ser realizada e quais funcionários realizarão a manutenção. O gerente pode obter uma visão geral do grau de manutenção dessa ordem levando em conta todos os funcionários dessa ordem, deixando o item “Funcionários dessa manutenção” em branco. Clicando no botão “Fuzzy”, será graficado os conjuntos difusos cadastrados anteriormente pegando os três valores de cada conjunto difuso, sendo que esses valores são utilizados numa regra de três simples e que de acordo com o comprimento e a altura do componente da área reservada para o desenho, o triângulo de cada conjunto é graficado, no qual o executivo poderá obter as informações de cada conjunto passando o mouse sobre o desenho. Após isso, é utilizado a função triangular da lógica *fuzzy* que determinará o grau de pertinência de cada conjunto. Será traçado um linha paralela, em vermelho, ao desenho mostrando em qual conjunto pertence a ordem cadastrada, dependendo se identificou ou não um funcionário. Também será apresentado ao gerente uma resposta por extenso mostrando em qual conjunto pertence a ordem solicitada, bem como um quadro que mostrará a intersecção dos conjuntos e seus respectivos M_i , que identifica o grau de pertinência desse conjunto, conforme figura 26.

Figura 26 – Manutenção analisada com todos os funcionários



Na mesma tela do protótipo, ao identificar um funcionário e pressionar o botão “Fuzzy”, todo o processo de desenho e utilização da função triangular da lógica *fuzzy* é feito, notando-se que a linha paralela, em vermelho, mudou de localização. Leva-se em conta as horas das atividades relacionadas a manutenção e as horas de que o funcionário tem disponível, conforme figura 27.

Figura 27 – Manutenção passando um funcionário

Mi	Conjunto
0,4	BAIXO
0,3333	MEDIO

Baseado no retorno da informação desta tela, o qual foi aplicado na empresa Maximiza Consultoria e Sistemas, toma-se a seguinte decisão:

- cadastrado uma atividade, retorna quais funcionários podem realizar aquelas atividades;
- vendo o conjunto que pertence a respectiva manutenção, pode-se verificar se essa manutenção será possível ou não ser realizada.

A seguir é apresentado o fonte do protótipo responsável pelo desenho dos conjuntos bem como a linha paralela em vermelho indicando em qual grupo pertence a manutenção.

Fonte do programa responsável pelo desenhos do conjunto baixo. É passado como parâmetro da procedure, a descrição do conjunto baixo. Nessa procedure, os três valores do conjunto baixo são resgatados. Após ter esses valores, é realizado uma regra de três simples para desenhar o triângulo do conjunto baixo. Nessa regra, o número 400 representa o comprimento do componente *image* do Delphi. Para desenhar as retas, é utilizado o método *MoveTo .. LineTo* sendo que o valor 169 se refere a altura do componente *image*, conforme pode ser verificado abaixo.

```
//Conjunto Baixo
With DmTcc.SpResgataVlr Do
Begin
    ParamByName('Conjunto').AsString:='BAIXO';
    ExecProc;
    valor_A:=ParamByName('Va').AsInteger;
```

```

        valor_B:=ParamByName('Vb').AsInteger;
        valor_C:=ParamByName('Vc').AsInteger;

    End;
    // Os cálculos abaixo são necessários para desenhar os triângulos
    // conforme os dados do conjunto cadastrado
    Inicio:=round((valor_A * 400)/100);
    Meio :=round((valor_B * 400)/100);
    Fim :=round((valor_C * 400)/100);
    ImgConjFuzzy.Canvas.MoveTo(Inicio,169);
    ImgConjFuzzy.Canvas.LineTo(Meio,0);
    ImgConjFuzzy.Canvas.MoveTo(Meio,0);
    ImgConjFuzzy.Canvas.LineTo(Fim,169);

```

Fonte do programa responsável pelo desenho do conjunto médio. É passado como parâmetro da procedure, a descrição do conjunto médio. Nessa procedure, os três valores do conjunto médio são resgatados. Após ter esses valores, é realizado uma regra de três simples para desenhar o triângulo do conjunto médio. Nessa regra, o número 400 representa o comprimento do componente *image* do Delphi. Para desenhar as retas, é utilizado o método *MoveTo* .. *LineTo* sendo que o valor 169 se refere a altura do componente *image* , conforme pode ser verificado a seguir.

```

//Conjunto Médio
With DmTcc.SpResgataVlr Do
Begin
    ParamByName('Conjunto').AsString:='MEDIO';
    ExecProc;
    valor_A:=ParamByName('Va').AsInteger;
    valor_B:=ParamByName('Vb').AsInteger;
    valor_C:=ParamByName('Vc').AsInteger;

End;
// Os cálculos abaixo são necessários para desenhar os triângulos
// conforme os dados do conjunto cadastrado

Inicio:=round((valor_A * 400)/100);
Meio :=round((valor_B * 400)/100);
Fim :=round((valor_C * 400)/100);

ImgConjFuzzy.Canvas.MoveTo(Inicio,169);
ImgConjFuzzy.Canvas.LineTo(Meio,0);
ImgConjFuzzy.Canvas.MoveTo(Meio,0);
ImgConjFuzzy.Canvas.LineTo(Fim,169);

```

Fonte do programa responsável pelo desenho do conjunto alto. É passado como parâmetro da procedure, a descrição do conjunto alto. Nessa procedure, os três valores do conjunto alto são resgatados. Após ter esses valores, é realizada uma regra de três simples para desenhar o triângulo do conjunto alto. Nessa regra, o número 400 representa o comprimento do componente *image* do Delphi. Para desenhar as retas, é utilizado o método *MoveTo .. LineTo* sendo que o valor 169 se refere a altura do componente *image*, conforme pode ser verificado a seguir.

```
//Conjunto Alto
With DmTcc.SpResgataVlr Do
Begin
    ParamByName('Conjunto').AsString:='ALTO';
    ExecProc;
    valor_A:=ParamByName('Va').AsInteger;
    valor_B:=ParamByName('Vb').AsInteger;
    valor_C:=ParamByName('Vc').AsInteger;
End;
// Os cálculos abaixo são necessários para desenhar os triângulos
// conforme os dados do conjunto cadastrado
Inicio:=round((valor_A * 400)/100);
Meio :=round((valor_B * 400)/100);
Fim :=round((valor_C * 400)/100);
ImgConjFuzzy.Canvas.MoveTo(Inicio,169);
ImgConjFuzzy.Canvas.LineTo(Meio,0);
ImgConjFuzzy.Canvas.MoveTo(Meio,0);
ImgConjFuzzy.Canvas.LineTo(Fim,169);
```

Fonte do programa que gráfica uma reta no conjunto melhor adequado. É passado como parâmetros da procedure *fuzzy* o número da manutenção e o código do funcionário. É retornado dessa procedure, o grau de pertinência do conjunto, a descrição do conjunto e o retorno da equação de entrada dos conjuntos. Com o valor do dessa equação, é feita uma regra de três simples, o qual será desenhado uma reta paralela em vermelho.

```
// Graficar aonde se encontra o grau da ordem desejada
With DmTcc.SpFuzzy Do
Begin
    ParamByName('Numero').AsInteger:=StrToInt(dbNroManutencao.Text);
    If dbLkpFunManut.KeyValue = null Then
        ParamByName('Func').AsInteger:=0
```

Else

```

ParamByName('Func').AsInteger:=StrToInt(dbLkpFunManut.KeyValue);
    ExecProc;
    retEQ:=ParamByName('retorno').AsInteger;
    retMI:=ParamByName('mii').AsString;
    retConj:=ParamByName('conj').AsString;
End;
teste:=ROUND((retEQ*400)/100);
If teste > 400 Then
    teste:=398;
imgConjFuzzy.Canvas.pen.color := clRed;
ImgConjFuzzy.Canvas.MoveTo(teste,169);
ImgConjFuzzy.Canvas.LineTo(teste,0);
imgConjFuzzy.Canvas.pen.color := clBlack;

```

A seguir será mostrado o fonte responsável pela aplicação dos dados da manutenção na lógica fuzzy. Nessa procedure, é passado como parâmetros o número da manutenção e o código do funcionário. Caso não seja passado funcionário, a ordem de manutenção é analisada com todos os funcionários, caso contrário, é analisado as horas disponível do respectivo funcionário com o número de horas para realizar a atividade. A equação de entrada dos conjuntos serve para normalizar os dados envolvidos na manutenção com os valores dos conjuntos difusos.

Fórmula da equação de entrada dos conjuntos e a aplicação

```

/* Equação de entrada dos Conjuntos

EQ = Somatorio_hora_atividades * Somatorio_horas_funcionario
----- * 100
Somatorio_hora_atividades * Somatorio_hora_atividades
*/

-- Somatório das horas das atividades de cada ordem
SELECT sum(ativ.horas_executar) INTO soma_horas_atividade
FROM atividades ativ, manutencao ma
WHERE ativ.cd_atividade = ma.cd_atividade
AND ma.nr_manutencao = numero
AND ma.cd_funcionario LIKE DECODE(func,0,'% ',func);

```

```

FOR i IN horas_funcionario LOOP
    tot_horas_funcionario:=tot_horas_funcionario +
        (i.hr_funcionario/i.qtd_funcionario);
END LOOP;

numerador := soma_horas_atividade * tot_horas_funcionario;
denominador:= POWER(soma_horas_atividade,2);
resultado:= ROUND((numerador/denominador) * 100);

```

Equação triangular e a sua aplicação

```

/* Utilização da função triangular
-----
FÓRMULA := MAX(MIN( (x-a/b-a),(c-x/c-b) ),0)
onde:
    "x" é o valor de entrada, resultado da equação de entrada do
conjunto => resultado
    "a" é o valor inicial do conjunto
    "b" é o valor intermediário do conjunto
    "c" é o valor final do conjunto

    Com isso, será pego os valores de cada conjunto e será aplicado
    na fórmula acima
*/

-- Realização dos cálculos dos conjuntos
FOR i IN conjuntos LOOP
    primeiro:=(resultado - i.vlr_a) / (i.vlr_b - i.vlr_a);
    segundo :=(i.vlr_c - resultado) / (i.vlr_c - i.vlr_b);
    IF primeiro < segundo THEN
        minimo:=primeiro;
    ELSE
        minimo:=segundo;
    END IF;
    IF minimo > 0 THEN
        maximo:=minimo;
    ELSE
        maximo:=0;
    END IF;

```

7 CONCLUSÃO

Ao término deste trabalho, concluiu-se que os Sistemas de Informações Gerenciais são importantes para uma determinada empresa que contempla uma otimização de distribuição de tarefas.

Tendo o SIG bem estruturado, pode-se prover as informações o qual o executivo ou o encarregado do PCP precisa. Uma vez tendo essa informação, com a ajuda da lógica *fuzzy*, a qualidade do resultado da informação é melhorada. Isso faz com que a lógica *fuzzy* juntamente com o SIG se torne um bom instrumento na pesquisa de informações.

Mesmo trabalhando na área de manutenção industrial, esse trabalho identificou conceitos e metodologias de uso que pode ser empregado em um sistema já existente, podendo o mesmo ter o desempenho melhorado e que adotando-se uma ferramenta CASE para a especificação, juntamente com um banco de dados para guardar as informações do sistema, é de grande utilidade para uma empresa na documentação e rapidez de desenvolvimento do sistema.

A lógica *fuzzy* mostrou ser uma boa ferramenta de ajuda ao gerente na tomada da decisão, tornando-se uma ferramenta muito útil em um sistema de informação gerencial no qual identifica claramente a resposta a ser tomada pelo gerente com relação a tomada de decisão para uma possível manutenção.

Com relação ao objetivo geral deste trabalho que foi desenvolver um protótipo de um SIG para as empresas que realizam manutenções industriais, mais especificamente na área de planejamento e controle da produção, com o objetivo de ajudar os gerentes na tomada de decisões, os objetivos foram alcançados.

7.1 LIMITAÇÕES

Durante a elaboração deste trabalho encontrou-se dificuldades na análise dos conjuntos difusos, o qual é preciso ser bem definido para que não haja divergência dos resultados a serem obtidos bem como a elaboração das equações de entradas dos conjuntos difusos.

É necessário haver uma normalização dos dados envolvidos na manutenção com os itens cadastrados nos conjuntos difusos e a limitação da função triangular no que diz respeito ao range de abrangência dos conjuntos, no qual na função triangular, o grau de

pertinência será maior somente quando o resultado da função for 1, ou seja, quando a reta passar pela ápice do triângulo.

7.2 SUGESTÕES

Buscando dar continuidade ao protótipo, sugere-se:

- a) utilização da função trapezoidal e gaussiana, aumentando o nível de detalhamento da resposta ao usuário;
- b) integrá-lo a outros sistemas de manutenção industrial para um melhor aproveitamento da base de dados do outro sistema.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- [ABB1997] ABBEY, Michael. **Oracle : guia do usuário**. São Paulo : Makron, 1997.
- [ALL1991] ALLEN, C. Paul. **Effective structured techniques from strategy to CASE**. Hertfordshire : Prentice Hall, 1991.
- [ALT1991] ALTER, Steven. **Information systems : a management perspective**. New York : Addison-Wesley, 1991.
- [AMM1979] AMMER, Dean S. **Administração de materiais**. Rio de Janeiro : LTC – Livros técnicos e científicos, 1979.
- [BEZ1992] BEZDEK, James C.; PAL, Sankar K. **Fuzzy models for pattern recognition**. New York : IEEE Press, 1992.
- [BIO1985] BIO, Sérgio Rodrigues. **Sistemas de informação. Um enfoque gerencial**. São Paulo : Atlas, 1985.
- [CAU1982] CAUTELA, Alciney Lourenço. **Sistemas de informação. Um enfoque atual**. Rio de Janeiro : LTC - Livros Técnicos e Científicos, 1982.
- [CHI1992] CHIKOFFSKY, Elliot. **Computer-aided software engineering (CASE)**. 2ª Ed. Califórnia : IEEE Press, 1992.
- [COX1995] COX, Thomas B. **Oracle workgroup server handbook**. Califórnia : McGraw-Hill, 1995.
- [CUN1980] CUNHA, José Carlos de Almeida. **Materiais - A necessidade, a aquisição, o estoque**. Belo Horizonte : União de Negócios e Administração, 1980.
- [DAL2000] DALFOVO, Oscar.; AMORIN, Sammy Newton **Quem tem informação é mais competitivo**. Blumenau : Acadêmica, 2000.
- [DEG1993] DEGRACE, Peter; STAHL, Leslie Hulet. **Case and the state os software engineering practice**. New Jersey : Prentice Hall, 1993.
- [DEM1989] DEMARCO, Tom. **Análise estruturada e especificação de sistemas**. Rio de Janeiro : Campus, 1989.

- [DIA1985] DIAS, Marco Aurélio Pereira. **Administração de materiais: Uma abordagem logística**. 2ª Ed. São Paulo : Atlas, 1985.
- [FIS1990] FISHER, Alan S. **CASE : utilização de ferramentas para desenvolvimento de software**. Rio de Janeiro : Campus, 1990.
- [GAN1984] GANE, Chris; SARSON, Trish. **Análise estruturada de sistemas**. Rio de Janeiro : LTC – Livros Técnicos e Científicos, 1984.
- [GAN1990] GANE, Chris. **CASE : o relatório Gane**. Rio de Janeiro : LTC – Livros Técnicos e científicos, 1990.
- [GOM1994] GOMIDE, Fernando Antonio Campos; GUDWIN, Ricardo Ribeiro. Revista da sociedade brasileira de automática. **Modelagem, controle, sistemas e lógica fuzzy**. Campinas, v. 4, n. 2, p. 97-115, set./out. 1994.
- [JAN1995] JANG, Jyh-Shing Roger; SUN, Chuen-Tsai. Neuro-fuzzy modeling and control. **Proceedings of the IEEE**, Los Angeles, v. 83,n. 3, p. 1-29, mar/1995.
- [JOA1993] JOÃO, Belmiro do Nascimento. **Metodologias de desenvolvimento de sistemas**. São Paulo : Érica, 1993.
- [KLI1995] KLIR, George; YUAN, Bo. **Fuzzy sets and logic fuzzy:theory and applications**. Los Angeles : Prentice Hall, 1995.
- [KRU1992] KRUSE, Rudolf; KLAWONN, Frank; NAUCK, Detlef. **Fuzzy sets, fuzzy controllers and neural networks**. Braunschweig, 1992. Artigo (Departamento de ciências da computação) Universidade Técnica de Braunschweig.
- [LAU1994] LAUDON, Kenneth C.; LAUDON, Jane P. **Management information systems**. 3ª Ed. New York : Macmillian College Publishing, 1994.
- [LAU1997] LAUDON, Kenneth C.; LAUDON, Jane P. **Sistemas de informação**. 4ª Ed. Rio de Janeiro : LTC – Livros Técnicos e Científicos, 1997.
- [LIN1978] LINK, Hans. **Planejamento e controle da produção**. São Paulo : Blücher, 1978.

- [MAN1995] SEAMAN, John W. A probabilistic and statistical view of fuzzy methods. **Technometrics**, South Florida, v. 37, n. 3, p. 249-261, ago/1995.
- [MAR1991] MARTIN, James; MCCLURE, Carma. **Técnicas estruturadas e case**. São Paulo : Makron, 1991.
- [MAR1996] MARTIN, James; DELL, James J. **Análise e Projeto Orientado a Objetos**. São Paulo : Makron Books, 1996.
- [MAT1997] MATCHO, Jonathan. **Usando Delphi 2**. Rio de Janeiro: Campus, 1997.
- [MCN1994] MCNEILL, F. Martin. **Fuzzy logic: a practical approach**. Orlando : Ap professional, 1994.
- [MEL1985] MELO, Ivo Soares. **Sistemas de Informação**. São Paulo : Tribuna da Justiça, 1985.
- [MEN1995] MENDEL, Jerry M. Fuzzy logic systems for engineering: a tutorial. **Proceedings of the IEEE**, Los Angeles, v. 83, n. 3, p. 345-377, mar/1995.
- [MOR1995] MORAIS, Reinaldo de Oliveira. **Oracle 7 server – conceitos básicos**. São Paulo : Érica, 1995.
- [MUR1971] MURDICK, Robert G. ; ROSS, Joel E. **Information system for modern management**. New Jersey : Prentice-Hall, 1971
- [OLI1992] OLIVEIRA, Djalma de Pinho Rebouças de. **Sistemas de informações gerenciais : estratégias, táticas operacionais**. 4^a Ed. São Paulo : Atlas, 1997.
- [PIN1998] PINTO, Alan Kardec. **Manutenção: função estratégica**. Rio de Janeiro : Qualitymark, 1998.
- [RIG1970] RIGGS, James L. **Production systems - planning, analysis and control**. Los Angeles : Wiley, 1970.
- [RUS1995] RUSSOMANO, Victor Henrique. **Planejamento e controle da produção**. 5^a Ed. São Paulo : Pioneira, 1995.
- [SEA1995] SEAMAN, John W.; LAVIOLETTE, Michael. A probabilistic and statical view of fuzzy methods. **Technometrics**, Los Angeles, v. 37, n.3, p. 249-292, ago/1995.

- [TAV1996] TAVARES, Lourival Augusto. **Excelência na manutenção – estratégias para otimização e gerenciamento.** Salvador : Casa da Qualidade, 1996.
- [THR1994] THRO, Ellen; MCNEILL, F. Martin. **Fuzzy logic : a practical approach.** Londres : AP Professional, 1994.
- [TUB1997] TUBINO, Dalvio Ferrari. **Manual de planejamento e controle da produção.** São Paulo : Atlas, 1997.
- [VIO1993] VIOT, Greg. AI Expert. **Fuzzy logic : Concepts to construct.** New York p 26-33, nov. 1993.
- [YOU1993] YOURDON, Inc. **Yourdon systems method.** New Jersey : Prentice Hall, 1993.
- [ZEM1984] ZEMANKOVA-LEECH, Maria; KANDEL, Abraham. **Fuzzy relational data bases – a key to expert systems.** Verlag, 1984.