UNIVERSIDADE FEDERAL DE PELOTAS
BACHARELADO EM CIÊNCIA DA COMPUTAÇÃO

SOLUÇÃO COMPUTACIONAL PARA UM SISTEMA DE AVALIAÇÃO DA QUALIDADE DOS SERVIÇOS EM INSTITUIÇÕES DE ENSINO SUPERIOR, BASEADO NOS PARÂMETROS DO PQSP

ANA PAULA LEMKE

Pelotas, 2005

ANA PAULA LEMKE

SOLUÇÃO COMPUTACIONAL PARA UM SISTEMA DE AVALIAÇÃO DA QUALIDADE DOS SERVIÇOS EM INSTITUIÇÕES DE ENSINO SUPERIOR, BASEADO NOS PARÂMETROS DO PQSP

Monografia apresentada ao Curso de Bacharelado em Ciência da Computação do Instituto de Física e Matemática da Universidade Federal de Pelotas, como requisito parcial à obtenção do título de Bacharel em Ciência da Computação.

Orientadora: Prof[a] Dra. Márcia Rosales Ribeiro Simch
Universidade Federal de Pelotas

Co-Orientadora: Prof[a] Msc. Flávia Braga de Azambuja
Universidade Federal de Pelotas

Pelotas, 2005

SOLUÇÃO COMPUTACIONAL PARA UM SISTEMA DE AVALIAÇÃO DA QUALIDADE DOS SERVIÇOS EM INSTITUIÇÕES DE ENSINO SUPERIOR, BASEADO NOS PARÂMETROS DO PQSP

Por

ANA PAULA LEMKE

Monografia defendida e aprovada em 28 de janeiro de 2005 pela banca examinadora constituída pelos seguintes integrantes:

BANCA EXAMINADORA:

_____
Profa Drª. Márcia Rosales Ribeiro Simch /Orientadora (UFPel)

_____
Profa. Msc. Flávia Braga de Azambuja (UFPel) / Co-Orientadora

_____
Prof. Dr. Ricardo Azambuja Silveira (UFPel)

_____
Prof Dr. German Ramon Canahualpa Suazo (UFPel)

AGRADECIMENTOS

A Deus, pela sabedoria, persistência e oportunidades que tem posto em minha vida.

À professora Márcia Rosales Ribeiro Simch, a qual assumiu a orientação deste trabalho, contribuindo para que a mesmo se tornasse concreto.

À professora e amiga Flávia Braga de Azambuja, pela sua inestimável co-orientação, estando sempre disponível e efetivamente comprometida com a qualidade deste trabalho.

Aos demais professores do curso, pela sabedoria e amizade transmitidas.

Aos amigos, pelo companheirismo e motivação, em especial aos amigos conquistados durante o curso, que fizeram parte do meu dia-a-dia durante esses últimos quatro anos.

À Cibele, que além de apartamento, dividiu comigo todas minhas frustrações e alegrias nesta trajetória, sempre me incentivando a ir em frente.

Ao meu irmão, Daniel, pelo carinho, dedicação, segurança e amor que sempre dedicou a mim.

E principalmente a meus pais, Heroldino e Elaine, por terem me ajudado a construir valores tão essenciais para a minha vida, como também por terem me proporcionado estar aqui hoje.

“Nosso único patrimônio que realmente faz diferença é o conhecimento.”

Peter Drucker

SUMÁRIO

LISTA DE FIGURAS **8**
LISTA DE TABELAS **10**
RESUMO **11**
ABSTRACT **12**
1 INTRODUÇÃO **13**
1.1 Motivação **13**
1.2 Objetivos **15**
1.3 Organização do trabalho **15**
II SISTEMAS DE QUALIDADE NO CONTEXTO DAS UNIVERSIDADES **17**
2.1 Introdução **17**
2.2 Histórico da Qualidade **18**
2.2.1 Conceitualização da qualidade e sua evolução 19
2.3 Sistema de Qualidade **21**
2.3.1 Definição 21
2.3.2 Implantação do Sistema 23
2.4 Qualidade em Serviços **25**
2.5 Qualidade na Educação **27**
2.5.1 Características das Instituições de Ensino 27
2.5.2 Públicos ou Clientes da Educação 28
2.5.3 Definição de Processo e Produto da Educação 29
2.6 Instituições de Ensino Superior **29**
2.6.1 Funções essenciais das Universidades 30
2.6.2 Universidades enquanto organização 30
2.7 Qualidade nas Universidades **32**
III DIRETRIZES PARA AUXÍLIO NA ANÁLISE DOS DADOS **35**
3.1 Conceitos básicos sobre conjuntos *Fuzzy* **36**
3.1.1 Fuzificação 39
3.1.2 Defuzificação 39
3.2 Operações com conjuntos *Fuzzy* **40**
3.2.1 Igualdade de Conjuntos *Fuzzy* 41
3.2.2 Complemento *Fuzzy* 41
3.2.3 Interseção *Fuzzy* 42
3.2.4 União *Fuzzy* 42
3.2.5 Potenciação *Fuzzy* 43
3.3 Operações Algébricas com Conjuntos *Fuzzy* **44**
3.4 Medidas de comparação entre conjuntos *Fuzzy* **45**
3.5 Sistema Fuzzy **45**
3.6 Aplicações em Qualidade de Serviços **47**
IV AVALIAÇÃO DA QUALIDADE DE SERVIÇOS NAS INSTITUIÇÕES DE ENSINO SUPERIOR **48**

4.1 Mensuração e métricas 48
4.1.1 Métricas 49
4.1.2 Programas de Mensuração 50
4.1.2.1 Análise por Ponto de Função 50
4.2 Processos de Avaliação de Qualidade de Serviços 51
4.3 Modelos de Avaliação de Qualidade de Serviços 52
4.3.1 PQSP – Programa de Qualidade no Serviço Público 52
4.3.2 PNQ – Prêmio Nacional de Qualidade 53
4.3.2.1 Critérios de Excelência do PNQ 54
4.3.2.3 Relação dos Critérios com o ciclo PDCA 56
4.3.3 SINAES – Sistema Nacional de Avaliação do Ensino Superior 58
V SOLUÇÃO COMPUTACIONAL PARA AVALIAÇÃO DA QUALIDADE DE SERVIÇOS NAS INSTITUIÇÕES DE ENSINO SUPERIOR 60
5.1 Viabilidade do Sistema 60
5.2 Análise dos Requisitos 61
5.2.1 Objetivo e Critérios para avaliação de Serviços 61
5.3 Especificação dos Requisitos 63
5.3.1 Itens de avaliação 63
5.3.2 Sistema de Pontuação com Conjuntos Clássicos 65
5.3.3 Sistema de Pontuação com Conjuntos *Fuzzy* 67
5.4 Projeto e execução da Avaliação 68
5.4.1 Coleta de Dados para Avaliação 68
5.4.2 Comparação do resultado obtido com o Modelo de Qualidade 69
5.5 Características do Sistema 70
5.5.1 Representação do Fluxo da Informação 70
5.5.2 Especificação do Controle 73
5.5.2 Especificação dos Processos 74
5.5.3 Descrição da interface com o sistema 79
5.5.3 Descrição da interface com o sistema 80
5.6 Análise dos Relatórios 82
VI CONCLUSÕES 89
6.1 Perspectivas futuras 90
7 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS 91

LISTA DE FIGURAS

CAPÍTULO II

Figura 2.1 – Hierarquia dos Conceitos de Qualidade 21
Figura 2.2 – Ciclo PDCA – Ciclo de Melhoria Contínua 24
Figura 2.3 – Os públicos que afetam uma Instituição de Ensino 27
Figura 2.4 – Processo na Educação 28

CAPÍTULO III

Figura 3.1 – Tipos de Função de Pertinência 37
Figura 3.2 – Intersecção de Conjuntos *Fuzzy* A e B 41
Figura 3.3 – União de Conjuntos *Fuzzy* A e B 42
Figura 3.4 – Potencialização de Conjuntos Fuzzy 42
Figura 3.5 – Sistema *Fuzzy* 44
Figura 3.6 – Estrutura Geral do Sistema de Inferência Fuzzy 46

CAPÍTULO IV

Figura 4.1 – Representação do Modelo de Excelência 55
Figura 4.2 – Bloco que representa o Planejamento 56
Figura 4.3 – Bloco que representa o Desenvolvimento 56
Figura 4.4 – Bloco que representa o Controle 57
Figura 4.5 – Bloco que representa a Ação Corretiva 57

CAPÍTULO V

Figura 5.1 – Número *Fuzzy* Trapezoidal e Equação do Número *Fuzzy* trapezoidal 67
Figura 5.2 – Funções de Pertinência 68
Figura 5.3 – Interface com o Resultado da Avaliação 69
Figura 5.4 – DFD de nível 0 para o Sistema de Avaliação 71
Figura 5.5 – DFD de nível 1 para o Sistema de Avaliação 71
Figura 5.6 – DFD de nível 2 que refina o Processo Verificar Condições 72
Figura 5.7 – DFD de nível 2 que refina o Processo Avaliar / Pontuar Item 72
Figura 5.8 – Diagrama Simplificado de Mudanças de Estado para o Sistema de Avaliação 73
Figura 5.9 – Especificação do Processo Interagir com o Usuário 75
Figura 5.10 – Especificação do processo Construir Arquivo 75
Figura 5.11 – Especificação do Processo Processar Senha 76
Figura 5.12 – Especificação do Processo Construir Arquivo p/ Relatório 76
Figura 5.13 – Especificação do Processo Abrir Arquivo 77
Figura 5.14 – Especificação do Processo Produzir Mensagem Inválida 77
Figura 5.15 – Especificação do Processo Exibir Mensagens e Status 77
Figura 5.16 – Especificação do Processo Verificar Item Selecionado 78

Figura 5.17 – Especificação do Processo Criar Posição no Vetor do Critério 78
Figura 5.18 – Especificação do Processo Atualizar Interface 78
Figura 5.19 – Especificação do Processo Verificar Itens 79
Figura 5.20 – Especificação do Processo Atualizar Dados do Sistema 79
Figura 5.21 – Tela inicial do Sistema com o item Sistemas de Liderança "marcado" 80
Figura 5.22 – Pontuação para o Critério Liderança 81
Figura 5.23 – Item Avaliado Selecionado 81
Figura 5.24 – Item não avaliado selecionado 82
Figura 5.25 – Diagrama simplificado do Analisador de Dados 83
Figura 5.26 – Análise das Funções de Pertinência 84
Figura 5.27 – Especificação do processo de inferência e defuzificação 86
Figura 5.28 – Demonstração de um Sistema *Fuzzy* para Análise dos dados 86
Figura 5.29 – Demonstração de um Sistema *Fuzzy* para Análise de Dados com duas entradas. 87

LISTA DE TABELAS

CAPÍTULO II

Tabela 2.1 – Elementos de um Sistema de Qualidade 23
Tabela 2.2 – Ciclo de Melhoria Contínua – PDCA 24

CAPÍTULO V

Tabela 5.1: Critérios e Itens de Avaliação e pontuações máximas 64
Tabela 5.2: Faixas de Pontuação Global 66
Tabela 5.3: Números fuzzy trapezoidais para a avaliação da Qualidade de Serviços 67

RESUMO

A qualidade de serviços tem tido uma importância crescente como fator crucial de competitividade das organizações. A avaliação da qualidade de serviços é imprescindível na obtenção e garantia da qualidade tanto no processo de execução quanto no resultado final do serviço prestado. É o principal meio de se saber como planejar, executar e alcançar a melhoria. Neste trabalho, um Sistema de Avaliação de Qualidade de Serviços é modelado de acordo com os conceitos propostos pelo PQSP (Programa de Qualidade no Serviço Público), que fornecerá as orientações e parâmetros para avaliar a qualidade da gestão; com os critérios do PNQ (Prêmio Nacional de Qualidade) e sua relação com o ciclo PDCA (*Plan, Do, Control e Action*); e com o SINAES (Sistema Nacional de Avaliação do Ensino Superior), que é o novo instrumento de avaliação superior proposto pelo MEC/Inep, do Governo Federal. Para análise dos dados resultantes da avaliação, sugere-se a utilização de lógica *fuzzy*, pelo fato desta proporcionar a obtenção de resultados mais precisos sobre o grau de qualidade dos atributos subjetivos julgados pelos especialistas.

Palavras Chave: Qualidade de Serviços. Avaliação da Qualidade de Serviços. Lógica *Fuzzy*. Engenharia do Software. PQSP. SINAES.

ABSTRACT

The service quality has had an increasing importance as a crucial factor to keep the competitive level of the organizations. The evaluation is an indispensable activity in the quality obtainment and guarantee, both in a execution process and in a service result. It is the main way to know how to plan, to execute and to achieve quality improvement. In this work, a System of Evaluation of Service Quality is modeled in agreement with the concepts proposed by Program of Quality in the Public Service, which will supply the orientations and parameters to evaluate the management of quality; with the criteria of National Quality Premium and your relationship with the cycle PDCA (Plan, Do, Control and Action); and with the National System of Evaluation of the Higher education, that is the new instrument of Higher education evaluation proposed by MEC/Inep, of the Federal Government. For analysis of the data resultants of the evaluation, the use of theory fuzzy is proposed, for the fact of providing the obtaining of more necessary results on the degree of quality of subjective attributes judged by the specialists.

Keywords: Service Quality. Evaluation of Service Quality. Fuzzy Logic. Software Engineering. PQSP. SINAES.

1 INTRODUÇÃO

1.1 Motivação

Vivemos, atualmente, um momento de grandes e contínuas transformações, onde a mudança é uma característica constante. As universidades, hoje mais do que nunca, vêem-se induzidas a acompanhar estas mudanças. Em Moreira (2005) tem-se que “a busca da excelência numa Universidade pública deverá ser um desafio permanente e, por que não dizer, um pressuposto da sua própria existência”. O setor de serviços, especialmente o segmento da educação, vem recebendo atenção em virtude destas transformações, sendo motivo de preocupação de governos, professores, pesquisadores, alunos, servidores e lideranças comunitárias.

No Brasil, não é exagero afirmar que, apesar das pressões, o ambiente educacional convencional é conservador e enfrenta dificuldades para responder às exigências do desenvolvimento socioeconômico do mundo globalizado. Segundo Ramos (1995), ainda hoje a grande maioria das Universidades pratica modelos de gestão autocráticos, copiados dos antigos sistemas de administração industrial, inspirados nos moldes militares, com ênfase na rigidez hierárquica, com divisão de funções centrada na ordem e obediência.

A nova Lei de Diretrizes e Bases da Educação Brasileira (LDB), aprovada em 1996, alterou este panorama, ao consagrar o princípio da avaliação, adotando-o como indispensável à tomada de decisões e às ações de melhoria da qualidade do ensino e das instituições. A lei introduziu uma alteração importante, ao dispor que o credenciamento das instituições, bem como o reconhecimento de seus cursos, passam a ter prazos de validade limitados, sujeitos à renovação. Isto implica uma periodicidade da avaliação, tanto dos cursos como da própria Universidade (MOREIRA, 2005).

A Universidade está sendo levada a pôr de lado técnicas conservadoras, para se espelhar em novos modelos de gestão empresarial que contemplam a competitividade, a qualidade e os requisitos dos clientes, como elementos influentes nos processos decisórios.

Em referência a este contexto, o presente trabalho trata o processo de desenvolvimento de um Sistema Computacional baseado nos critérios do PQSP e SINAES para a avaliação da qualidade dos serviços em Instituições de ensino superior, utilizando-se de uma metodologia qualitativa com uma abordagem descritiva/comparativa, pois a pesquisa qualitativa permite analisar aspectos implícitos ao desenvolvimento das práticas organizacionais e a abordagem descritiva é prática quando o que se pretende buscar é o conhecimento de determinadas informações.

As Universidades, tão distintas pelo seu tipo de atividade, forma de controle e funções sociais, apresentam serviços específicos, que devem ser avaliados como tal. Uma avaliação de qualidade de serviços abrange diversas atividades, verificações, análises e uso de técnicas, para se concluir se certos atributos (ou critérios) necessários a um serviço são atendidos ou não.

Sendo a qualidade de serviços um aspecto de representação imprecisa, composto, em sua maioria, por conceitos subjetivos e de avaliação não trivial, sugerir-se-á a utilização da teoria *Fuzzy* como diretriz para auxiliar na análise dos dados.

Segundo (FABRI, 2000) a lógica *Fuzzy* e os conjuntos provêm a base para geração de técnicas poderosas para a solução de problemas, com uma vasta aplicabilidade, especialmente, nas áreas de controle e tomada de decisão. A força da Lógica *Fuzzy* deriva da sua habilidade em inferir conclusões e gerar respostas baseadas em informações vagas, ambíguas e qualitativamente incompletas e imprecisas. Neste aspecto, os sistemas de base *Fuzzy* têm habilidade de raciocinar de forma semelhante à dos humanos. Seu comportamento é representado de maneira muito simples e natural, levando à construção de sistemas compreensíveis e de fácil

manutenção. A Lógica *Fuzzy* é baseada na teoria dos Conjuntos *Fuzzy*, esta é uma generalização da teoria dos Conjuntos Tradicionais para resolver os paradoxos gerados à partir da classificação “verdadeiro ou falso” da Lógica Clássica.

A maior motivação para a realização deste trabalho, além de aplicar conhecimentos adquiridos em várias disciplinas do curso, é automatizar um serviço público tão importante para a manutenção e conceituação das Instituições de Ensino Superior. Também, a garantia de uma avaliação precisa, onde conceitos vagos e ambíguos serão tratados como tais, já caracteriza uma grande motivação.

1.2 Objetivos

O objetivo principal deste trabalho está centrado na modelagem de um sistema computacional para a avaliação da qualidade dos serviços em Instituições de ensino superior fundamentado pelos programas PQSP e SINAES e enquadrado em uma metodologia qualitativa com abordagem descritiva/comparativa. Também, é objetivo do trabalho propor a análise dos resultados – entenda-se resultados como a soma total da pontuação de cada um dos 26 itens avaliados, ou seja, a pontuação total – sob o amparo da lógica *Fuzzy*, de forma a classificar a qualidade do serviço prestado em um dos seguintes conceitos: E1, E2, E3, E4, E5, D6, C7, B8 e A9. A lógica *Fuzzy* foi escolhida, devido a sua habilidade em inferir conclusões e gerar respostas baseadas em informações vagas, ambíguas e qualitativamente incompletas e imprecisas.

1.3 Organização do trabalho

Este trabalho está organizado da seguinte forma:

No Capítulo 2, **Sistemas de Qualidade no contexto das Universidades**, é apresentada uma visão geral sobre Sistemas de Qualidade, com enfoque na avaliação de Serviços em Instituições de Ensino.

No capítulo 3, **Diretrizes para Auxílio na Análise de Dados**, discorre-se sobre os principais conceitos e fundamentos da teoria *fuzzy*, que embasam o modelo de análise sugerido.

No capítulo 4, **Avaliação da Qualidade de Serviços nas Instituições de Ensino Superior**, são abordadas questões como modelo de qualidade, métricas, processos de mensuração e modelos de avaliação.

No capítulo 5, **Solução Computacional para Avaliação da Qualidade de Serviços nas Instituições de Ensino Superior**, descreve-se o funcionamento do Sistema proposto e as etapas de um processo de avaliação.

Finalmente, no Capítulo 6, **Conclusão**, encontram-se as principais conclusões do trabalho e perspectivas futuras.

II SISTEMAS DE QUALIDADE NO CONTEXTO DAS UNIVERSIDADES

2.1 Introdução

Com a velocidade das transformações que estão ocorrendo na tecnologia, informação, conhecimento e fontes de recursos, é cobrada uma maior agilidade às universidades. Destaca-se, entre elas, a crescente exigência da qualidade nos serviços, por meio de melhorias contínuas e perseverança de propósitos (MOREIRA, 2005).

Segundo Moreira (2005), a gestão da qualidade na educação é uma nova estratégia de gerir no mundo pós-industrial, que auxilia as universidades a melhorarem a qualidade dos seus processos, através de um conjunto de princípios, ferramentas e procedimentos que fornecem diretrizes para administrar a instituição e as suas atividades.

As universidades atuavam, a alguns anos, de forma passiva nas questões educacionais, principalmente nas relações com o mercado. Porém, atualmente, elas são forçadas a tornarem-se pró-ativas nas suas ações estratégicas, principalmente na identificação e satisfação das expectativas e necessidades de um mercado cada vez mais seletivo e exigente (MOREIRA, 2005).

Neste capítulo, procura-se esclarecer conceitos e definições de Sistema da Qualidade, englobando um campo muito vasto, que se tenta delimitar, para que seja possível coletar informações para a análise de requisitos do sistema. É importante salientar que, na etapa inicial da análise de requisitos, “o principal foco do analista é *quais* dados o sistema produz e consome, *quais* funções o sistema deve executar, *quais* interfaces são definidas e *quais* restrições se aplicam” (PRESSMAN, 2000). Inicialmente, serão apresentados os aspectos globais de alguns conceitos importantes da qualidade e em seguida, abordar-se-á o papel da qualidade no contexto das universidades, em termos de qualidade de serviço.

2.2 Histórico da Qualidade

A qualidade, enquanto conceito, é conhecida há séculos; como função de gestão formal, é recente. O controle da qualidade, como é conhecido hoje, surgiu no século XIX, com o advento da produção em massa e a necessidade de peças intercambiáveis e de criação de um sistema racional de medidas, gabaritos e acessórios, principal conquista do ponto de vista do controle (GUERRA, 2002).

Com a publicação, em 1922, da obra de G.S. Radford, *The Control of Quality Manufacturing*, as atividades de inspeção foram mais formalmente relacionadas com o controle de qualidade. Para Garvin (1992), a Inspeção formal tornou-se o modo de controle e garantia da uniformidade e da qualidade, pois “pela primeira vez, a qualidade foi vista como responsabilidade administrativa distinta e como função independente”. Porém, o controle da qualidade continuava restrito à Inspeção (MOREIRA, 2005).

A redefinição da forma de atuação do controle da qualidade ocorreria em 1931, com a publicação da obra de Shewart, *Economic Control of Manufactured Product*, que confere ao controle da qualidade um caráter científico. Shewart reconhece a variabilidade de matérias-primas e habilidade de operadores e de equipamentos como fato concreto na indústria e que seria entendido através dos princípios da probabilidade estatística (GARVIN, 1992). Mas somente a partir de Outubro de 1945, com a criação da *American Society for Quality Control* (ASQC) é que o controle da qualidade passou a fundamentar-se em métodos basicamente estatísticos (GUERRA, 2002).

Em 1956, Feigenbaum propõe o “Controle da Qualidade Total” nos seguintes termos: o controle precisa ser iniciado no projeto do produto e encerrado somente quando o produto chegar às mãos de um cliente que fique satisfeito. Esta nova abordagem só foi divulgada para o mundo a partir da década de 80, dando ênfase aos seguintes aspectos:

a) menos divisão do trabalho;
b) maior diferenciação das atividades;
c) maior conhecimento global dos objetivos da empresa e;

d) mais educação.

Os profissionais da qualidade, nesta fase moderna, são bem distintos dos seus antepassados. Não são mais inspetores, são gestores e não são mais controladores, são planejadores (MOREIRA, 2005).

De acordo com Garvin (1992), as mudanças ocorridas no conceito de qualidade nos Estados Unidos, podem ser organizadas em quatro “eras da qualidade”:

1. a inspeção da qualidade;
2. o controle estatístico da qualidade;
3. a garantia da qualidade e;
4. a gestão estratégica da qualidade.

Na década de 90 surge uma nova visão, onde a similaridade dos produtos faz com que o cliente valorize, sobremaneira, o serviço e o atendimento oferecidos. Assim, somente agregando a qualidade do produto com a excelência no serviço é que as empresas conseguirão sobreviver nas próximas décadas. Seguindo a trilha através da qual o conceito de qualidade caminhou, desde a sua origem até hoje, pode-se chegar a um conceito de “qualidade global”, cuja preocupação se encontra centrada no serviço (MOREIRA, 2005).

2.2.1 Conceitualização da qualidade e sua evolução

Qualidade é definida por Sacconi (2003) da seguinte forma: propriedade, atributo ou condição das coisas ou das pessoas capaz de distingui-las das outras e determinar a sua natureza. A conceitualização atual de qualidade é bastante genérica, todos parecem conhecê-la, tal como a forma popular de afirmar que qualquer defeito é originário da falta de qualidade.

Segundo Moreira (2005), o uso incorreto do conceito pode induzir as organizações a cometerem equívocos, inclusive adotar processos de gestão que

dificultam o desenvolvimento da qualidade. Buscou-se em Paladini (2000) um conceito para a qualidade, que envolve um componente espacial e um componente temporal do próprio conceito, que consta a seguir:

a) a qualidade envolve muitos aspectos simultaneamente, ou seja, uma multiplicidade de itens. Este seria o componente espacial do conceito;
b) a qualidade sofre alterações conceituais ao longo do tempo, isto é, trata-se de um processo evolutivo. Este seria o componente temporal do conceito.

Joseph Juran destacou-se ao lado de Deming como o consultor que ajudou o Japão a alcançar a supremacia da qualidade. Sua abordagem caracterizou-se por possuir um forte ingrediente de gestão e focalizar o planejamento, o fluxo organizacional, a responsabilidade da gestão para a qualidade e a necessidade de estabelecer metas e objetivos para a melhoria (MOREIRA, 2005).

Armand V. Feigenbaum ficou conhecido como o pai do TQC (*Total Quality Control*), em português Controle da Qualidade Total, sob o aspecto sistêmico. A ênfase no comprometimento positivo das pessoas com a qualidade é fundamental para o TQC. A qualidade deverá, obrigatoriamente, perpassar todas as unidades e linhas hierárquicas da empresa, se a excelência for de fato um objetivo. Nesse sentido é que Feigenbaum nos fala da qualidade total, ou seja, um movimento de melhoria que ultrapassa as barreiras artificiais que separam funções, pessoas e unidades, para alcançar o todo organizacional (MOREIRA, 2005).

Com o uso no dia-a-dia das pessoas e das organizações, o conceito de qualidade sofreu alterações, sempre buscando a necessidade do mercado consumidor. As empresas que acompanharam tais alterações sobreviveram (MOREIRA, 2005). Em função da relação entre a atividade industrial e a de prestação de serviços, "a evolução do conceito acabou por associar-se às ênfases que marcaram os diferentes estágios

pelos quais passaram as organizações – fossem quais fossem seu porte, ramos de atuação, locais ou épocas" (PALADINI, 1995).

Um conceito mais global de qualidade, que parece ser adequado para os dias de hoje, é que, mesmo que o cliente esteja adquirindo um produto, ele estará sempre adquirindo um produto e um serviço. Não é possível adquirir-se um produto sem a aquisição de um serviço. Este serviço pode ser o próprio atendimento no momento da aquisição do produto, pode ser a manutenção do produto adquirido, o manual do produto ou até a propaganda que leva o cliente a comprar determinado produto (MOREIRA, 2005).

2.3 Sistema de Qualidade

2.3.1 Definição

De acordo com a Norma ISO 8402:2000, pode-se definir sistema da qualidade como um conjunto composto pela estrutura organizacional, pelos procedimentos, pelos processos e pelos recursos necessários para implementar a gestão da qualidade numa organização. Entenda-se aqui gestão da qualidade como englobando todas as atividades da função de gerir, que determinam a política da qualidade, os objetivos e as responsabilidades, implementando-os por meios como o planejamento, o controle, a garantia e a melhoria da qualidade (MOREIRA, 2005).

De forma simplificada, pode-se dizer que um sistema da qualidade baseado na série de normas ISO 9000 é um conjunto de recursos e regras estabelecidas, implementadas de forma adequada, com o objetivo de orientar cada parte da organização para que execute, de maneira correta e no tempo devido, a sua tarefa, em harmonia com as outras, estando todas direcionadas para o objetivo comum da organização, que é ser competitiva (MARANHÃO, 2001).

Dentro da lógica da Qualidade, existe uma hierarquização de conceitos e atividades, que Mezomo (1994) representa como na Fig. 2.1.

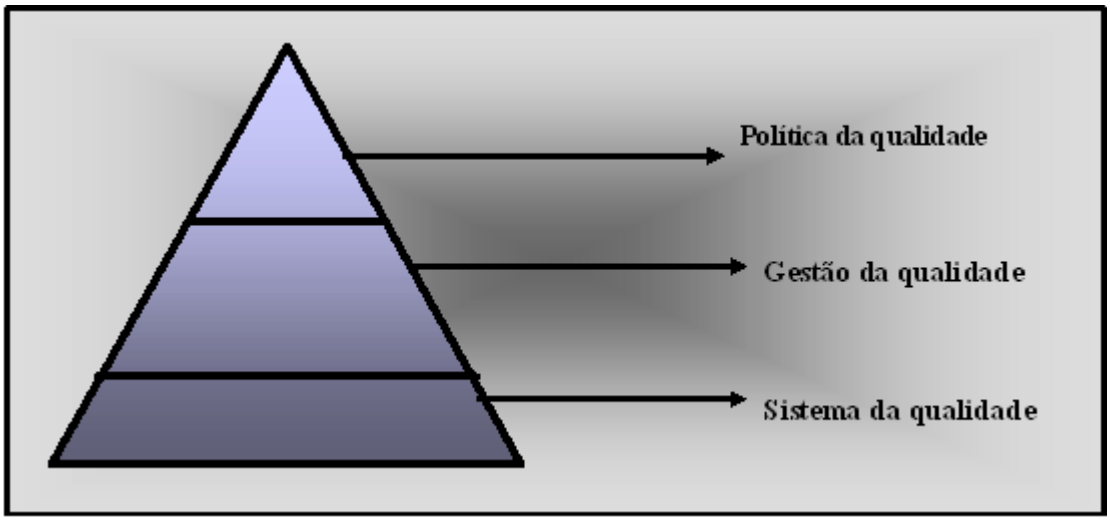


Figura 2.1: Hierarquia dos conceitos de qualidade.
Fonte: Mezomo, 1994.

No topo do triângulo, em Políticas de Qualidade, temos as diretrizes globais da organização relativas à qualidade, formalmente expressas pela alta administração. No centro está a Gestão da Qualidade, a qual terá a função de gerir globalmente a organização voltando-a para determinar e implementar a política da qualidade. Por último, na base do triângulo, está o Sistema da Qualidade, que envolve o conjunto de toda a organização, onde deverá ser estabelecido e documentado todo o procedimento e o melhor modo de como executar as atividades visando a implementação da qualidade (MOREIRA, 2005).

Na Tab. 2.1 estão representados os elementos de um Sistema da Qualidade, de acordo com (PARIS, 2002).

Tabela 2.1: Elementos de um Sistema da Qualidade

Entradas	▪ Políticas da qualidade; ▪ Diretrizes de funcionamento; ▪ Normas de atendimento ao cliente; ▪ Estudos de mercado e pesquisas do consumidor.
Saídas	▪ Produtos ou serviços com qualidade; ▪ Cultura da qualidade (comportamentos, hábitos, etc.).
Interação organizada das partes	▪ Esforços pela qualidade de todas as áreas da organização; ▪ Estrutura em forma de malha com interação entre os setores na forma cliente-fornecedor.
Princípios básicos de funcionamento	▪ Operacionalizar as políticas gerais da qualidade via procedimentos e normas a serem adotados por toda a organização; ▪ Atendimento ao cliente.
Busca de objetivos comuns	▪ Qualidade como meta e tarefa de todos; ▪ Abandona o objetivo antigo de "o mercado aceita nosso produto" e adota o novo: "o mercado deseja o nosso produto".
Realimentação (*feedback*)	▪ Via reações do mercado (ênfase na prevenção de defeitos); ▪ Via pequenas realimentações em cada fase dos processos de produção; ▪ A realimentação caracteriza o processo de evolução contínua que é próprio da qualidade.

Fonte: Paris, 2002

A implantação de um sistema de qualidade é muito importante para qualquer organização, mas não deve ser considerado como um sinônimo de produzir qualidade. A qualidade deve ser entendida como estratégia de diferenciação, visto que seu principal objetivo não é melhorar a eficácia das organizações. O caminho para chegar à Qualidade Total é longo e exige muita persistência e determinação por parte da Alta Administração, onde, o comprometimento da força de trabalho é um fator fundamental para se alcançar a Qualidade Total.

2.3.2 Implantação do Sistema

Existem alguns roteiros já estabelecidos para a implantação de modelos da qualidade, que contemplam etapas definidas, que são efetivadas de acordo com um planejamento bem estruturado. A metodologia mais usual que pode ser aplicada é a que se denomina ciclo PDCA (MOREIRA, 2005).

O ciclo PDCA é um processo que visa a melhoria da qualidade. O método *Plan, Do, Check and Action - PDCA*, desenvolvido na década de 30 pelo americano Shewart

e divulgado por Deming, ficou mundialmente conhecido ao ser aplicado nos conceitos de qualidade japoneses, sendo recomendado para todos os processos do sistema de gestão da qualidade. A metodologia é apresentada na Tab. 2.2.

Tabela 2.2: Ciclo de Melhoria Contínua – PDCA

P Planejar (Plan)	Estabelecimento dos objetivos, dos processos necessários para se atingir resultados de acordo com os requisitos do cliente e a política da qualidade.
D Fazer (Do)	Execução do trabalho planejado. Implementação dos processos. Fazer com competência. Exige educação, treino, experiência e habilidade.
C Verificar (Check)	Medição, análise e monitorização do que foi executado (processo e produto) em relação ao que foi planejado. Comprovação (factual) mediante análise de dados e fatos (evidência objetiva).
A Agir (Action)	Ação corretiva sobre as diferenças identificadas entre o planejado e o alcançado. Tomada de medidas para a melhoria contínua dos processos e satisfação dos clientes.

Fonte: Moura, 2003.

De acordo com a filosofia da GQT, cada processo deve ser gerido pelo seu responsável, utilizando o método PDCA, que começa por fixar metas e definir métodos para alcançá-las. Quando se trata de ensino, entende-se que essa metodologia é aplicável em todos os níveis de uma instituição de ensino. Por exemplo, na sala de aula serve como meio para auxiliar o professor na identificação de problemas e no levantamento de necessidades dos seus alunos. Nesse caso, o professor, responsável pela gestão global do subsistema aula, acompanharia os passos do planejamento e da execução, monitorizando e avaliando todos os processos de ensino e aprendizagem com a participação dos estudantes no decorrer de cada etapa. Ambos, professor e aluno, teriam conhecimento das dificuldades, das oportunidades de correção de rumos e do estabelecimento de planos de ação, com maior clareza dos objetivos, no curso da ação. A metodologia permitiria uma consciencialização mais imediata dos envolvidos (atores) no processo e, conseqüentemente, facilitaria a identificação de responsabilidades para atendimento dos fins propostos (MOREIRA, 2005).

O ciclo PDCA serve como ferramenta da qualidade para orientar a seqüência de atividades no processo de gestão, como mostra a Fig. 2.2.

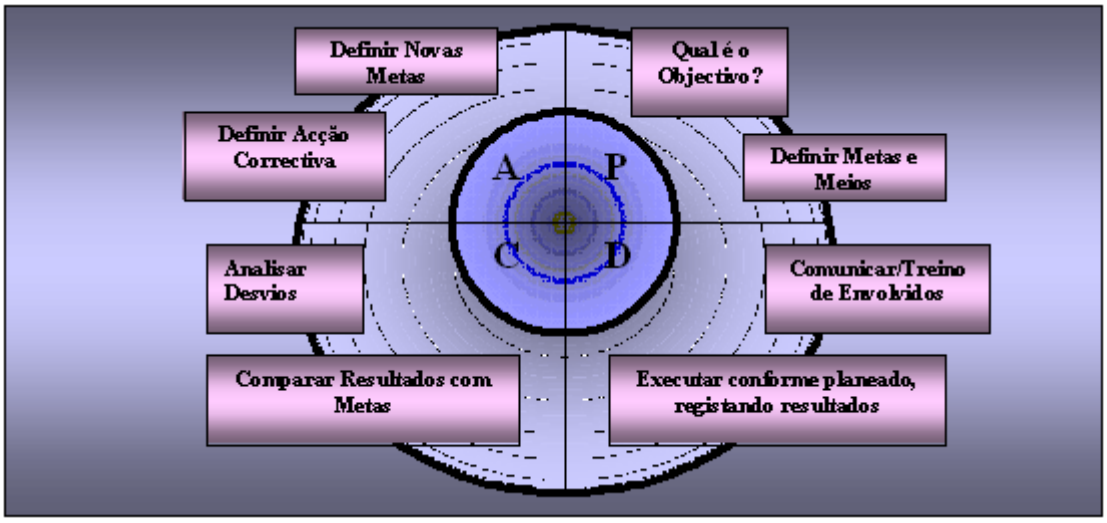


Figura 2.2: Ciclo PDCA - Ciclo de Melhoria Contínua.
Fonte: adaptado de Moura, 2003.

Assim, entende-se que, para uma boa gestão, é importante seguir estas atividades, mas, mais do que isto, deve-se usa-las para disciplinar a atuação das pessoas.

2.4 Qualidade em Serviços

A qualidade em serviços consiste nas características dos serviços prestados que vão ao encontro das necessidades do cliente e, dessa forma, proporcionam a satisfação em relação ao serviço. O cliente, neste contexto, é a pessoa que sofre o impacto do serviço ou atendimento, podendo ser interno (dentro da mesma organização) ou externo (de fora da organização prestadora de serviço) (MOREIRA, 2005).

Carlson (1994) considera que o desempenho do serviço significa executá-lo dentro da técnica requerida, ou seja, efetuar o serviço solicitado pelo consumidor. Mas isto não garante que o serviço obtenha a qualidade requerida. A relação entre o prestador do serviço e o consumidor pode não ter sido agradável, mesmo que o serviço tenha sido realizado sem defeitos. É isto que afeta a dimensão denominada de atendimento. Mas de pouco serve executar bem o serviço e atender de forma agradável

o cliente se os custos forem excessivos. Pode-se admitir até que se pague um pouco mais por um serviço de qualidade, mas nada que seja exorbitante.

O contato durante a prestação de serviço foi denominado por Carlson (1994) de momento da verdade. Um momento da verdade “é precisamente aquele instante em que o cliente entra em contato com qualquer setor do seu negócio e, com base nesse contato, forma uma opinião sobre a qualidade do serviço e, possivelmente, a qualidade do produto”.

Para Shostack (1982), os serviços encontram-se em dois estados, o potencial e o cinético. No estado cinético, quando o serviço é realmente prestado, o mesmo não pode ser armazenado fisicamente, enquanto que, no seu estado potencial, ele pode ser armazenado. Uma maneira de armazenar um serviço é através da capacitação dos profissionais que o executarão. Por exemplo, um professor não tem como armazenar o que ensinou aos alunos, mas, durante a sua formação profissional numa universidade, ele armazenou o conhecimento de como fazê-lo, através de uma parte teórica e outra prática (num processo de tentativa e erro), especializando-se.

Para Mezomo (1994) a gestão da qualidade nos serviços exige atenção aos seguintes aspectos:

a) As pessoas são o recurso mais importante da Instituição e, por isso, devem ser educadas e valorizadas;
b) Os clientes são o verdadeiro ativo das organizações e a sua percepção da organização deve ser levada a sério;
c) As pessoas devem incorporar a qualidade nas suas atividades diárias;
d) Cultura organizacional transformada pelo princípio da clientização da organização;
e) A organização deve ter uma estrutura flexível para responder com rapidez às mudanças do mercado e
f) A qualidade deve estar embutida na própria missão da organização.

2.5 Qualidade na Educação

Qualidade tem sido uma expressão dominante no meio empresarial nas últimas décadas, principalmente se identificada a sua importância para as organizações que se consolidam sob uma visão estratégica, não apenas na expectativa de sobrevivência, mas para se sobressaírem no competitivo campo dos negócios (MOREIRA, 2005).

A preocupação de grande número de educadores e, não raro, a aversão pelo tema “Qualidade Total”, resulta do medo de que as Instituições de Ensino venham a importá-la do meio empresarial sob o enfoque mercantilista. Na vertente das preocupações têm relevância os seguintes elementos: uma possível invisibilidade do ambiente educacional frente às experiências de aprendizagem; medo da subserviência da educação ao poder econômico; desconfiança sobre a perspectiva do “cliente” nas relações com as Instituições de Ensino; receio de que o Estado se afaste do papel que lhe cabe no âmbito dos projetos sociais e receio de perda da identidade e da autonomia do professor, entre outros (MOREIRA, 2005).

Em meio a estas questões, é importante salientar o crescimento atual do sistema de ensino brasileiro, principalmente do ensino superior. Com a massificação da educação, resultado da expansão do número de vagas, amplia-se a complexidade e uma nova forma de organização é requerida às Instituições de Ensino, bem como uma nova linguagem que as identifiquem como “empresas” e aos estudantes como “clientes”.

2.5.1 Características das Instituições de Ensino

As Instituições de Ensino (IE) são organizações que prestam serviços à sociedade, assim como um hotel, um banco, uma companhia de transporte, uma empresa concessionária de energia, ou uma empresa de turismo. As instituições que prestam serviços experimentam grandes dificuldades em geral com consenso acerca do conceito de qualidade em função da natureza intangível dos serviços. Os serviços são

experiências que o cliente vivencia e, portanto, de difícil padronização, o que torna a gestão do processo mais complexa (MOREIRA, 2005).

As Instituições de Ensino não são um simples negócio, não possuem o controle total do acesso dos seus alunos nem conseguem dominar plenamente o processo de ensino-aprendizagem, o qual é afetado pela participação, maior ou menor, do próprio educando (MOREIRA, 2005).

2.5.2 Públicos ou Clientes da Educação

As Instituições de Ensino possuem diversos públicos e precisam administrar os relacionamentos com a maioria deles. "Um público é constituído por um grupo distinto de pessoas e/ou organizações que têm interesse real ou potencial em afetar uma instituição" (KOTLER E FOX, 1994). A Fig. 2.3 apresenta os públicos de uma Instituição de Ensino.

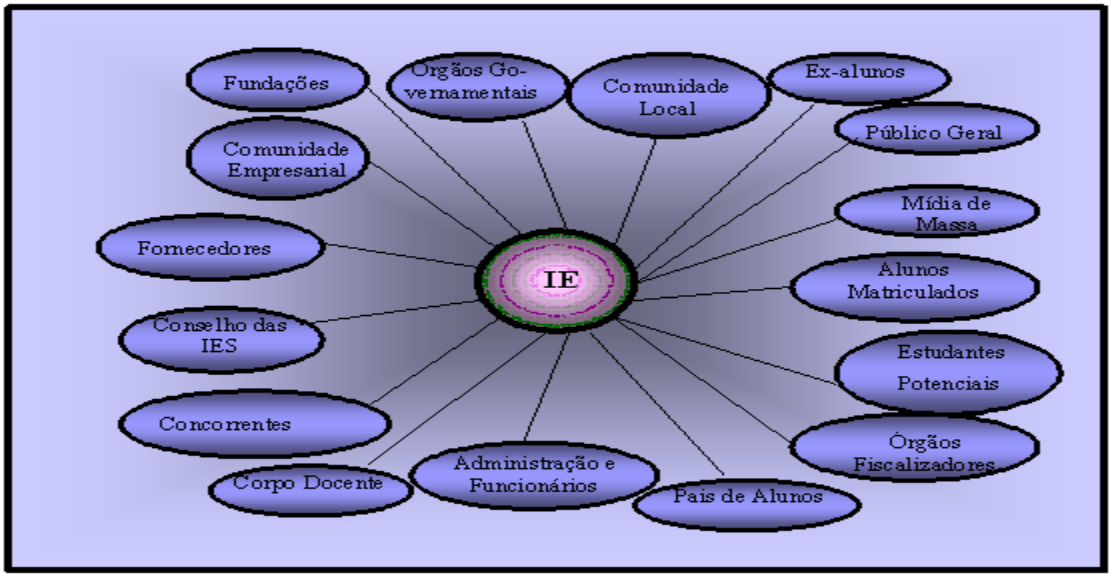


Figura 2.3: Os públicos que afetam uma Instituição de Ensino
Fonte: adaptado de Kotler & Fox, 1994.

2.5.3 Definição de Processo e Produto da Educação

As normas NBR ISO 9000 (conjunto de normas que aborda a gestão da qualidade) fundamentam o fato de todo trabalho ser realizado por um processo. Todo o processo possui entradas que são chamadas de insumo e nele ocorre a transformação (processo) de que resultam as saídas, que são os produtos ou resultados. A figura 2.4 apresenta uma visão do processo na educação (MOREIRA, 2005).

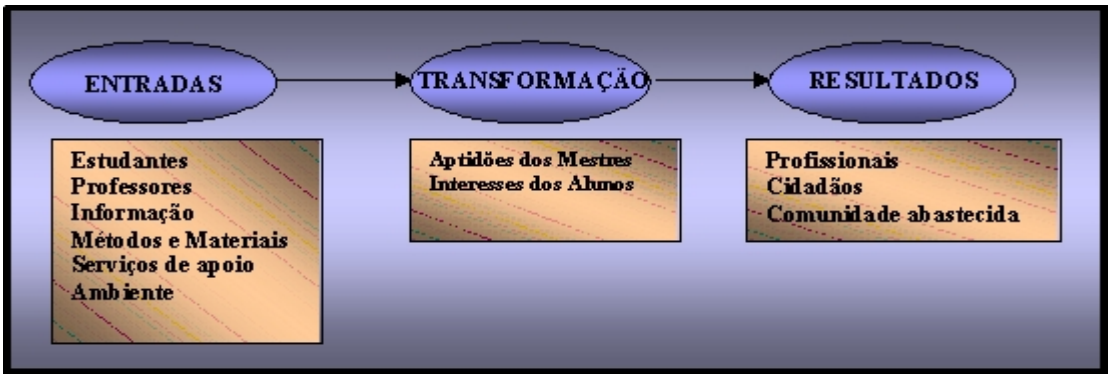


Figura 2.4: Processo na Educação
Fonte: Moreira, 2005

Produto, segundo a NBR ISO 8402 (norma que trata da implantação de sistemas da qualidade em gestão e garantia da qualidade) é o resultado de atividades ou processos e pode ser tangível ou intangível. O produto tangível pode ser uma montagem ou material processado ou equipamento. O produto intangível pode ser o conhecimento ou conceitos ou uma combinação de ambos. Numa Instituição de Ensino o produto pode ser o conhecimento gerado ou transmitido, o aluno formado e os serviços prestados à sociedade (ARRUDA, 1997).

2.6 Instituições de Ensino Superior

As Instituições de Ensino Superior (IES) são sistemas sociais que têm como propósito de ofertar o ensino de terceiro grau, a pesquisa e a extensão. Podem apresentar-se sob a forma de Instituições isoladas, cuja função é o ensino, ou como universidades que, além do ensino, devem desenvolver a pesquisa e a extensão (MOREIRA, 2005).

2.6.1 Funções essenciais das Universidades

Segundo Moreira (2005) “as funções básicas de uma Universidade são: ensino, investigação e ligação à sociedade, devendo estas ser interdependentes, inter-relacionadas e interatuantes”. Atualmente, com a globalização do mundo contemporâneo, a Universidade esta a romper sua ação intramuros, ultrapassando o seu próprio território universitário e chegando às necessidades culturais e sociais das comunidades ao qual estão inseridas.

A Universidade caracteriza-se pela natureza essencialmente qualitativa, estrutura departamentizada e fragmentada em distintas áreas, poder decisório descentralizado baseado em colegiados, autonomia das unidades acadêmicas, trabalho majoritariamente individual e liberdade acadêmica de que o professor usufrui como profissional e principal agente de produção (MOREIRA, 2005).

2.6.2 Universidades enquanto organização

A literatura específica na área de gestão universitária não contém um modelo único capaz de explicar, em todas as suas dimensões, o que seja uma Universidade, vista sob os seus diversos ângulos. Os estudos limitam-se a abordar a sua natureza, os processos, as estruturas ou os sistemas, quase sempre de maneira fragmentada, o que acaba gerando poucos pontos de convergência entre os diversos estudos que tratam da complexidade das organizações acadêmicas (MOREIRA, 2005).

Baldridge (1983) caracteriza a organização universitária através de alguns aspectos, tais como, ambigüidade de metas, o fato de as organizações acadêmicas “processarem pessoas”, a tecnologia problemática, tarefas econômicas dominadas por um alto profissionalismo, corpo profissional fragmentado e vulnerabilidade ao ambiente.

Com relação ao “processamento de pessoas”, o citado autor afirma que a sociedade entrega à Universidade pessoas ou alunos que, na sua formação, recebem uma carga de informação e experiência, o que os transforma em novos profissionais,

que se integrarão novamente na sociedade. Estes clientes, que são do tipo de “cliente-produto”, geralmente têm grande influência e interferem no processo de tomada de decisões. Da mesma forma, uma vez que a Universidade “transforma” ou “processa” pessoas, tem dificuldade em construir uma tecnologia que possa tratar com mentes, corpos e espíritos.

Já em relação à característica corpo profissional fragmentado, o mesmo autor tende que não existe um corpo profissional dominante, que tenha excessiva influência na tomada de decisões, pois as especializações dos professores são fragmentadas de acordo com os cursos oferecidos pelas universidades. Finalmente, quando se refere à vulnerabilidade ao ambiente, Baldridge (1983) afirma que todas as organizações complexas são vulneráveis às pressões externas, variando apenas o grau de autonomia que cada uma exerce (no caso das universidades, este grau vai de independente a subordinado).

Cunha (1995), por sua vez, realça que, além das características anteriores, as universidades, principalmente as brasileiras, caracterizam-se também por terem grupos de profissionais que atuam de modo independente e que compartilham os mesmos recursos, possuem uma estrutura mal definida, objetivos mal definidos e um corporativismo muito forte. Além disso, para esse autor, as mudanças dos principais gestores são freqüentes, as considerações políticas podem dominar, a tomada de decisão é incrementalista, o sistema de avaliação é limitado, muitos grupos de interesse tentam influenciar as decisões e as mudanças geralmente ocorrem como reações a crises.

A Universidade, portanto, apesar de possuir uma estrutura interna, trabalhar para a consecução de objetivos determinados e cumprir as suas finalidades de ensino, pesquisa e extensão, diferencia-se das demais organizações, pelo seu tipo de atividade, suas formas de controle e funções que desempenha na sociedade. Carrega no seu bojo uma importância fundamental na construção da sociedade moderna. Tem um compromisso com o passado, na preservação da memória, com o presente, na

geração de conhecimentos e formação de profissionais e com o futuro, no compromisso do desenvolvimento e progresso. Não pode viver isolada do mundo e das vertiginosas mudanças que acontecem no ambiente que a circunda e com o qual interage. Deve-se fazer presente, atuando de forma a que o seu ensino, a sua pesquisa e os seus serviços de extensão atendam e acompanhem as exigências do mercado (MOREIRA, 2005).

2.7 Qualidade nas Universidades

Segundo Moreira (2005), nas Universidades, a questão da qualidade suscita discussões em várias dimensões interdependentes, inter-relacionadas e capazes de contemplar todos os processos acadêmicos, como por exemplo:

a) Dimensão da qualificação do corpo docente e técnico administrativo;
b) Dimensão da seleção de alunos;
c) Dimensão da relação ensino versus empregabilidade;
d) Dimensão das condições e uso de tecnologias disponíveis e;
e) Dimensão das práticas e perspectivas pedagógicas.

Reconhece-se que a Universidade não tem acompanhado as mudanças da sociedade no ritmo que se espera dela; que ela tem reagido lentamente para corresponder às necessidades sociais; que está defasada e precisa agir urgentemente para ser considerada uma organização social de qualidade (MOREIRA, 2005).

De acordo com Ramos (1995), acredita-se que uma das soluções para as Universidades brasileiras seria a concepção de um modelo brasileiro, específico para elas, de Qualidade Total. Tal proposta é norteada por uma estratégia inovadora de transformação de baixo para cima de cada Instituição, para a melhoria do sistema educativo nacional. Ressalta ainda que a qualidade se decide no topo (Alta Administração), mas se constrói de baixo para cima (o que é possível através dos comitês). Tal ocorreria através dos alunos, professores, dirigentes, técnicos administrativos do setor educacional e da sociedade como um todo.

No Brasil, as Universidades Públicas são responsáveis pelos melhores cursos de graduação e pós-graduação e pela quase totalidade da pesquisa científica e tecnológica. Sobre o que se entende por qualidade universitária, não há maneira imune a críticas de se classificar universidades por ordem de qualidade. Atualmente, o MEC está a lançar o Sistema Nacional da Avaliação do Ensino Superior (SINAES), com o objetivo de traçar um panorama comparativo (quantitativo e qualitativo) entre as Universidades, substituindo o Provão – questões objetivas formuladas para alunos formandos, a partir do qual se examinava a qualidade de determinados cursos das Universidades brasileiras (MOREIRA, 2005).

Embora as Universidades Públicas formem profissionais que têm-se destacado no mercado, demonstrando a qualidade nas suas atividades de ensino, é importante distinguir a diferença entre ser uma Instituição reconhecida pela qualidade dos profissionais que lança no mercado e uma Instituição que tem um processo dinâmico de Gestão da Qualidade Total implantado e difundido em todos os níveis da Instituição (MOREIRA, 2005).

Moreira (2005) cita os seguintes fatores, dentro do contexto das Universidades Públicas Brasileiras, que restringem a implantação da qualidade:

a) A natureza qualitativa do produto (conhecimento, habilidades, valores e cultura);
b) A dificuldade de mensuração do produto;
c) A resistência a abordagens empresariais;
d) A natureza individual da atividade acadêmica, dificultando o trabalho em equipe;
e) A estrutura de poder compartilhada;
f) A resistência à mudança;
g) A prática de gestão centrada no amadorismo;
h) A aversão a riscos e desafios.

As universidades preparam futuras gerações de profissionais e cidadãos, refletindo acerca do mundo e da vida em sociedade. No entanto, é nestas mesmas Universidades que se encontram as maiores resistências às mudanças e transformações exigidas pelo ambiente (MEYER, 1997).

III DIRETRIZES PARA AUXÍLIO NA ANÁLISE DOS DADOS

A representação da linguagem natural através de modelos computacionais persiste como desafio para os cientistas da área. Dentre várias dificuldades, a existência de termos vagos e imprecisos na linguagem natural impedem que a tradução ocorra sem perda semântica. A questão é: como representar matematicamente afirmações do tipo “Carlos é alto”, “João é rico”? Esta classificação não depende somente do indivíduo, mas também do contexto. O mesmo problema acontece no mundo físico. Um copo cheio d’água não fica imediatamente vazio quando é inclinado para baixo, um objeto não muda sua temperatura de quente para frio instantaneamente. Estes exemplos servem para ilustrar o fato que a transição de um conjunto A para um conjunto A’ é contínua no mundo físico, em vez de apresentar limites nítidos; as fronteiras são vagas e bastante subjetivas. Esta idéia de um certo grau ou multivalência é um conceito fundamental, o qual estimulou o professor Lofti A. Zadeh a formalizar a Teoria *Fuzzy*.

Em 1965, Lotfi A. Zadeh, então professor do Departamento de Engenharia Elétrica da Universidade da Califórnia em Berkeley, publicou um artigo sobre a teoria dos conjuntos *fuzzy* (ZADEH, 1965). Ele propôs graduar a pertinência de elementos nos conjuntos, ou seja, um elemento pode ser, por exemplo, 20% de um conjunto A e 80% do conjunto A’.

A teoria *fuzzy* constitui-se numa poderosa ferramenta com capacidade para modelar problemas reais onde incertezas e imprecisões estão presentes. Ela possibilita a representação de conceitos vagos e imprecisos (VANDERLEI FILHO, 2002).

Um fator eminente dessa teoria é a sua capacidade de capturar conceitos intuitivos, além de considerar aspectos psicológicos utilizados pelos seres humanos em

seu raciocínio usual, evitando que sua representação seja engessada por modelos tradicionais (LIMA JR, 2002).

Segundo Vanderlei Filho (2002), “uma idéia principal associada a esta teoria é muito simples e natural e pode ser explicada pela seguinte afirmação: Se não somos capazes de determinar os limites exatos da pertinência de um elemento no conjunto (sim/não), faz-se necessário buscar uma escala que permita caracterizar o seu grau neste conjunto”.

Após mais de três décadas, a idéia de teoria *fuzzy* desponta com sucesso em várias áreas de aplicações, tais como: diagnóstico e análise de imagens médicas, processos de fabricação (manufatura), controle de robôs, reconhecimento de escrita, reconhecimento automático de alvo, engenharia de alimentos, sistemas especialistas e outros (VANDERLEI FILHO, 2002).

A próxima seção aborda alguns conceitos fundamentais dos conjuntos *fuzzy*, os quais darão suporte aos objetivos deste trabalho.

3.1 Conceitos básicos sobre conjuntos *Fuzzy*

Os conjuntos clássicos, denominados conjuntos abruptos (*crisp sets*), são formados por elementos, que são ditos pertinentes ao conjunto. Portanto, o grau de pertinência de um elemento assume apenas dois valores: 0 (se pertencer 0% ao conjunto) ou 1 (se pertencer 100% ao conjunto) (ZADEH, 1965).

Sendo *A* um conjunto definido no universo de discurso *X* ($A \subseteq X$) e *x* elemento de *A*, a função característica *A(x)* é determinada como segue:

$$A: X \rightarrow \{0, 1\} \quad \text{tal que} \quad A(x) = \begin{cases} 1 \text{ para } x \in A \\ 0 \text{ para } x \notin A \end{cases}$$

Neste contexto, a função característica somente assume valores 0 ou 1, quando a condição de pertinência altera-se abruptamente.

A lógica *fuzzy* é uma extensão da lógica clássica para tratar o conceito de verdade parcial. Esta parcialidade é verificada pela análise de "*quanto*" um dado elemento pertence a um conjunto. A classificação dos graus de pertinência ou grau de verdade de um elemento dentro do intervalo [0,1] transforma-o em um conjunto *fuzzy* (OLIVEIRA, 2002).

Um subconjunto *fuzzy* $\tilde{A}$ de um conjunto X pode ser definido como um conjunto de pares ordenados, onde cada par tem como primeiro elemento um elemento de X e como segundo elemento um valor no intervalo [0, 1], com exatamente um par ordenado para cada elemento de X. Isto define um mapeamento entre os elementos do conjunto X e os pontos no intervalo [0, 1]. O valor zero é usado para representar a completa não pertinência, o valor um é usado para representar a completa pertinência, e valores entre zero e um são usados para representar graus intermediários de pertinência. O conjunto X é chamado de universo de discurso para o subconjunto *fuzzy* $\tilde{A}$. O universo de discurso também pode ser visto como a faixa de todos possíveis valores de entrada de um sistema *fuzzy*. De forma freqüente, o mapeamento é descrito como uma função, a função de pertinência de $\tilde{A}$. O grau para o qual a declaração *x está em* $\tilde{A}$ é verdadeira, é determinada encontrando-se o par ordenado onde o primeiro elemento é x. O grau de verdade da declaração é dado pelo segundo elemento do par ordenado (VANDERLEI FILHO, 2002).

Definição 1: Seja X um conjunto de objetos, com elementos x. Assim, temos $X = \{x\}$.

Definição 2: Um conjunto *fuzzy* A em X é caracterizado por uma função de pertinência $\mu_A(x)$ a qual mapeia cada ponto em X para o intervalo real [0.0 , 1.0]. Ao passo que $\mu_A(x)$ se aproxima de 1.0, o grau de pertinência de x em A aumenta. Ou seja (VANDERLEI FILHO, 2002):

$$\mu_{\tilde{A}} : X \rightarrow [0, 1]$$

Um conjunto *fuzzy* pode ser exemplificado como segue:

$$\tilde{A} = \{(a; 0,8), (d; 1), (f; 0,3)\} \text{ ou}$$

$$\tilde{A} = \{(0,8 / a), (1 / d), (0,3 / f)\}$$

onde, o elemento “a” pertence ao conjunto $\tilde{A}$ com um grau de 80%; o elemento “d” pertence totalmente (100%) ao conjunto e o elemento “f” pertence somente 30% (OLIVEIRA, 2002).

Existem cinco importantes tipos de funções de pertinência, apresentados na Fig. 3.1.

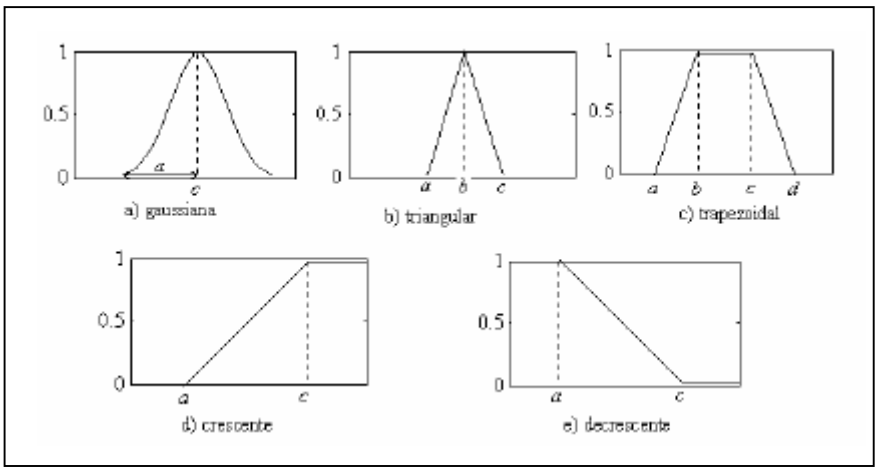


Figura 3.1: Tipos de funções de pertinência.
Fonte: Sousa, 1995.

Os conjuntos *fuzzy* permitem que se definam operações binárias internas, tais como união, interseção e complemento, similarmente às existentes na teoria dos conjuntos booleanos (VANDERLEI FILHO, 2002).

A seguir, serão mostrados os principais conceitos referentes à teoria dos conjuntos *fuzzy*, considerando que $\tilde{A}$ e $\tilde{B}$ são conjuntos *fuzzy* com graus de pertinência $\mu_{\tilde{A}}$ e μ_B definidos no universo de discurso X.

3.1.1 Fuzificação

A fuzificação (*fuzzification*) é o processo de transformar um conjunto abrupto em um conjunto *fuzzy*, com a finalidade de expressar um valor real em uma medida de imprecisão (OLIVEIRA, 2002).

Segundo Lima Jr (2002), “a fuzificação acontece quando um conjunto *fuzzy* Ã é obtido pelo ‘alargamento’ *fuzzy* de um conjunto nítido, isto é, um conjunto nítido é convertido em um conjunto *fuzzy* apropriado”.

Os tipos de fuzificação mais comuns são: *fuzificador singleton* (converte um valor. real em um conjunto *fuzzy singleton*), vetor de possibilidades e fuzificação por tabela em memória.

3.1.2 Defuzificação

A defuzificação (*defuzzification*) é o processo oposto ao descrito na seção anterior, ela converte um conjunto *fuzzy* em um valor abrupto, para que seja possível expressar esse conjunto em sistemas reais.

Este processo é bastante utilizado nos sistemas *fuzzy* de um modo geral, pois seu objetivo é fazer interface com os modelos nítidos do mundo real, associando a cada conjunto *fuzzy* um elemento que o represente (LIMA JR, 2002).

Há vários métodos de defuzificação, tais como (OLIVEIRA, 2002; LIMA JR, 2002):

a) Método do centro de gravidade (ou centro da área): calcula o centróide da área correspondente à união dos números *fuzzy*, que contribuem no resultado (não nulos), abaixo do segmento de linha indicado por seus valores de pertinência. É representado pela fórmula:

$$x' = \frac{\sum_{i=1}^{n} x_i \cdot \mu_{\tilde{A}}(x_i)}{\sum_{i=1}^{n} \mu_{\tilde{A}}(x_i)}$$

onde x' é o centro de gravidade resultante, x_i é o centro da função de pertinência individual e $\mu_{\tilde{A}}(x_i)$ é a área de uma função de pertinência modificada pelo resultado de inferência *fuzzy* (valores não nulos). Entre as principais vantagens desse método, podem ser citadas: a continuidade em relação à topologia da função de pertinência; Uniformidade de aplicação a conjuntos discretos e contínuos; e Simplicidade de cálculo.

b) Centro do máximo: utiliza os valores mais altos das funções de pertinência (pertinência *singleton*), e não as áreas, como no método anterior. Os valores não nulos são considerados pesos e o resultado é obtido como um ponto de apoio equilibrado entre eles. O cálculo é realizado pela média ponderada dos máximos, ou seja:

$$x' = \frac{\sum_{i=1}^{n} x_i \cdot \sum_{i=1}^{n} \mu_M(xi)}{\sum_{i=1}^{n} \sum_{k=1}^{n} \mu_M(x_i)}$$

onde $\mu_M(x_i)$ são os pontos, onde ocorrem os máximos (alturas) das funções de pertinência.

c) Média do máximo: é representado por:

$$x' = \sum_{m=1}^{M} \frac{x_m}{M}$$

onde x_m é o *m-ésimo* elemento, que corresponde ao máximo das funções de pertinência e *M* é o número total de elementos.

3.2 Operações com conjuntos *Fuzzy*

De uma forma geral, as operações com conjuntos são de extrema importância para situações que envolvam processamento de dados e informações. As operações clássicas de igualdade, união, interseção e complemento foram estendidas para o domínio dos conjuntos *fuzzy*, apresentando diversas formas de implementação. A seguir, são apresentadas estas extensões, conforme proposto por (ZADEH, 1965).

3.2.1 Igualdade de Conjuntos *Fuzzy*

Dois conjuntos *fuzzy* $\tilde{A}$ e $\tilde{B}$ são ditos iguais se, e somente se, $\tilde{A} \subset \tilde{B}$ e $\tilde{B} \subset \tilde{A}$, ou seja:

$$\tilde{A} = \tilde{B} \text{ se } \mu_{\tilde{A}}(x) \leq \mu_{B}(x) \text{ e } \mu_{B}(x) \leq \mu_{\tilde{A}}(x), \forall x \in X \text{ ou}$$

$$\tilde{A} = \tilde{B} \text{ se } \mu_{\tilde{A}}(x) = \mu_{B}(x), \forall x \in X$$

3.2.2 Complemento *Fuzzy*

O complemento de um conjunto *fuzzy* $\tilde{A}$, $c\tilde{A}$, é obtido pela aplicação da seguinte função de pertinência:

$$\mu_{c\tilde{A}}(x) = 1 - \mu_{\tilde{A}}(x), \forall x \in X$$

O valor $\mu_{c\tilde{A}}(x)$ pode ser visto não apenas como o grau de pertinência pelo qual x pertence a $c\tilde{A}$, mas também como o grau pelo qual x não pertence ao conjunto *fuzzy* $\tilde{A}$. Da mesma forma, $\mu_{\tilde{A}}(x)$ pode ser considerado como o grau pelo qual x não pertence à $c\tilde{A}$. Para um conjunto *fuzzy* $\tilde{A}$, $c\tilde{A}$ pode ser obtido através da aplicação da função c aos valores $\mu_{c\tilde{A}}(x)$:

$$\mu_{c\tilde{A}}(x) = c(\mu_{\tilde{A}}(x)), \forall x \in X$$

3.2.3 Interseção *Fuzzy*

A interseção *fuzzy* dos conjuntos *fuzzy* Ã e Ã', definida por Ã∩Ã', provoca o surgimento de outro conjunto *fuzzy*, cuja função de pertinência é formada pelos mínimos das funções de pertinência dos conjuntos Ã e Ã', assim representado:

$$\tilde{A} \cap \tilde{A}' = \int_x min\,[\mu_{\tilde{A}}(x), \mu_{\tilde{A}'}(x)] / x$$

A função *min* identifica o maior conjunto *fuzzy* contido em ambos os conjuntos Ã e Ã'.

A Fig. 3.2 mostra o resultado de $\tilde{A} \cap \tilde{B}$, que é definida por:

$(\tilde{A} \cap \tilde{B})\,(x) = (x, min\,(\mu_{\tilde{A}}\,(x), \mu_B\,(x))\,) = (x, \mu_{\tilde{A}}\,(x) \wedge \mu_B\,(x));\ \forall\, x \in X$

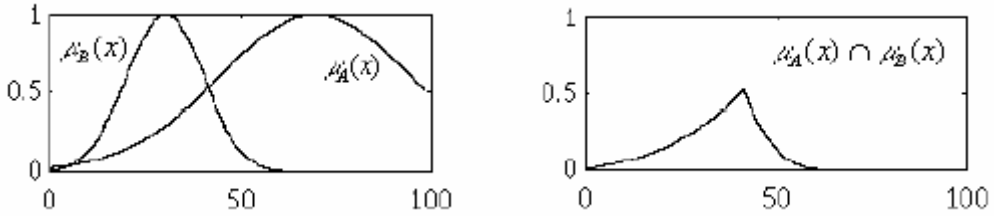


Figura 3.2: Interseção de conjuntos *fuzzy* $\tilde{A}$ e $\tilde{B}$

3.2.4 União *Fuzzy*

A união *fuzzy* dos conjuntos *fuzzy* Ã e Ã', definida por ÃUÃ', provoca o surgimento de outro conjunto *fuzzy*, cuja função de pertinência é formada pelos máximos das funções de pertinência dos conjuntos Ã e Ã', representando-se desta forma:

$$\tilde{A} \cup \tilde{A}' = \int_x max[\mu_{\tilde{A}}(x), \mu_{\tilde{A}'}(x)] / x$$

De forma semelhante, a função *max* identifica o menor conjunto *fuzzy* que contenha os conjuntos $\tilde{A}$ e $\tilde{A}'$.

A Fig. 3.3 mostra o resultado de $\tilde{A} \cup \tilde{B}$, que é definida por:

$(\tilde{A} \cup \tilde{B})\ (x) = (x;\ max\ (\mu_{\tilde{A}}\ (x), \mu_B\ (x))) = (x;\ \mu_{\tilde{A}}\ (x) \vee \mu_B\ (x));\ \forall\ x \in X$

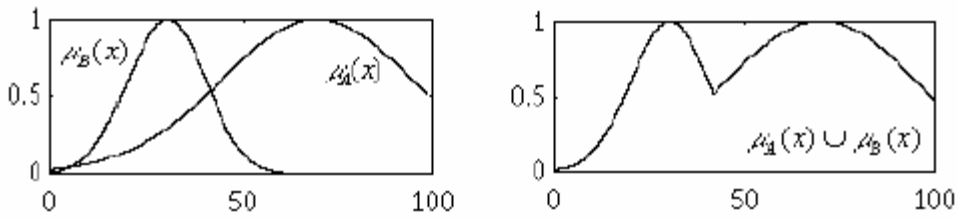


Figura 3.3: União de conjuntos *fuzzy* $\tilde{A}$ e $\tilde{B}$

3.2.5 Potenciação *Fuzzy*

A potenciação *fuzzy* é dada pela potenciação do valor de sua função de pertinência. Assim sendo, $\tilde{A}^p$ é definida por:

$$\tilde{A}^p = (x;\ \mu_{\tilde{A}}\ (x)^p);\ \forall\ x \in X$$

A potenciação possibilita a ocorrência de dois conceitos na lógica *fuzzy*:

a) Concentração*:* dizemos que um conjunto *fuzzy* é concentrado se *p* for menor que 1, ou seja:

$$\tilde{A}^p = (x;\ \mu_{\tilde{A}}\ (x)^p);\ \forall\ x \in X \text{ e } p \in (0,\ 1)$$

b) Dilatação: um conjunto *fuzzy* é dilatado se p for maior que 1:

$$\tilde{A}^p = (x;\ \mu_{\tilde{A}}\ (x)^p);\ \forall\ x \in X \text{ e } p > 1$$

Na Fig. 3.4, é apresentado graficamente o comportamento da função de pertinência de conjuntos *fuzzy*, quando aplicada potenciação com *p* positivo.

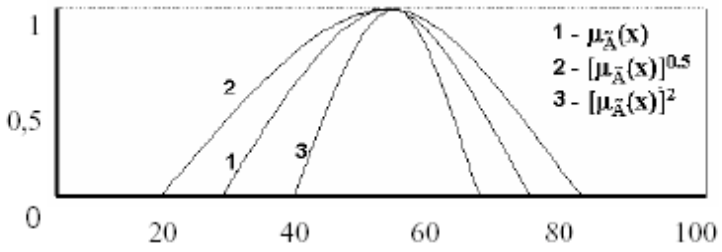


Figura 3.4: Potenciação de conjuntos *fuzzy*

Esta característica possibilita criar mais facilmente conjuntos *fuzzy* derivados pelo emprego de modificadores. Por exemplo, pode-se gerar, a partir do conjunto das velocidades lentas, as funções das velocidades *muito* lentas.

3.3 Operações Algébricas com Conjuntos *Fuzzy*

Os conceitos básicos dos conjuntos *fuzzy* também apresentam extensões para permitir operações algébricas. A seguir estão apresentadas as mais empregadas (LIMA JR, 2002; OLIVEIRA, 2002).

a) Soma Algébrica: a soma algébrica $\tilde{A}' = \tilde{A} + B$ é definida da seguinte forma:

$$\tilde{A} + \tilde{B} = \{ (x, \mu_{\tilde{A}}(x) + \mu_B(x) - \mu_{\tilde{A}}(x) \bullet \mu_B(x)) \mid x \in X\}$$

b) Produto algébrico: o produto algébrico de dois conjuntos *fuzzy* $\tilde{A}$ e $\tilde{B}$ é definido da seguinte forma:

$$\tilde{A} \bullet \tilde{B} = \{(x, \mu_{\tilde{A}}(x) \bullet \mu_B(x)) \mid x \in X\}$$

c) Produto cartesiano: para os conjuntos *fuzzy* $\tilde{A}_1, \tilde{A}_2, ..., \tilde{A}_n$, em $X_1, X_2, ..., X_n$, o produto cartesiano é o conjunto *fuzzy* no espaço do produto $X_1 \times X_2 \times ... \times X_n$, com a seguinte função de pertinência:

$$\mu_{(\tilde{A}_1 \times \tilde{A}_2 \times ... \times \tilde{A}_n)}(x) = min \{\mu_{\tilde{A}_i}(x_i) \mid x = (x_1, x_2, ... , x_n), x_i \in X_i\}$$

d) Soma de contorno: a soma de contorno $\tilde{A}' = \tilde{A} \oplus \tilde{B}$ é definida da seguinte forma:

$$\tilde{A} \oplus \tilde{B} = \{(x, min [1, \mu_{\tilde{A}}(x) + \mu_B(x)]) \mid x \in X \}$$

e) Diferença de contorno: a diferença de contorno $\tilde{A}' = \tilde{A} \ \theta \ B$ é definida da seguinte forma:

$$\tilde{A} \ \theta \ \tilde{B} = \{(x, max [0, \mu_{\tilde{A}}(x) + \mu_B(x) - 1]) \mid x \in X\}$$

3.4 Medidas de comparação entre conjuntos *Fuzzy*

Os conjuntos *fuzzy* estão formalmente definidos e caracterizados através de funções de pertinência. Desta forma, torna-se possível compará-los com o objetivo de estabelecer algum tipo de correspondência entre os mesmos. Esta comparação pode ser executada através de inúmeros métodos e possuir diversos significados. Entre os métodos mais citados na literatura, encontram-se: Medidas de Similaridade, de Proximidade, de Distância, de *Subsetood Fuzzy*, de Possibilidade, de Necessidade, entre outras (LIMA JR, 2002).

3.5 Sistema Fuzzy

Um sistema *fuzzy* é composto por regiões de espaço de entradas, regiões de espaço de saídas e de um conjunto de regras de inferência, que indica o relacionamento entre as entradas e as saídas. A Fig. 3.5 mostra um sistema formado por duas entradas e uma saída.

Nesse sistema, as entradas *u* e *v* sofrem processo de *fuzificação,* sendo transformadas em *A'* e *B'*. As duas entradas *fuzzy* interagem com o conjunto de regras representadas pela forma (*Ai*, *Bi*: *Ci*), que significa a proposição condicional: *Se x1 é Ai e x2 é Bi então y é Ci*. *Ci* é o conjunto *fuzzy* resultante das regras. Os elementos de *Ci* serão agregados a fim de produzir o conjunto *C*, que será *defuzificado* para a saída *w*.

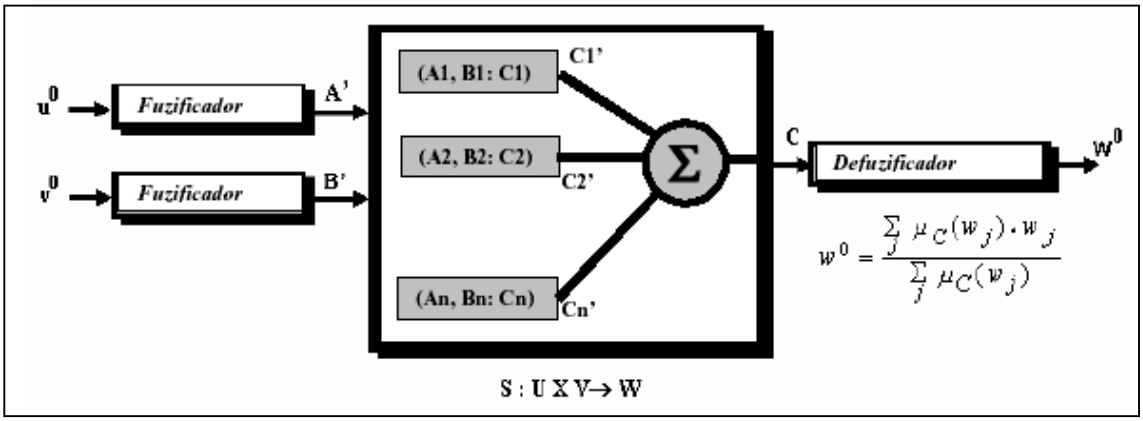


Figura 3.5: Sistema F*uzzy*

Fonte: (Sousa, 1995).

Os passos envolvidos na inferência *fuzzy*[1] são (VANDERLEI FILHO, 2002):

1 – Tornar as entradas *fuzzy*, determinando-se o grau pelo qual elas pertencem a cada conjunto *fuzzy*, utilizando para tanto funções de pertinência. É comum as entradas serem um número não *fuzzy*, com contornos bem definidos limitados pelo universo de discurso da variável de entrada. Esta tradução ou interfaceamento entre o sistema *fuzzy* puro e o ambiente no qual ele está situado, se dá por Fuzificação.

2 – Aplicar o operador *fuzzy* em cada regra, para obter um número que represente o resultado do *antecedente* para aquela regra, quando este tiver mais de uma parte. Assim, a entrada para o operador *fuzzy* será formada por dois ou mais valores de pertinência das variáveis de entrada *fuzzy*.

3 – Aplicar o método de implicação. A implicação ocorre para cada regra, sendo que a entrada para o método de implicação é um número, dado pelo antecedente, e a saída é um conjunto *fuzzy*. Ocorre que antes de aplicar este método é necessário observar o peso de cada regra, o qual é um número variando de zero a um, aplicado ao número fornecido pelo antecedente.

4 - Agregar todas saídas. Consiste na unificação das saídas de cada regra, combinando todos os conjuntos *fuzzy* que representam a saída de cada regra em um único conjunto *fuzzy*. A entrada para o processo de agregação é a lista de funções truncadas de saída, vindas do processo de implicação de cada regra. A saída resultante deste processo é um conjunto nebuloso para cada variável de saída.

5 - Tornar as entradas não *fuzzy*. A entrada para este processo é um conjunto *fuzzy*, e a saída é um número não *fuzzy*. Esta etapa de tradução, ou interfaceamento final, entre o sistema *fuzzy* e o

[1] A inferência *fuzzy* é o processo de mapear uma dada entrada para uma saída, utilizando-se para isto a lógica *fuzzy*. Neste processo, tem-se: funções de pertinência, operadores lógicos *fuzzy* e regras do tipo Se-Então (VANDERLEI FILHO, 2002).

ambiente externo é executada pelo passo conhecido por Defuzificação.

A interação da estrutura básica com a base de conhecimento é mostrada na Fig. 3.6.

Figura 3.6: Estrutura geral do sistema de inferência *Fuzzy*

3.6 Aplicações em Qualidade de Serviços

A teoria *fuzzy* vem conquistando um espaço cada vez maior no cotidiano de pesquisadores. O desenvolvimento de sofisticados sistemas de controle comprova o sucesso do emprego da lógica *fuzzy*, pelo fato de possibilitar que tais aplicações gerem soluções mais próximas daquelas que seriam adquiridas através do raciocínio humano.

Segundo (BELCHIOR, 1997), a teoria *fuzzy* é usada basicamente para mapear modelos qualitativos de tomada de decisões, e para métodos de representação imprecisa. Neste contexto, é que se pode utilizar a teoria *fuzzy* em requisitos (atributos) de qualidade de serviços, uma vez que são, em sua maioria, conceitos subjetivos e de avaliação não trivial.

IV AVALIAÇÃO DA QUALIDADE DE SERVIÇOS NAS INSTITUIÇÕES DE ENSINO SUPERIOR

4.1 Mensuração e métricas

A utilização de métricas e processos de medição tem como principal objetivo a obtenção de meios para avaliar determinadas características de produtos e processos. “Medição é o processo pelo qual números ou símbolos são designados a atributos de entidades no mundo real, de tal modo que os descrevam de acordo com regras claramente definidas” (FENTON E PFLEEGER, 1997).

Para medir a qualidade, deve-se levar em consideração três conceitos fundamentais (LEMES E FERNANDES, 1997B; DUARTE E FALBO, 2000):

a) *Métricas:* propriedades que são utilizadas como unidades de medição. Por exemplo, número de linhas de código;
b) *Medidas:* valores que são associados às métricas, correspondendo ao grau que uma característica é satisfeita. Consiste na aplicação das métricas para obtenção de dados quantitativos;
c) *Medição:* é a atividade de medir, decorrente de uma avaliação. Consiste em atribuir uma medida a uma métrica.

A importância da medição é atestada por diversos pesquisadores:

a) “Um elemento chave em qualquer processo de engenharia é a medição” (PRESSMAN, 2000).
b) “Você não pode prever nem controlar o que você não pode medir” (FENTON E PFLEEGER, 1997).

No processo de avaliação da qualidade de um serviço, como os prestados por instituições de ensino, uma das atividades mais importantes é a decisão de como será

feita a medição. As medições são fundamentalmente necessárias ao entendimento se um serviço é ou não de qualidade. Porém, a subjetividade de alguns requisitos torna a utilização de métricas uma tarefa difícil.

Para que um objeto possa ser avaliado, é necessário que seja definido um conjunto de atributos específicos, que são características ou propriedades do objeto. As métricas devem ser escolhidas e analisadas de acordo com a natureza dos atributos de forma a quantificá-los adequadamente. A importância em quantificar os atributos é evidente uma vez que possibilita a análise e o julgamento de um objeto em comparação a outros (OLIVEIRA, 2002).

Existem atributos que são essencialmente quantitativos, tais como número de funcionários e horas de trabalho. Outras características não possuem a mesma precisão, sendo necessário um nível de abstração maior, para definir e aplicar medidas. Esses atributos exigem um conhecimento apurado sobre eles e uma análise aprofundada de como medi-los.

4.1.1 Métricas

Métricas e estimativas são entendidas como “métodos próprios para determinar, de maneira quantitativa, a extensão dos atributos caracterizadores de determinado projeto, processo ou produto, incluindo fórmulas e diretrizes para o cálculo de seu próprio valor” (FERNANDES, 1995).

A adoção das métricas está intimamente relacionada à finalidade da avaliação, porque depende de “o que” e “para que” se quer avaliar. Portanto, o objetivo deve ser bem claro e definido (OLIVEIRA, 2002).

As métricas podem ser classificadas em (PRESSMAN, 2000):

a). *Diretas:* são obtidas facilmente de forma quantitativa, traduzindo essencialmente aspectos de custo e esforço.

b) *Indiretas:* são obtidas indiretamente através da agregação de métricas diretas, traduzindo uma idéia subjetiva do que se quer medir.

4.1.2 Programas de Mensuração

A implantação de um programa de mensuração tem como objetivo coletar informações e dados para que seja possível dimensionar, estimar, planejar e controlar o que se quer avaliar. Dentre as principais atividades de um programa de medição, encontram-se a coleta de dados, a análise e a apresentação das informações obtidas (WEBER *et al.*, 2001).

A medição é importante para que a empresa possa compreender melhor o relacionamento entre seus processos, produtos e recursos. Assim sendo, seu corpo funcional estará apto para tomar decisões sobre critérios de qualidade e adoção de novas tecnologias (LIMA JR, 2002).

Uma das técnicas de mensuração apresentadas na literatura é Análise por Ponto de Função (*Function Point Analysis* – FPA).

4.1.2.1 Análise por Ponto de Função

Em 1979, Allan J. Albrecht definiu a técnica de Análise de Pontos por Função (*Function Point Analysis* – FPA) a partir destes estudos, buscando mapear as questões pertinentes à estimativa e avaliação de produtividade no desenvolvimento de software em ambientes heterogêneos. Pode ser aplicada para calcular o tamanho de projetos de desenvolvimento, de projetos de manutenção, ou de aplicações existentes. Essa técnica analisa a complexidade de uma aplicação pela medição indireta de suas *funções de dados* e *funções transacionais* (OLIVEIRA, 2002).

Cada métrica da FPA deverá ter sua complexidade classificada em “simples”, “média” ou “alta”, que terão pesos associados. O somatório da multiplicação entre a

quantidade de ocorrências de cada métrica por seu peso de complexidade fornecerá o valor bruto total.

4.2 Processos de Avaliação de Qualidade de Serviços

Uma avaliação de qualidade de serviços abrange diversas atividades, verificações, análises e uso de técnicas, para se concluir se certos atributos (ou critérios) necessários a um serviço são atendidos ou não. A avaliação de qualidade de serviços é um processo que deve ser adaptado considerando-se propriedades de natureza própria do serviço avaliado.

As Universidades, tão distintas pelo seu tipo de atividade, forma de controle e funções sociais, apresentam serviços específicos, que devem ser avaliados como tal.

A avaliação de uma Instituição de Ensino inicia-se pelo estabelecimento dos requisitos da avaliação, identificação dos objetivos da avaliação, serviço a ser avaliado e o modelo de qualidade a ser usado. Nesta fase, ocorre a escolha das características e subcaracterísticas relacionadas ao serviço específico.

O próximo passo é especificar a avaliação através da definição das métricas e de seus níveis de pontuação, os quais quantificam as características, e elaborar os critérios de julgamento. Cada métrica deverá ser cuidadosamente quantificada e relacionada a uma característica de qualidade. A pontuação deve estar mapeada em uma escala de graus de satisfação, que indica o limite entre o aceitável e o não aceitável de qualidade.

Em seguida, são planejados os procedimentos a serem executados pelo avaliador, incluindo métodos e cronograma de ações. A execução da avaliação consiste nas atividades de medição, pontuação e julgamento. Ao realizar esta etapa, as medidas referentes ao objeto devem ser coletadas e posteriormente comparadas com uma pontuação preestabelecida, considerada satisfatória para os atributos. O resultado da

avaliação é obtido pelo grau de satisfação, que o produto obteve sobre os requisitos de qualidade (OLIVEIRA, 2002).

4.3 Modelos de Avaliação de Qualidade de Serviços

O termo excelência é utilizado para denotar distinção e perfeição. Na gestão das Instituições Públicas, os modelos de excelência são usados para apresentar o mais alto nível, o estado da arte de como geri-las (MOREIRA, 2005).

A excelência é estabelecida por meio de critérios, que constituem um modelo, que esclarecem o que é uma Instituição excelente. Estes critérios apresentam um modelo amplo de gestão, envolvendo todos os princípios da qualidade. Podem ser definidos de duas formas: elaborados pela própria instituição ou tendo como base critérios já estabelecidos e amplamente aceitos (MOREIRA, 2005).

A seguir, são apresentados alguns modelos para avaliação da qualidade de serviços em Instituições Públicas.

4.3.1 PQSP – Programa de Qualidade no Serviço Público

A compreensão de que o maior desafio do setor público brasileiro é a gestão, fez com que, na década de 90, se buscasse um novo modelo de gestão pública focado em resultados e orientado para o cidadão.

Em 1997, o Programa da Qualidade no Serviço Público (PQSP) optou pelos critérios de excelência utilizados no Brasil e em diversos países do mundo. A estratégia empregue foi a utilização dos modelos usados pelos prêmios e sistemas existentes com a adaptação da linguagem, ou seja, de explicação dos conceitos, mantendo o alinhamento em termos de critérios, pontuação e, principalmente, da essência de todos esses modelos existentes.

O movimento pela qualidade do serviço público difundido pelo PQSP visa a melhoria da gestão no setor público, mas, além disso, visa elevar o padrão dos serviços prestados ao cidadão, tornando-o mais exigente em relação aos serviços ao qual tem direito. Segundo (MOREIRA, 2005), “a gestão pela qualidade instrumentalizará o alcance da dimensão política na sua expressão mais ampla: a da cidadania”.

4.3.2 PNQ – Prêmio Nacional de Qualidade

Encarada como uma necessidade na conquista de mercado, a qualidade tornou-se, nos últimos anos, o grande diferencial das organizações que buscam manter-se competitivas. Para avaliar seu sistema de gestão e alavancar a excelência em seus produtos e serviços, empresas brasileiras estão, cada vez mais, aplicando critérios que visam a organização como um todo. Neste sentido, o Prêmio Nacional da Qualidade (PNQ), instituído em 1992, busca promover o entendimento dos requisitos para alcançar a excelência do desempenho e troca de informações sobre métodos e sistemas de gestão.

Administrado pela Fundação para o Prêmio Nacional da Qualidade (FPNQ), instituída em outubro de 1991 por 39 organizações públicas e privadas, o PNQ surgiu do esforço de um grupo de estudos formado por profissionais oriundos das áreas industrial, consultoria e acadêmicos. Este grupo dedicou-se ao trabalho de pesquisa e análises de diversas premiações, em particular o Prêmio Malcolm Baldrige (EUA) e o Prêmio Deming (Japão), cujo intuito foi de formular fundamentos, critérios e processo de premiação do PNQ.

O PNQ abrange diversos segmentos e ramos de atividades, que são subdivididos em seis categorias de premiação, de acordo com o setor e o porte da empresa candidata. São elas: manufaturas (acima de 500 pessoas); prestadoras de serviços (acima de 500 pessoas); médias empresas (de 51 a 500 pessoas); pequenas e microempresas; órgãos da administração pública do poder executivo federal e organizações de direito privado sem fins lucrativos.

Para avaliar as empresas candidatas, o processo é subdividido em três etapas, iniciando pela análise crítica individual do relatório da gestão da organização. Em seguida, o processo de avaliação continua com a análise crítica de consenso do relatório de gestão da candidata. A terceira etapa consiste na visita às instalações da candidata selecionada. Ao final de cada etapa, as empresas candidatas são analisadas com base na pontuação conquistada, que decidirá se ela deve prosseguir para a etapa seguinte ou eliminada do processo.

4.3.2.1 Critérios de Excelência do PNQ

Segundo Moreira (2005), os critérios de excelência do PNQ estão fundamentados nos seguintes valores:

a) **Excelência dirigida ao cidadão**: No setor público, a observância deste princípio significa servir o cidadão e a sociedade na condição de utilizadores de serviços e não a burocracia. Isso implica deixar de cumprir exclusivamente as normas e passar a buscar um novo referencial – externo – fundamentado na percepção dos utilizadores dos serviços prestados;

b) **Gestão participativa:** O estilo da gestão pública de excelência é participativo. Isso determina uma atitude para gerir com liderança, na busca do máximo de cooperação das pessoas, reconhecendo a capacidade e o potencial diferenciado de cada um, harmonizando os interesses individuais e coletivos, a fim de conseguir a sinergia das equipas de trabalho. Uma gestão participativa genuína requer cooperação, compartilhamento de informações e confiança para delegar, dando autonomia para atingir as metas.

c) **Gestão baseada em processos e informações:** O centro prático da ação da gestão pública de excelência é o processo, entendido como um conjunto de atividades inter-relacionadas ou interativas que transforma entradas (insumos) em saídas (serviços/produtos) com alto valor agregado. Gerir um processo significa planejar, desenvolver e

executar as suas atividades e avaliar, analisar e melhorar os seus resultados, proporcionando melhor desempenho à organização;

d) **Valorização das pessoas:** As pessoas fazem a diferença quando o assunto é o sucesso de uma organização. A valorização das pessoas pressupõe dar autonomia para atingir as metas, criar oportunidades de aprendizagem e desenvolvimento das potencialidades e reconhecer o bom desempenho;

e) **Visão de futuro:** A busca da excelência nas organizações públicas está diretamente relacionada com a sua capacidade de estabelecer um estado futuro desejado que dê coerência ao processo decisório e que permita à organização antecipar-se a novas necessidades e expectativas dos cidadãos e da sociedade;

f) **Aprendizagem organizacional:** A aprendizagem deve ser internalizada na cultura organizacional, tornando-se parte do trabalho diário em todas as suas atividades, seja na constante busca da eliminação da causa de problemas, na busca de inovação e na motivação das pessoas pela própria satisfação de executarem as suas atividades sempre da melhor maneira possível;

g) **Agilidade:** A postura pró-ativa está relacionada com a noção de antecipação e resposta rápida às mudanças do ambiente. Para tanto, a organização precisa antecipar-se no atendimento a novas necessidades dos seus utilizadores e das demais partes interessadas;

h) **Foco nos resultados:** O resultado é a materialização de todo o esforço da organização para atender às necessidades de todas as partes interessadas. O sucesso de uma organização é avaliado através dos resultados medidos por um conjunto de indicadores;

i) **Inovação:** Significa fazer mudanças significativas (tecnologia, métodos, valores) para melhorar os serviços e produtos da organização. A organização deve ser conduzida e gerida de forma a que a inovação se torne parte da cultura;

j) **Controle Social:** A gestão das organizações públicas tem que estimular o cidadão e a própria sociedade a exercerem, ativamente, o seu papel de guardiões dos seus direitos e dos seus bens comuns.

O PNQ é composto por sete critérios, que são definidos em Liderança, Estratégias e Planos, Clientes e Sociedade, Informação e Conhecimento, Pessoas, Processos e Resultados. Estes critérios mostram o que a organização deve fazer para obter sucesso na busca pela excelência no desempenho.

A Fig. 4.1 representa graficamente a relação entre os sete critérios de Excelência em Gestão Pública preconizados pelo Programa da Qualidade no Serviço Público.

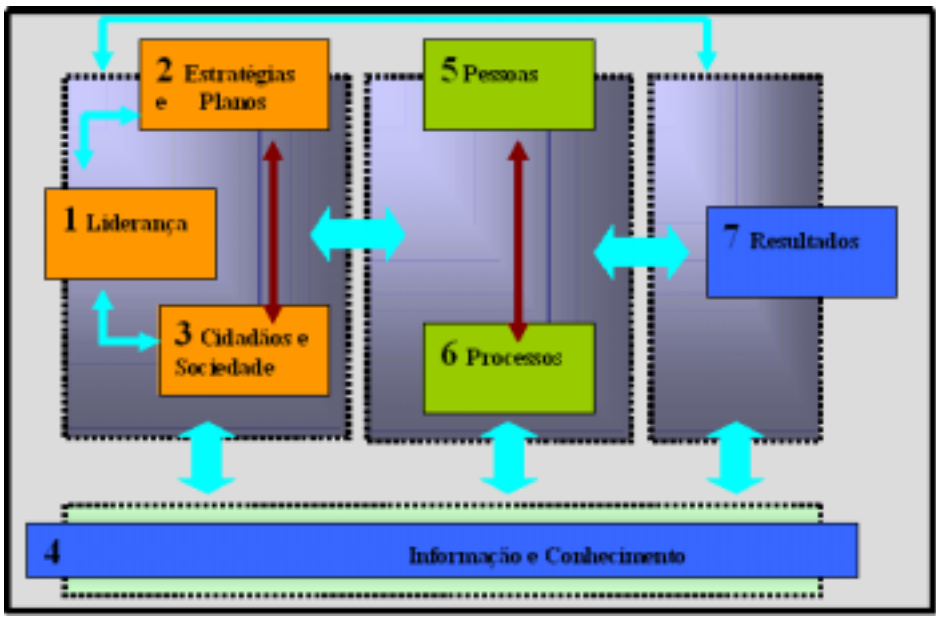


Figura 4.1: Representação do Modelo de Excelência

Fonte: Adaptado do Manual de Avaliação do PQSP. Ministério do Planejamento, Orçamento e Gestão, 2004.

4.3.2.3 Relação dos Critérios com o ciclo PDCA

O bloco da Fig. 4.2 representa o **Planejamento.** Por meio da liderança forte da alta administração, que tem como foco a missão da organização e as exigências dos

seus clientes, os serviços/produtos e os processos são planejados e as estratégias traçadas.

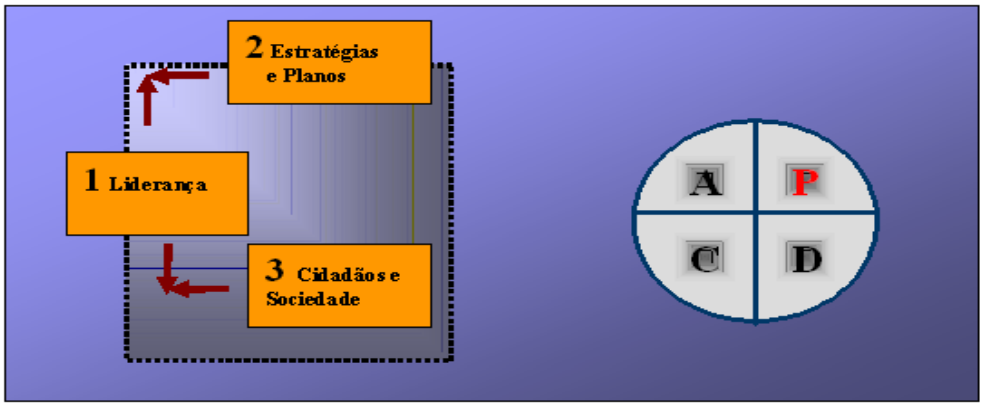


Figura 4.2: Bloco que representa o Planejamento

Fonte: adaptado do Manual de Avaliação do PQSP. Ministério do Planejamento, Orçamento e Gestão. 2004

O bloco da Fig. 4.3 representa a **Execução**. Neste espaço concretiza-se a ação, que transforma os objetivos da organização e as metas dos planos em resultados.

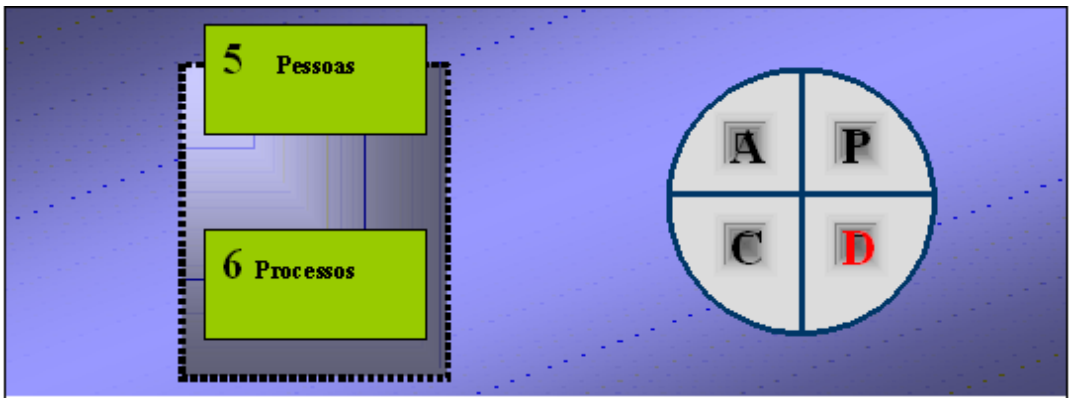


Figura 4.3: Bloco que representa o Desenvolvimento.

Fonte: adaptado do Manual de Avaliação do PQSP. Ministério do Planejamento, Orçamento e Gestão, 2004.

O bloco da Fig. 4.4 representa o **Controle**. Neste espaço é possível avaliar o desempenho da organização: o atendimento ao cidadão; a qualidade do serviço; o uso de recursos; a gestão das pessoas; o relacionamento com a sociedade.

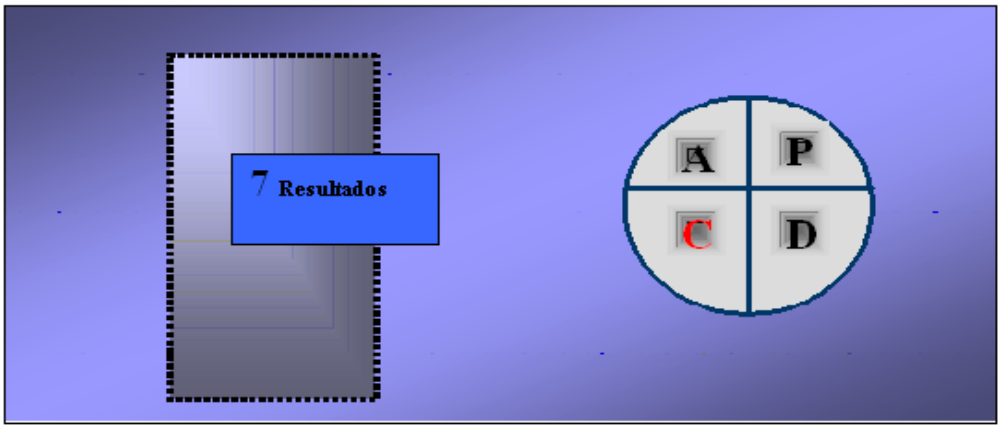


Figura 4.4: Bloco que representa o Controle
Fonte: adaptado do Manual de Avaliação do PQSP. Ministério do Planejamento, Orçamento e Gestão, 2004.

O bloco da Fig. 4.5 representa a **Ação Corretiva.** Neste espaço, a organização age para corrigir e melhorar as suas práticas de gestão e, conseqüentemente, o seu desempenho.

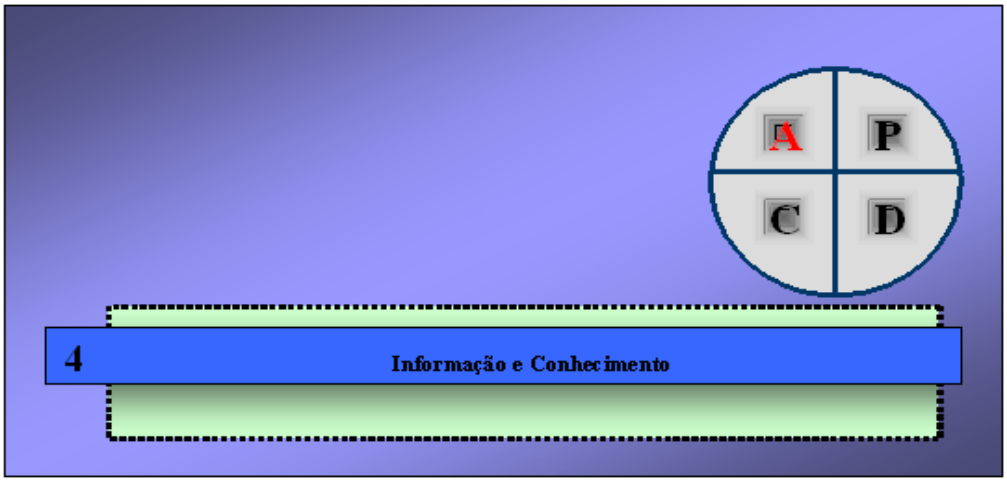


Figura 4.5: Bloco que representa a Ação Corretiva
Fonte: adaptado do Manual de Avaliação do PQSP. Ministério do Planejamento, Orçamento e Gestão, 2004.

4.3.3 SINAES – Sistema Nacional de Avaliação do Ensino Superior

Criado pela Lei n° 10.861, de 14 de abril de 2004, o Sistema Nacional de Avaliação da Educação Superior (Sinaes) é o novo instrumento de avaliação superior

do MEC/Inep. Ele é formado por três componentes principais: a avaliação das instituições, dos cursos e do desempenho dos estudantes.

O SINAES tem por finalidades “a melhoria da qualidade da educação superior, a orientação da expansão da sua oferta, o aumento permanente da sua eficácia institucional e efetividade acadêmica e social e, especialmente, a promoção do aprofundamento dos compromissos e responsabilidades sociais das instituições de educação superior, por meio da valorização de sua missão pública, da promoção dos valores democráticos, do respeito à diferença e à diversidade, da afirmação da autonomia e da identidade institucional” (BRASIL, 2004).

O SINAES propõe uma avaliação institucional integrada por diversos instrumentos complementares: auto-avaliação, avaliação externa, Enade, condições de ensino e instrumentos de informação (censo e cadastro). A partir dos resultados das avaliações, é traçado um panorama da qualidade dos cursos e instituições de educação superior no País.

As informações obtidas com o SINAES deverão ser utilizadas pelas IES, para orientação da sua eficácia institucional e efetividade acadêmica e social; pelos órgãos governamentais para orientar políticas públicas e pelos estudantes, pais de alunos, instituições acadêmicas e público em geral, para orientar suas decisões quanto à realidade dos cursos e das instituições.

V SOLUÇÃO COMPUTACIONAL PARA AVALIAÇÃO DA QUALIDADE DE SERVIÇOS NAS INSTITUIÇÕES DE ENSINO SUPERIOR

5.1 Viabilidade do Sistema

O primeiro passo para a execução de um projeto de software é analisar a viabilidade e os riscos de implementação.

O sistema proposto neste trabalho "não necessita de um *estudo de viabilidade,* pois é um sistema em que a justificação econômica é óbvia, os riscos técnicos são baixos, poucos problemas jurídicos são esperados e não existe nenhuma alternativa razoável" (PRESSMAN, 2000).

A análise de custo/benefício delineia os custos para desenvolvimento do projeto e compara-os com os benefícios tangíveis e intangíveis de um sistema (PRESSMAN, 2000). No caso do sistema para avaliação de serviços em IES, só os benefícios intangíveis (como por exemplo, melhor qualidade de avaliação, serviços mais otimizados) são considerados, uma vez que o retorno sobre os investimentos não é financeiro.

Em relação ao baixo risco técnico, o sistema não necessita de tecnologia de ponta para ser desenvolvido e implantado e os algoritmos e métodos propostos para a implementação, pelo fato de conterem fundamentos básicos e já terem sido usados para outras aplicações, não apresentam risco de desenvolvimento.

A viabilidade legal abrange uma ampla variedade de preocupações que inclui contratos, responsabilidade legal, violação e uma infinidade de outras armadilhas (PRESSMAN, 2000). Como o sistema proposto deverá ser utilizado como uma

ferramenta para auxiliar a avaliação da qualidade de serviços, acredita-se que será pequeno (ou inexistente) o número de problemas jurídicos.

5.2 Análise dos Requisitos

O processo de avaliação das características de qualidade de serviços foi realizado a partir dos Critérios de Excelência do PNQ (seção 5.2.1), os quais foram pontuados de acordo com a Tabela contida no Manual de Avaliação do PQSP (Tab. 5.1).

Para a geração do Modelo *Fuzzy*, que posteriormente será utilizado como diretriz para a análise dos dados, é necessário que sejam estabelecidos: o objetivo da avaliação; o conjunto de itens a ser avaliado; e o grau de importância dos itens avaliados[2]. A seguir, cada uma destas características é detalhada.

5.2.1 Objetivo e Critérios para avaliação de Serviços

O objeto da avaliação é o domínio de aplicação Serviços de instituições de Ensino Superior.

Para efeito de avaliação da qualidade da gestão pública, as sete partes do Modelo de Excelência em Gestão Pública foram transformadas em sete Critérios para Avaliação da Gestão Pública, aos quais foram incorporadas referências de excelência (requisitos) a partir dos quais a organização pública pode implementar ciclos contínuos de avaliação e melhoria da sua gestão.

Em (MOREIRA, 2005) encontramos as seguintes características de cada um dos critérios:

---

[2] A etapa de obtenção do perfil e peso dos especialistas não fora mencionada devido a todos os especialistas envolvidos no processo de avaliação apresentarem o mesmo grau de importância.

a) Critério Liderança: aborda o modo como está estruturado o sistema de liderança da organização, ou seja, sua composição e o seu funcionamento. Aborda como a alta administração, a partir das macroorientações do governo, atua pessoalmente para definir e disseminar, entre os colaboradores, os valores, as políticas e as orientações estratégicas, levando em consideração as necessidades de todas as partes interessadas, orientando-as na busca do desenvolvimento institucional, do seu desenvolvimento individual, estimulando a iniciativa e a criatividade.

b) Critério Estratégias e Planos: aborda a forma como a organização, a partir da sua visão de futuro, formula as suas estratégias e as desdobra em planos de ação de curto e longo prazo. Aborda, particularmente, como a organização utiliza as informações sobre os clientes e sobre o seu próprio desempenho para estabelecer as estratégias, de forma a assegurar o alinhamento e a implementação das mesmas, visando o atendimento da sua missão e a satisfação das partes interessadas.

c) Critério Cidadãos e Sociedade: examina a forma como a organização, no cumprimento das suas competências institucionais, identifica e entende os clientes dos seus serviços/produtos e as suas respectivas necessidades, antecipando-se a elas, no cumprimento das suas competências institucionais. Examina, também, o modo como divulga os seus serviços/produtos e ações visando reforçar a sua imagem institucional e como estreita o seu relacionamento com os clientes e mede e intensifica a sua satisfação.

d) Critério Informação e Conhecimento: aborda o modo como são gerados as informações e os indicadores de desempenho mais importantes da organização e dos seus referenciais comparativos, e como é feita a gestão do conhecimento na organização.

e) Critério Pessoas: aborda o modo como a organização prepara e estimula as pessoas para desenvolver e utilizar plenamente seu

potencial, isto em alinhamento com as estratégias da organização. Este critério também aborda os esforços para criar e manter um ambiente que conduza a excelência no desempenho, à plena participação e ao crescimento individual e institucional.

f) Critério Processos: aborda os principais aspectos do funcionamento interno da organização, incluindo a estruturação dos seus processos com base nas suas competências legais, a definição dos seus serviços com foco nas necessidades dos cidadãos, a implementação e operacionalização dos seus processos finalísticos, de apoio, orçamentários e financeiros e os relativos aos processos de suprimentos. Aborda, portanto, o modo como os principais processos da organização são definidos, estruturados, implementados, geridos e aperfeiçoados, para obter um melhor desempenho e para melhor atender às necessidades dos cidadãos.

g) Critério Resultados: trata: a evolução do desempenho da organização em relação a satisfação dos seus cidadãos, considerando o atendimento ao universo potencial de cidadãos e também a melhoria dos seus serviços/produtos e dos processos organizacionais; a satisfação, avaliação, bem-estar, educação e capacitação das pessoas; a gestão dos fornecedores e o cumprimento das metas e aplicação dos recursos orçamentários e financeiros.

5.3 Especificação dos Requisitos

5.3.1 Itens de avaliação

Para efeito de avaliação, as partes que compõem o Modelo de Avaliação da Gestão Pública foram transformadas em Critérios de Avaliação. Esses Critérios são constituídos por itens que descrevem os requisitos relativos às práticas de gestão e aos resultados. A escala de pontuação compreende intervalos de 0 (zero) a 1.000 (mil) pontos, conforme mostrado na Tab. 5.1.

Tabela 5.1: Critérios e Itens de Avaliação e pontuações máximas.

Critérios	Itens	Pontos
1 Liderança		**90**
	1.1 Sistema de liderança	30
	1.2 Cultura da Excelência	30
	1.3 Análise crítica do desempenho global	30
2 Estratégias e Planos		**90**
	2.1 Formulação das estratégias	30
	2.2 Desdobramento e operacionalização das estratégias	30
	2.3 Formulação do sistema da medição do desempenho	30
3 Cidadãos e Sociedade		**90**
	3.1 Imagem e conhecimento mútuo	30
	3.2 Relacionamento com os cidadãos-usuários	30
	3.3 Interação com a sociedade	30
4 Informação e Conhecimento		**90**
	4.1 Gestão das informações da organização	30
	4.2 Gestão das informações comparativas	30
	4.3 Gestão do capital intelectual	30
5 Pessoas		**90**
	5.1 Sistemas de trabalho	30
	5.2 Educação e capacitação	30
	5.3 Qualidade de vida	30
6 Processos		**90**
	6.1 Gestão de processos finalísticos	30
	6.2 Gestão de processos de apoio	20
	6.3 Gestão de processos de suprimento	20
	6.4 Gestão orçamentária e financeira	20
7 Resultados		**460**
	7.1 Resultados relativos aos cidadãos - Usuários	100
	7.2 Resultados relativos à interação com a sociedade	50
	7.3 Resultados orçamentários e financeiros	60
	7.4 Resultados relativos às pessoas	60
	7.5 Resultados relativos a suprimento	40
	7.6 Resultados relativos aos serviços e produtos	90
	7.7 Resultados dos processos de apoio e organizacionais	60
Total de Pontos		**1000**

Fonte: adaptado do Manual de Avaliação do PQSP. Ministério do Planejamento, Orçamento e Gestão, 2004.

Para realizar a avaliação de um determinado serviço, os avaliadores pontuam cada item (da Tab. 5.1) com valores entre 0 (zero) e 100 (cem), que corresponde ao valor percentual do item pontuado. Para verificar a pontuação real atribuída, é necessário fazer uma transformação de acordo com o peso de cada item, também mostrado na Tab 5.1. Por exemplo, se um avaliador atribuir o percentual de **40%** para o item Sistemas de Liderança, do critério Liderança, este corresponderá a uma pontuação real de **12** pontos (o item mencionado tem como pontuação máxima de 30 pontos).

De posse de todos as pontuações já transformadas de acordo com o peso de cada item, é possível calcular a pontuação total do serviço avaliado.

5.3.2 Sistema de Pontuação com Conjuntos Clássicos

Depois de calculada a pontuação total dos 26 itens dos critérios, atribuídas por cada avaliador, é possível classificar o serviço avaliado de acordo com o estágio da organização ao qual a pontuação total está inserida.

A Tab. 5.2 representa as 9 (nove) faixas de estágio da organização. Cada faixa representa um intervalo de valores. A faixa número nove representa o mais alto nível de qualidade de serviços em uma instituição, onde a pontuação total está contida no intervalo [851, 1000]. Em contrapartida, a faixa número um representa o mais baixo nível de qualidade, onde há estágios muito preliminares de desenvolvimento de práticas de gestão.

Tabela 5.2: Faixas de Pontuação Global

N◦	Posição	Pontuação	Estágio da Organização
9	Alta	951 – 1000	Práticas inovadoras, altamente refinadas, com plena aplicação. Resultados totalmente relacionados às práticas, com tendências muito favoráveis e níveis de desempenho excelentes. Liderança nacional e internacional, reconhecido como referencial de excelência.
	Média	901 – 950	
	Baixa	851 – 900	
8	Alta	817 – 850	Práticas muito refinadas, algo inovadoras e muito bem aplicadas, sem lacunas ou variações nas áreas e processos principais. Resultados importantes e com tendências favoráveis em praticamente todos as práticas. Referência de excelência em sua área.
	Média	784 – 816	
	Baixa	751 – 783	
7	Alta	717 – 750	Práticas pró-ativas, sendo algumas inovadoras e refinadas, com boa evidência de continuidade e maturidade na maioria das áreas e processos principais. Existe boa base para ampliar a disseminação das práticas implementadas, com tendências favoráveis na maioria das áreas. Em algumas áreas pode ser líder no ramo ou referencial de excelência.
	Média	684 – 716	
	Baixa	651 – 683	
6	Alta	617 – 650	Práticas adequadas e eficazes para a maioria dos requisitos, na maioria pró-ativas e de uso continuado, sem deficiências significativas, disseminadas na maioria das áreas e processos principais. Tendências favoráveis nos resultados da maioria das áreas importantes para o sucesso da organização.
	Média	584 – 616	
	Baixa	551 – 583	
5	Alta	517 – 550	Práticas adequadas e eficazes para alguns requisitos de todos os Itens, sendo algumas pró-ativas, com uso continuado para muitas áreas e processos, mas a aplicação em alguns deles ainda está em estágios iniciais. Tendências favoráveis e desempenho superior às comparações em alguns resultados.
	Média	484 – 516	
	Baixa	451 – 483	
4	Alta	417 – 450	Práticas adequadas para os requisitos da maioria dos Itens, algumas sendo pró-ativas e a aplicação em algumas das principais áreas e processos é muito recente para demonstrar resultados. Tendências favoráveis, porém, em algumas áreas importantes para sucesso da organização, as tendências de melhoria são recentes.
	Média	384 – 416	
	Baixa	351 – 383	
3	Alta	317 – 350	Práticas adequadas aos requisitos de alguns Itens, reativas, com indício de uso continuado, entretanto existem lacunas importantes nos métodos e na aplicação em alguns Itens dos Critérios. Primeiros estágios quanto à obtenção de resultados decorrentes das práticas de gestão, com algumas tendências sendo favoráveis.
	Média	284 – 316	
	Baixa	251 – 283	
2	Alta	217 – 250	Práticas nos primeiros estágios de desenvolvimento e implantação, existindo lacunas significativas na aplicação da maioria delas. Começam a aparecer alguns resultados decorrentes da aplicação das práticas implementadas, com algumas tendências favoráveis.
	Média	184 – 216	
	Baixa	151 – 183	
1	Alta	101 – 150	Estágios muito preliminares de desenvolvimento de práticas de gestão. Não se pode considerar que os resultados decorram das práticas implementadas.
	Média	51 – 100	
	Baixa	0 – 50	

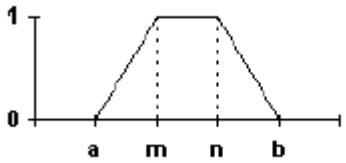
Fonte: adaptado do Manual de Avaliação do PQSP. Ministério do Planejamento, Orçamento e Gestão, 2004.

5.3.3 Sistema de Pontuação com Conjuntos *Fuzzy*

Como sugestão inicial, indica-se a adequação das Faixas Globais de Pontuação (Tab. 5.2) para números *fuzzy*.

A nota global (soma de todas as notas dos itens dos critérios) dada por cada avaliador deve passar pelo processo de fuzificação, isto é, a transformação da nota (valor nítidos) em números *fuzzy* trapezoidais.

Os números *fuzzy* trapezoidais foram selecionados para serem aplicados no modelo pois se revelam apropriados para utilizar faixas de valores. Um número *fuzzy* trapezoidal pode ser representado por Ñ (a, m, n, b), conforme a Fig. 5.1. Os valores *a* e *b* identificam, respectivamente, os limites inferior e superior da base maior do trapézio, onde μÃ (x) = 0. Os valores *m* e *n* são, respectivamente, os limites inferior e superior da base menor do trapézio, onde μÃ (x) = 1 (LIMA JR, 2002).



$$\mu_{\tilde{N}}(x) = \begin{cases} 0, \text{ se } x < a \\ (x-a)/(m-a), \text{ se } x \in [a,m] \\ 1, \text{ se } x \in [m,n] \\ (b-x)/(b-n), \text{ se } x \in [n,b] \\ 0. \text{ se } x > b \end{cases}$$

Figura 5.1: a) Número Fuzzy Trapezoidal b) Equação do Número Fuzzy Trapezoidal

A seguir, é mostrada a Tab. 5.3, com os números trapezoidais referentes a cada faixa de classificação. Na Fig. 5.2 temos o gráfico das funções de pertinência.

Tabela 5.3: Números *fuzzy* trapezoidais para a avaliação da Qualidade de Serviços

Pontuação	Número Fuzzy Trapezoidal	Classificação	Interpretação (Vide Tabela 5.2 – Faixas de Pontuação Global)
0 – 150	(0 , 0 , 76 , 151)	E1	Estágio da Organização para o Número 1
151 - 250	(76, 151, 201, 251)	E2	Estágio da Organização para o Número 2
251 - 350	(201, 251, 301, 351)	E3	Estágio da Organização para o Número 3.
351 - 450	(301, 351, 401, 451)	E4	Estágio da Organização para o Número 4
451 – 550	(401, 451, 501, 551)	E5	Estágio da Organização para o Número 5
551 - 650	(501, 551, 601, 651)	D6	Estágio da Organização para o Número 6.
651 - 750	(601, 651, 701, 751)	C7	Estágio da Organização para o Número 7.
751 - 850	(701, 751, 801, 851)	B8	Estágio da Organização para o Número 8.
851 - 1000	(801, 851, 1000, 1000)	A9	Estágio da Organização para o Número 9.

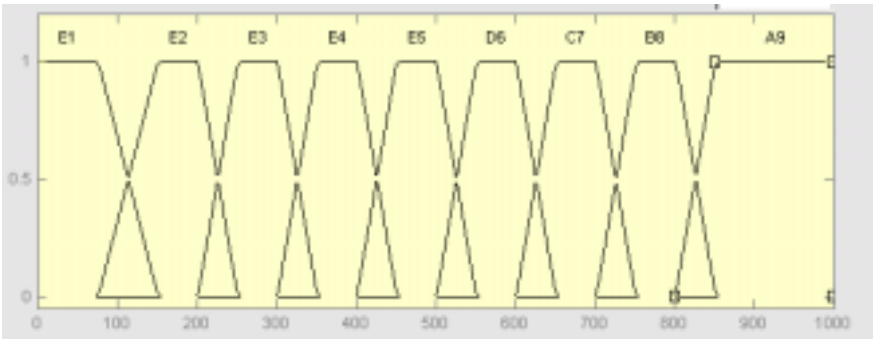


Figura 5.2: Funções de Pertinência

5.4 Projeto e execução da Avaliação

5.4.1 Coleta de Dados para Avaliação

Para a avaliação da qualidade de Serviços em Instituições de Ensino Superior é selecionado um número X de especialistas de instituições distintas. Cada especialista selecionado procederá a avaliação do serviço em questão após o recebimento do sistema de Avaliação de Qualidade, proposto por este trabalho, e do documento fornecido pela instituição a ser avaliada, o qual contem questões relevantes do serviço oferecido.

No decorrer (ou no término) da avaliação individual, os especialistas podem verificar qual o resultado de sua avaliação, ou seja, qual a faixa global da pontuação que se enquadra sua avaliação.

À medida que os especialistas vão finalizando suas avaliações, os dados da avaliação devem ser enviados para um banco de dados externo, de onde, depois de ser realizado um estudo consensual entre as avaliações, o serviço é enfim conceituado (enquadrado em uma das faixas de pontuação global). Uma vez que os dados forem enviados para este banco de dados, de acesso restrito, a avaliação do especialista é considerada encerrada, ou seja, o especialista não pode mais fazer modificações nos dados.

5.4.2 Comparação do resultado obtido com o Modelo de Qualidade

A princípio, é objetivo deste trabalho, analisar somente os dados individuais de cada especialista.

A análise dos dados poderá ser feita de duas maneiras:

1 - simplesmente computando a soma das pontuações dadas (depois do devido ajuste de acordo com o peso de cada item), e enquadrando o resultado em uma das faixas de pontuação global (Fig. 5.3), ou,

2 – exportando-se os dados para um módulo de análise, que a partir de conjuntos *fuzzy*, atribuirá um conceito mais preciso para a qualidade do serviço avaliado (Ver Seção 5.6 - Análise dos relatórios).

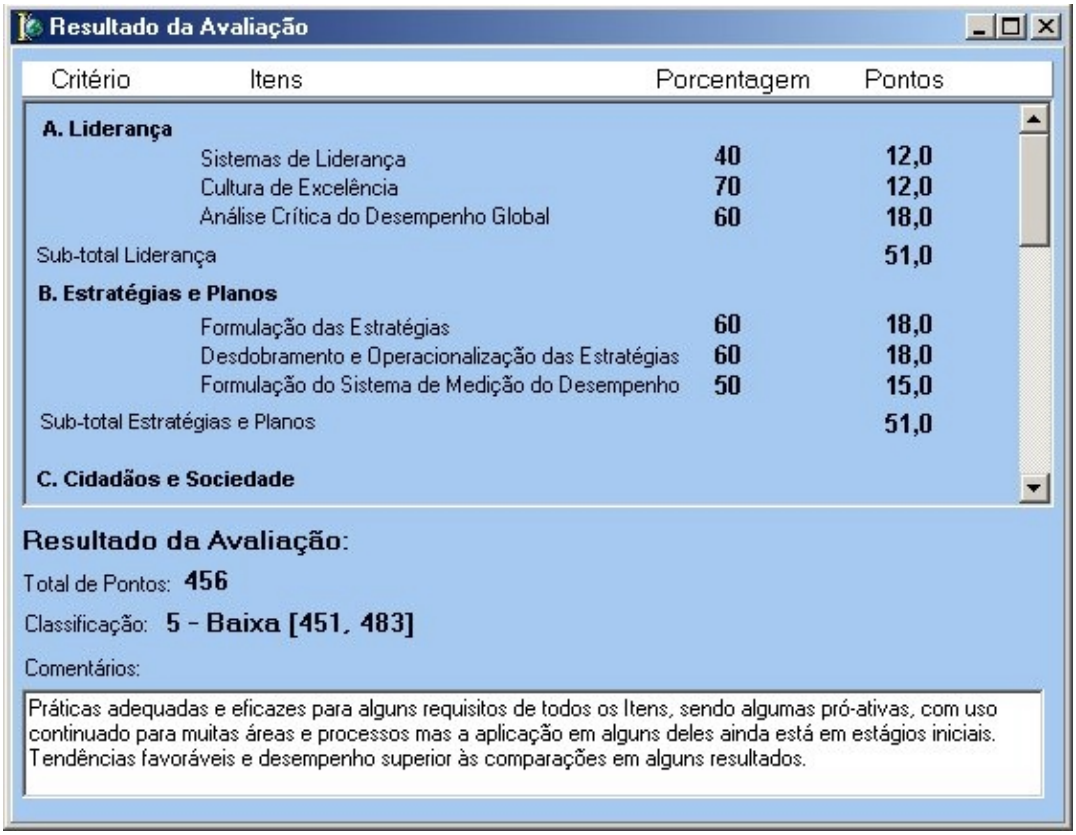


Figura 5.3: Interface com o Resultado da Avaliação

5.5 Características do Sistema

Não há dúvida de que o modo de especificação se reflete na qualidade da solução (PRESSMAN, 2000). Para caracterizar o Sistema de Avaliação da Qualidade de Serviços, utilizaremos: Diagrama de Fluxo de Dados, Especificação do Controle, Especificação dos Processos e Descrição da Interface com o sistema. A seguir, cada um dos tópicos citados é detalhado.

5.5.1 Representação do Fluxo da Informação

Á medida em que se movimenta pelo software, a informação é modificada por uma séria de transformações. Um diagrama de fluxo de dados (DFD) é uma técnica gráfica que descreve o fluxo de informação e as transformações que são aplicadas à medida que os dados se movimentam da entrada para a saída (PRESSMAN, 2000).

Para representar o Sistema de Avaliação proposto, é esquematizado, na Fig. 5.4, o DFD de nível 0 (ou Modelo Funcional do Sistema ou Modelo de Contexto). Neste DFD, o elemento software global é representado como uma única bolha, e os dados de entrada e saída são representados por setas, que chegam e saem, respectivamente. Também, é importante salientar que as setas rotuladas representam itens de dados compostos, por exemplo, **Comandos e dados do usuário**, envolve todos os comandos de Abertura, Salvamento, Solicitação de Avaliação, além de todos os dados que são introduzidos no Sistema.

Como pode ser observado na Fig. 5.4, o Sistema de Avaliação pode receber entradas do teclado ou dados de um arquivo. Como saídas, pode gerar um arquivo ou enviar informações para as seguintes entidades externas: Monitor de vídeo, Software de Avaliação (*Matlab*) ou Banco de Dados de Avaliações externo.

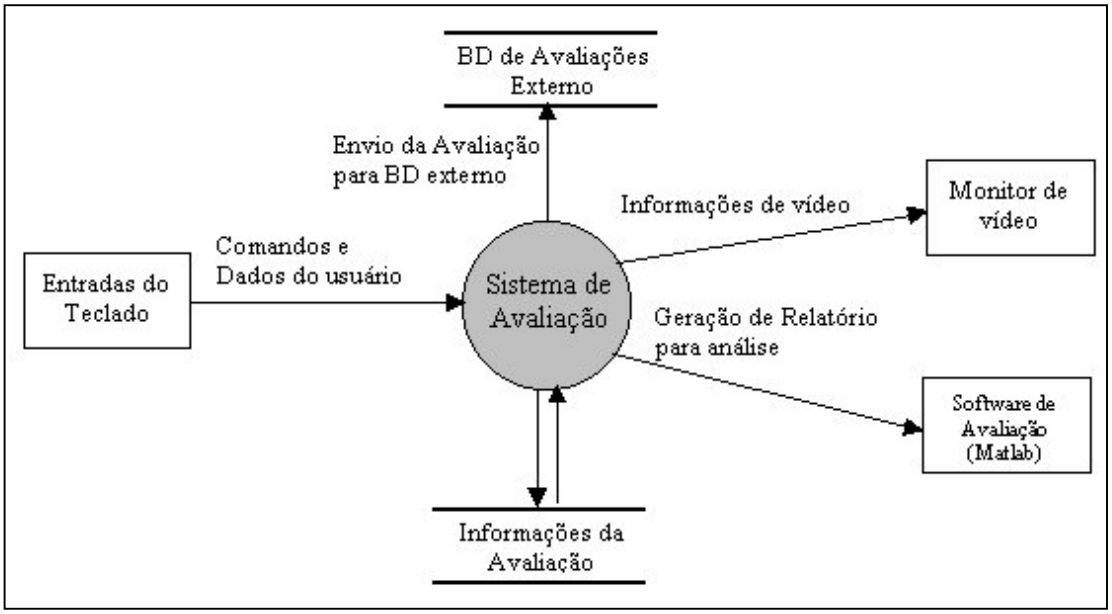


Figura 5.4. DFD de nível 0 para o Sistema de Avaliação

A Fig. 5.5 mostra o DFD de nível 0 expandido para o DFD de nível 1. Alguns processos representados no nível 1 do DFD precisaram ser refinados em mais níveis de detalhe. São eles: Verificar Condições de Envio e Avaliar/Pontuar Item.

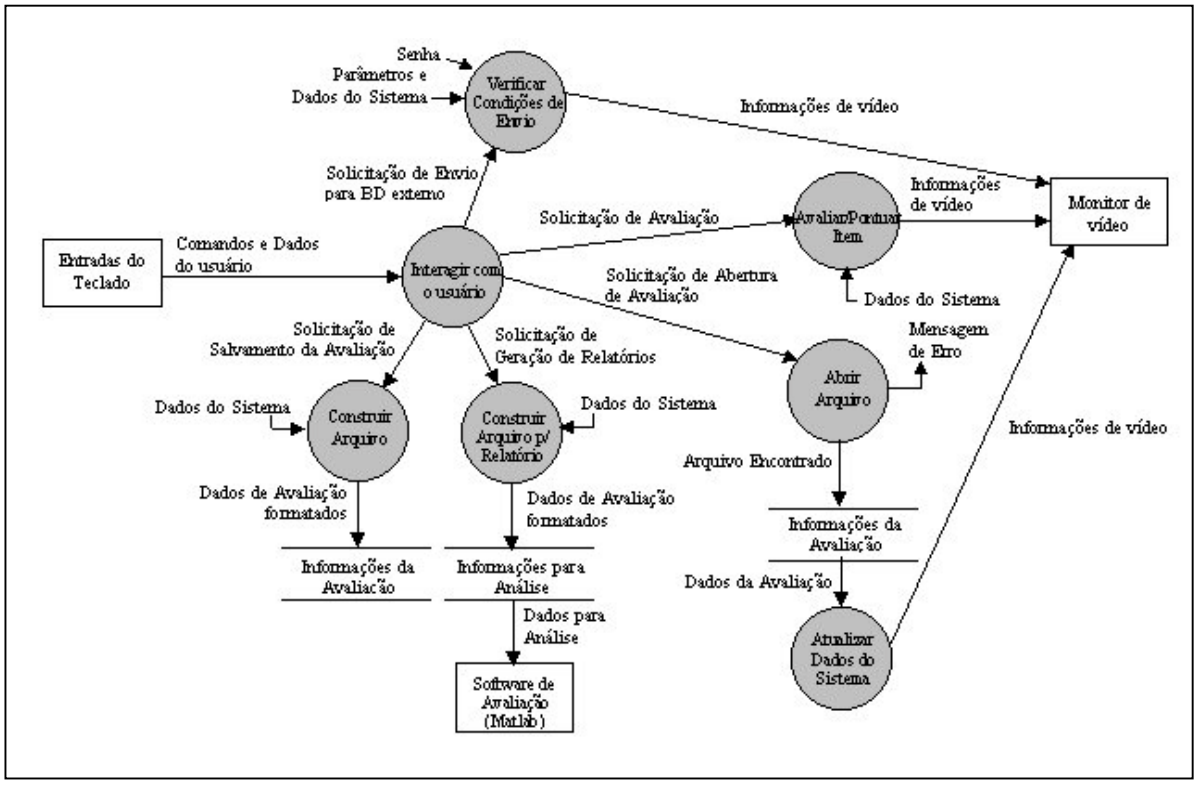


Figura 5.5: DFD de nível 1 para o Sistema de Avaliação

A Fig. 5.6 representa o DFD de nível 2 que refina o processo **Verificar Condições de Envio**. Ela mostra a expansão do processo citado em outros 4 processos. Já a Fig. 5.7 mostra o DFD de nível 2 para o processo **Avaliar/Pontuar Item**.

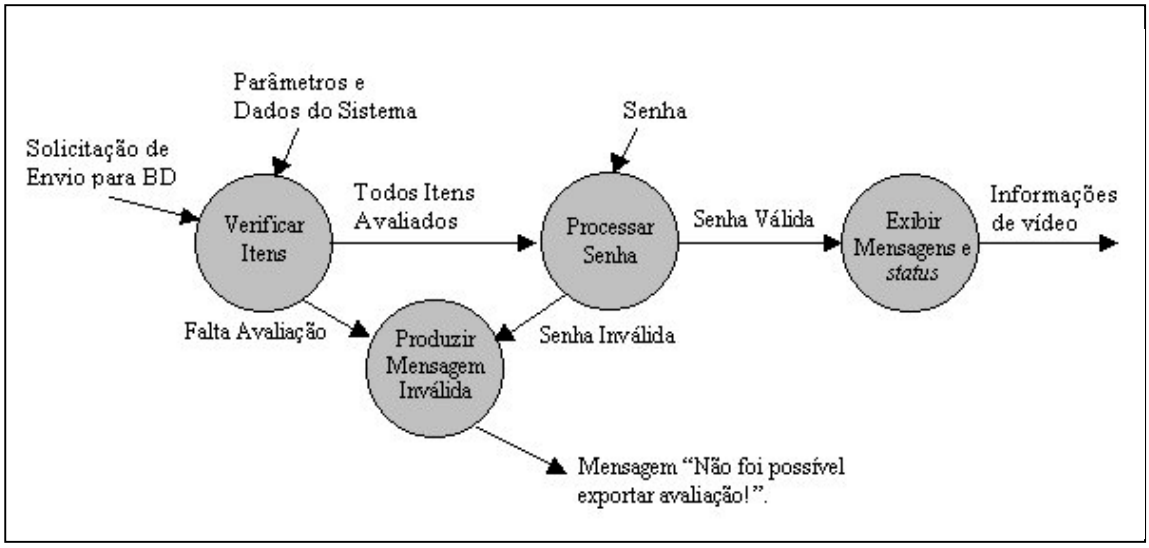


Figura 5.6: DFD de nível 2 que refina o Processo **Verificar Condições**

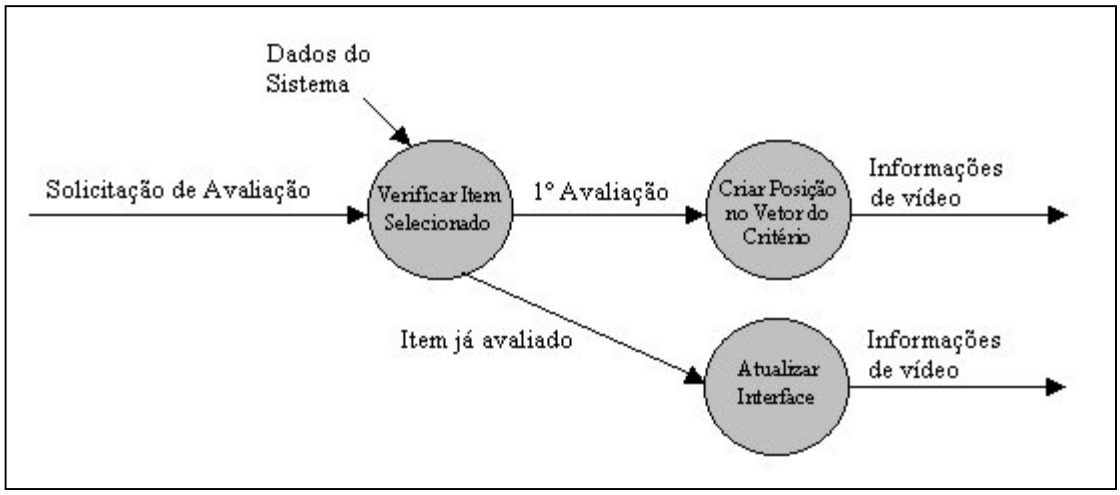


Figura 5.7: DFD de nível 2 que refina o Processo **Avaliar/Pontuar Item**

O diagrama de fluxo de dados mostra como o dado flui através de um sistema lógico, mas não dá informação sobre controle ou seqüência.

5.5.2 Especificação do Controle

A Especificação de Controle (CSPEC) representa o comportamento do sistema de duas maneiras diferentes. A CSPEC contém um diagrama de transição de estados que é uma especificação seqüencial do padrão de comportamento (PRESSMAN, 2000). A Fig. 5.8 descreve um diagrama simplificado de transição de estados para o modelo de fluxo do sistema de avaliação. No diagrama, as setas de transação rotuladas indicam como o sistema reage aos eventos quando eles passam pelos cinco estados definidos neste nível.

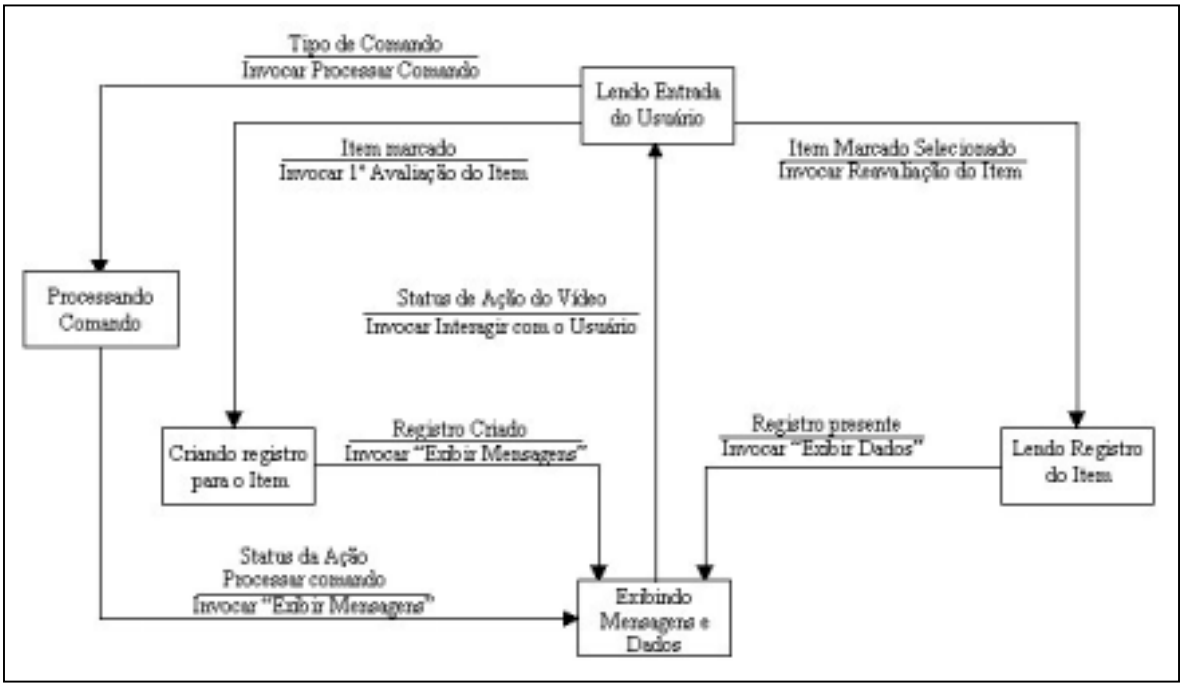


Figura 5.8: Diagrama Simplificado de Mudanças de Estado para o Sistema de Avaliação

No diagrama, a entrada superior indica o evento que faz com que a transição ocorra e a entrada inferior indica a ação que ocorre como conseqüência do evento. Portanto:

a) Quando é lido um comando do usuário, o sistema movimenta-se do estado **Lendo Entrada do Usuário** para o estado **Processando comando**.

b) Quando o usuário seleciona um item para avaliar/reavaliar, o sistema movimenta-se (1) para o estado **Criando registro para o item**, caso o item esteja sendo avaliado pela primeira vez; ou (2) para o estado **Lendo Registro do Item**, caso o item já tenha sido avaliado anteriormente.

c) Depois do comando ser executado (em **Processando Comando**) ou o registro ser criado (em **Criando Registro para o item**) ou o registro ser carregado (em **Lendo Registro do Item**) o sistema movimenta-se para o estado **Exibindo Mensagens e Dados**, de onde retorna novamente para o estado **Lendo Entrada do Usuário**.

Estabelecer um diagrama de fluxo de estados é importante, porque, a partir dele pode-se determinar o comportamento do sistema e, mais do que isto, pode-se avaliar se há problemas no comportamento especificado.

5.5.2 Especificação dos Processos

Quando um DFD é desenvolvido durante a especificação do software, são desenvolvidas também as especificações dos processos para darem informações adicionais sobre o sistema.

As figuras a seguir ilustram a especificação de cada um dos processos apresentados no nível final de refinamento do DFD.

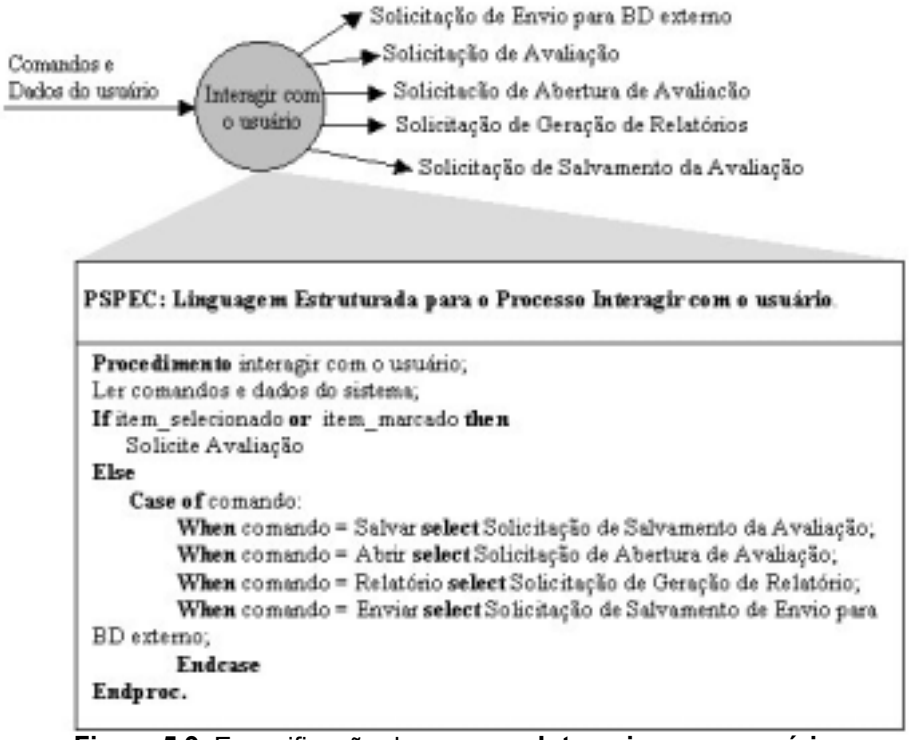


Figura 5.9: Especificação do processo **Interagir com o usuário**

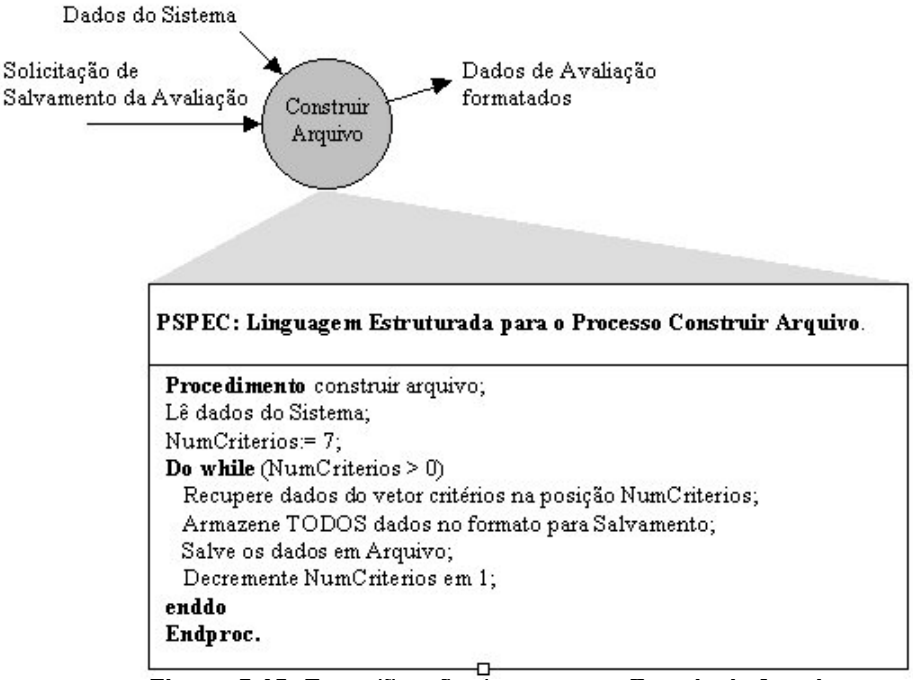


Figura 5.10: Especificação do processo **Construir Arquivo**

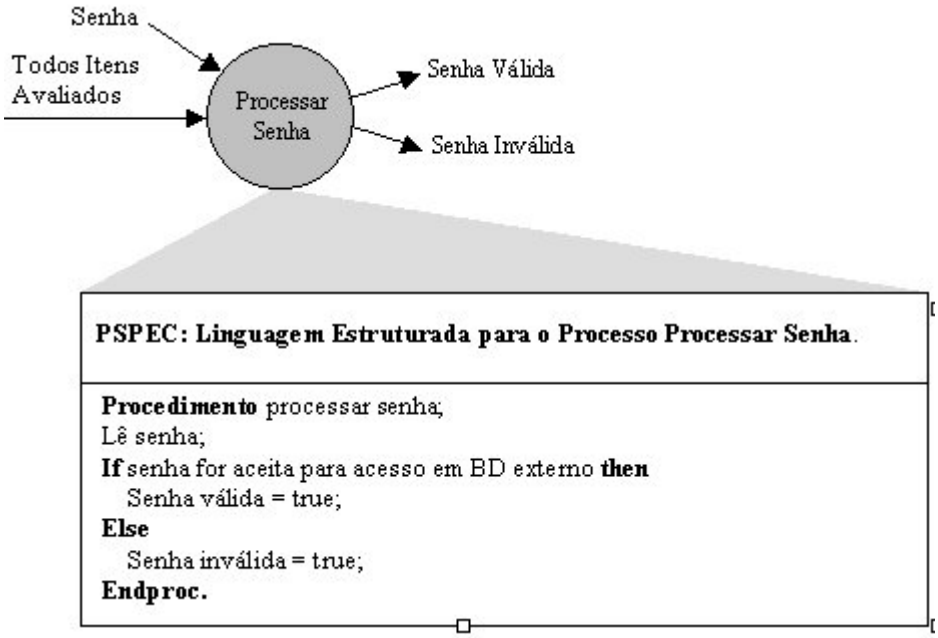


Figura 5.11: Especificação do Processo **Processar Senha**

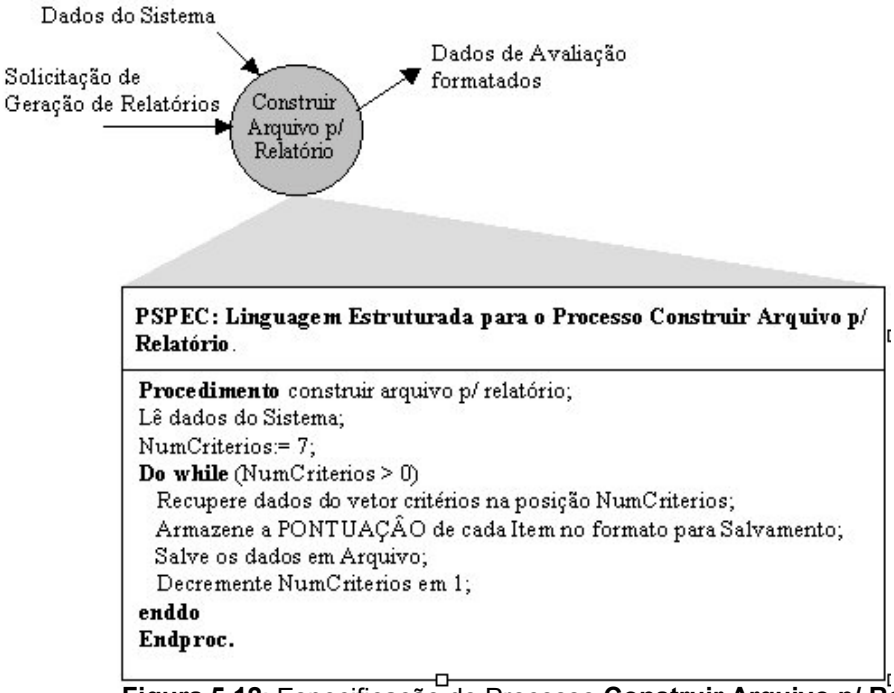


Figura 5.12: Especificação do Processo **Construir Arquivo p/ Relatório**

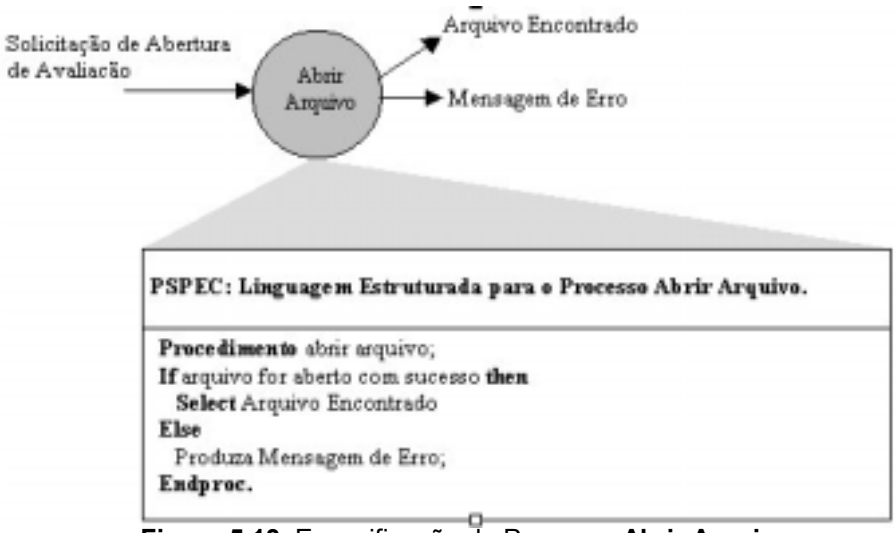


Figura 5.13: Especificação do Processo **Abrir Arquivo**

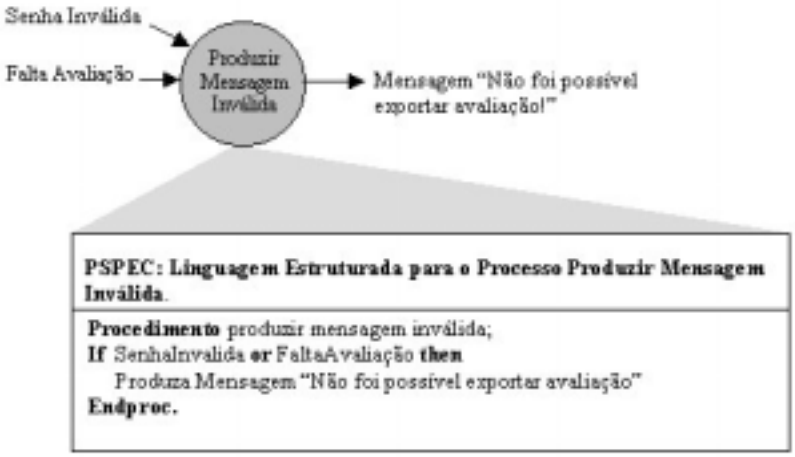


Figura 5.14: Especificação do Processo **Produzir Mensagem Inválida**

Figura 5.15: Especificação do Processo **Exibir Mensagens e *Status***

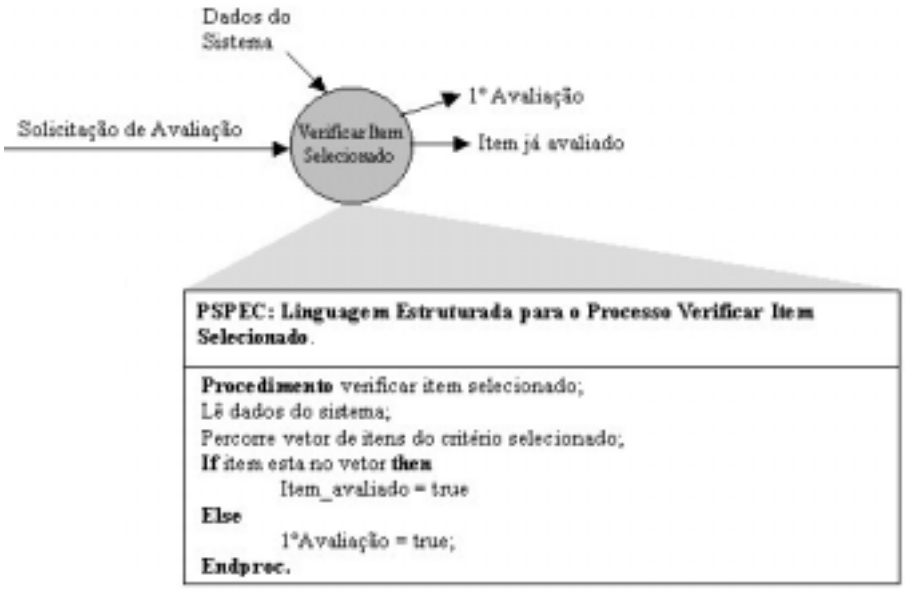


Figura 5.16: Especificação do Processo **Verificar Item Selecionado**

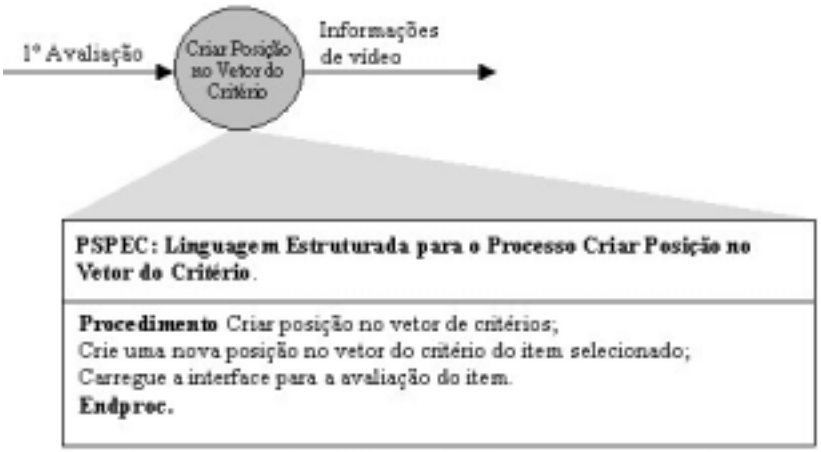


Figura 5.17: Especificação do Processo **Criar Posição no Vetor do Critério**

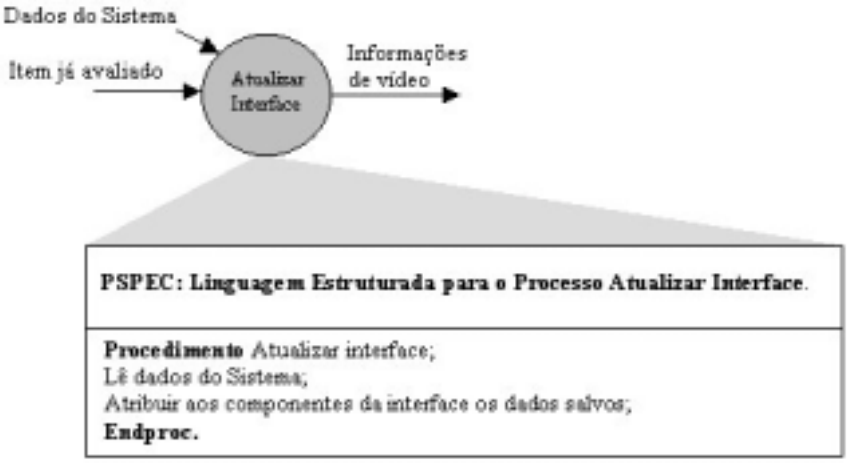


Figura 5.18: Especificação do Processo **Atualizar Interface**

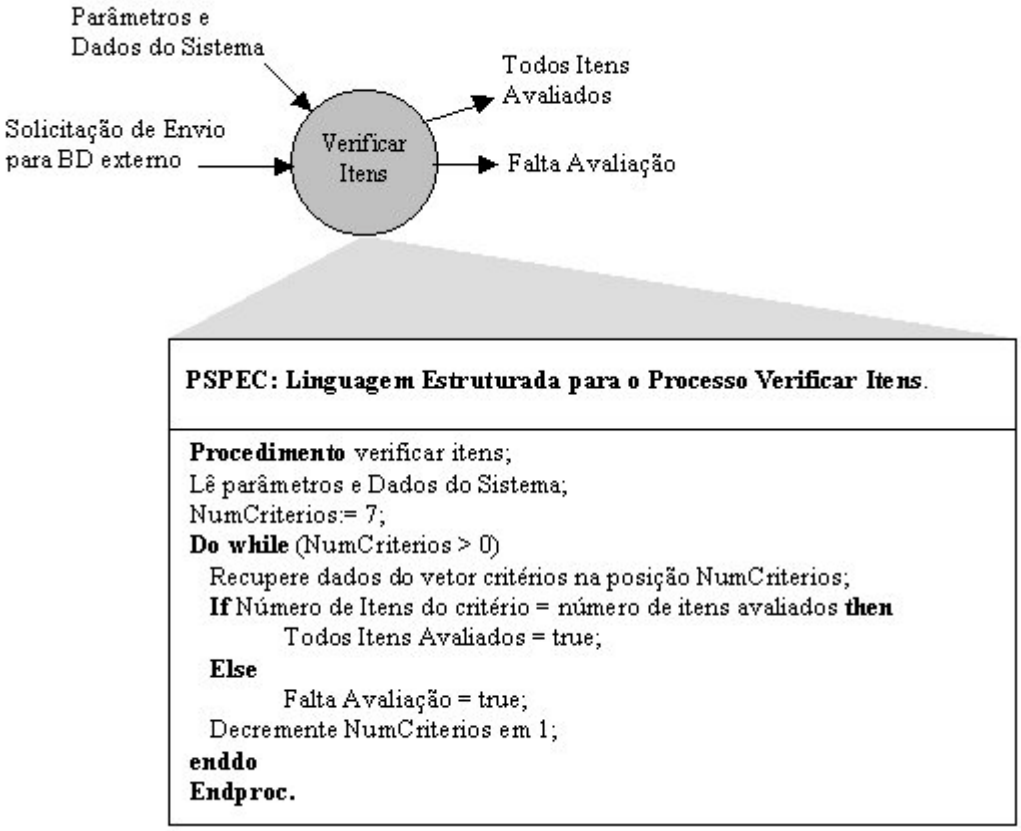


Figura 5.19: Especificação do Processo **Verificar Itens**

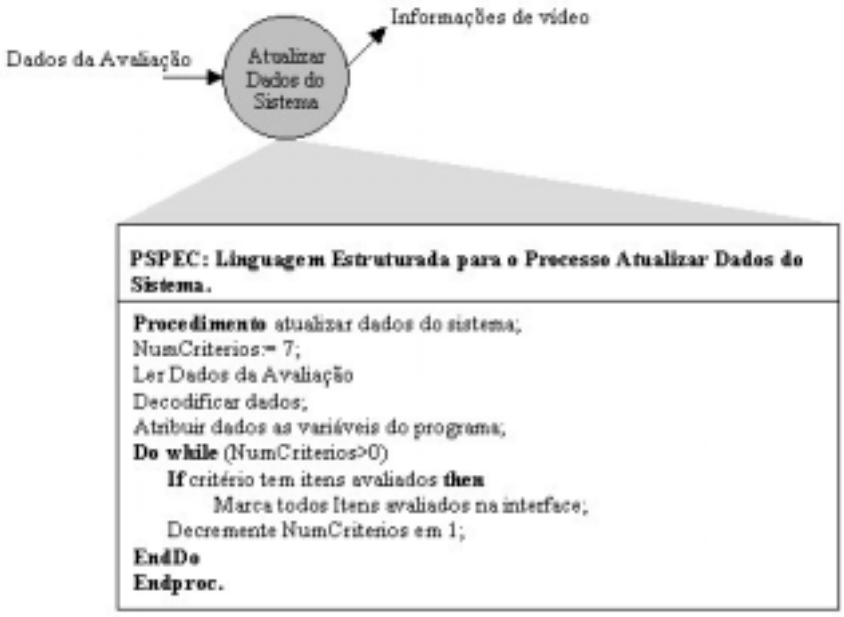


Figura 5.20: Especificação do Processo **Atualizar Dados do Sistema**

5.5.3 Descrição da interface com o sistema

Os avaliadores encontram, na tela inicial do sistema, a listagem de todos os critérios a serem avaliados. Para avaliar um item, é necessário **marcar-lo**. Quando um item é marcado, na parte inferior da tela, são mostrados os campos que devem ser preenchidos com a avaliação (Fig. 5.21).

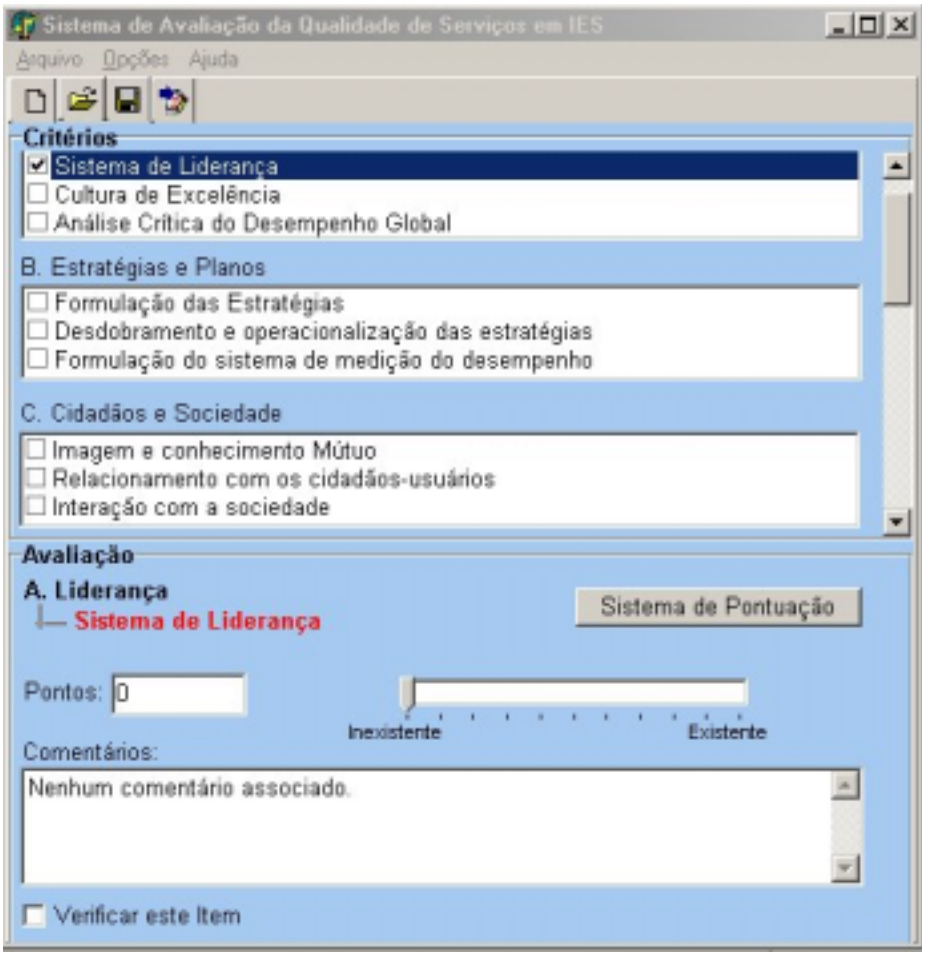


Figura 5.21: Tela inicial do Sistema com o item Sistemas de Liderança “marcado”

Note que, na Fig. 5.21, no momento da avaliação do item **Sistemas de Liderança**, do Critério **Liderança**, aparece o botão **Sistema de Pontuação**. Ao pressionar este botão, os avaliadores podem visualizar o peso do item que estão avaliando dentro do critério ao qual está inserido (Fig. 5.22).

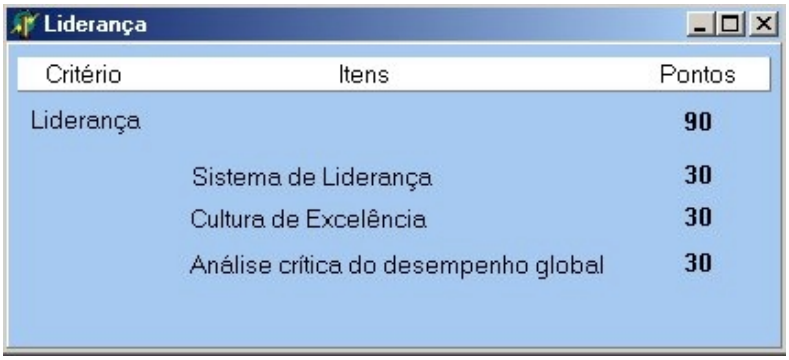


Figura 5.22: Pontuação para o Critério Liderança

Quando um item já pontuado é novamente selecionado, o sistema carrega as informações armazenadas para os campos da avaliação (Fig. 5.23). No entanto, se um item não avaliado for selecionado, na parte inferior da tela é mostrada a mensagem "Item não avaliado"(Fig. 5.24).

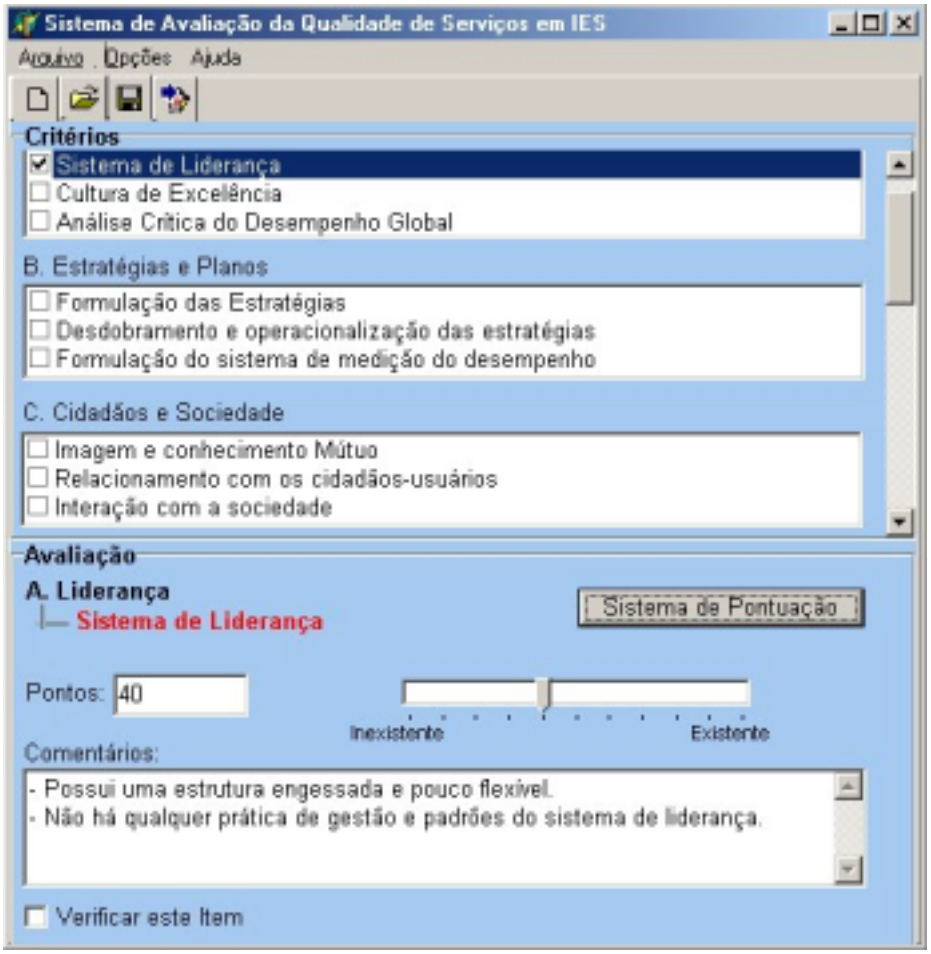


Figura 5.23: Item Avaliado Selecionado

No momento que um item já marcado e avaliado é desmarcado, as informações sobre sua avaliação são perdidas.

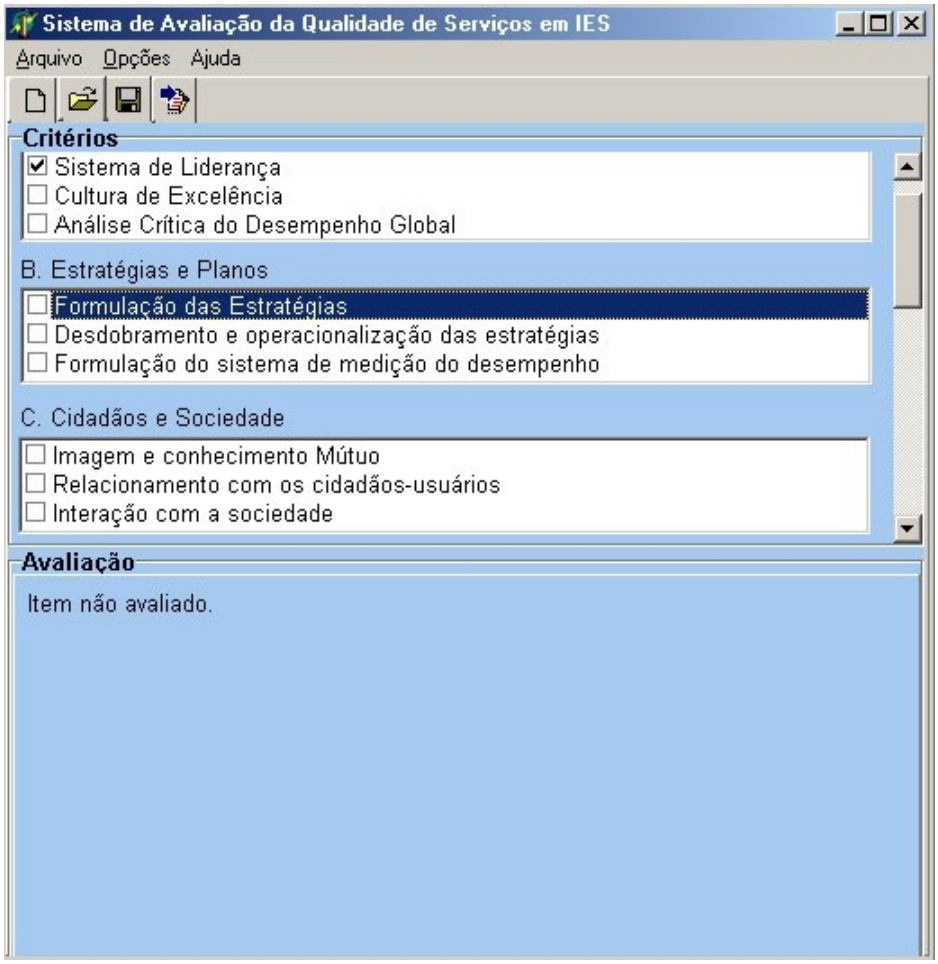


Figura 5.24: Item não avaliado selecionado

5.6 Análise dos Relatórios

Dentre os aspectos que podem ser considerados para melhorar a avaliação da qualidade de serviços em Instituições de Ensino Superior, observa-se a carência de um sistema de avaliação que considere a natureza imprecisa dos conceitos subjetivos e de avaliação não trivial.

Portanto, pretende-se, através da utilização da lógica *Fuzzy* propor uma forma de avaliação da qualidade de serviços de tal forma que a subjetividade inerente aos

itens avaliados fique independentes do avaliador. Isto é importante uma vez que uma análise corporativa ficará mais isenta do avaliador e dependente apenas da metodologia proposta.

Apesar da grande facilidade de desenvolvimento da Lógica *Fuzzy*, sua implementação em linguagens de programação não é trivial. Em vista disso foram desenvolvidos vários softwares capazes de desenvolver tal lógica. Dentre eles, dois se sobressaem; a *Toolbox Fuzzy* do Matlab® e o aplicativo *FuzzyTech* . Para atingir os objetivos do sistema proposto, optou-se por utilizar a *Toolbox Fuzzy* do Matlab, por apresentar as seguintes características (JANG & GULLEY, 1995):

a) Número ilimitado de entradas e saídas, campos e regras.
b) Boa interface para entrada de dados.
c) Aberto à implementação de novas funções (de forma restrita).
d) Possui módulo de simulação (*simulink*).
e) Não gera banco de dados relacionados com as entradas executadas pelo usuário.

Não é objetivo desse trabalho expor toda matemática que existe por trás da lógica *fuzzy*. Porém, para um melhor entendimento da idéia proposta, será realizada uma breve explicação sobre como funcionaria um sistema para análise dos resultados, seguido de uma simulação desenvolvida em Matlab. Na Fig. 5.25 temos um diagrama simplificado do Analisador de Dados *Fuzzy*.

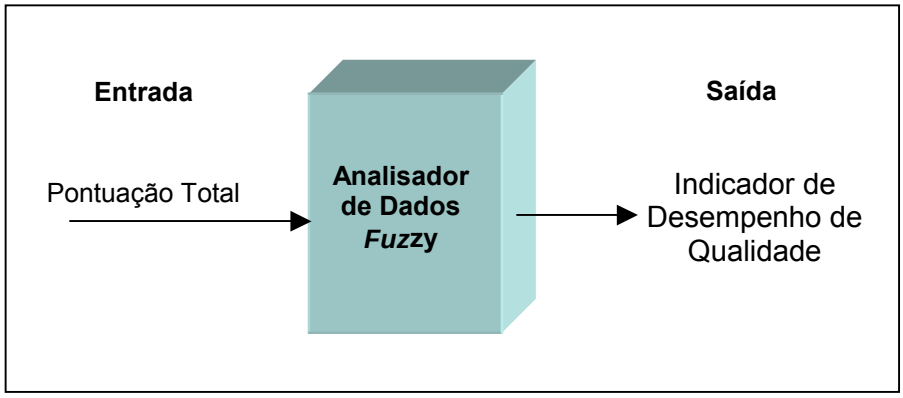


Figura 5.25: Diagrama simplificado do Analisador de Dados

Como já mencionado, a teoria *Fuzzy* relaciona os elementos à sociedades (tratadas na literatura por funções de pertinência) e atribuiu a esses elementos graus de pertinência (de 0 a 1) em relação às respectivas funções de pertinência.

No contexto do trabalho, para cada avaliação é atribuído um valor de pertinência às devidas funções de pertinência. Para que isso ocorra, cada grandeza relacionada no processo deve ser escalonada em funções de pertinência, inclusive as grandezas que são utilizadas como resultado da lógica. Isso pode ser melhor visualizado na forma gráfica, como mostra a Fig. 5.26.

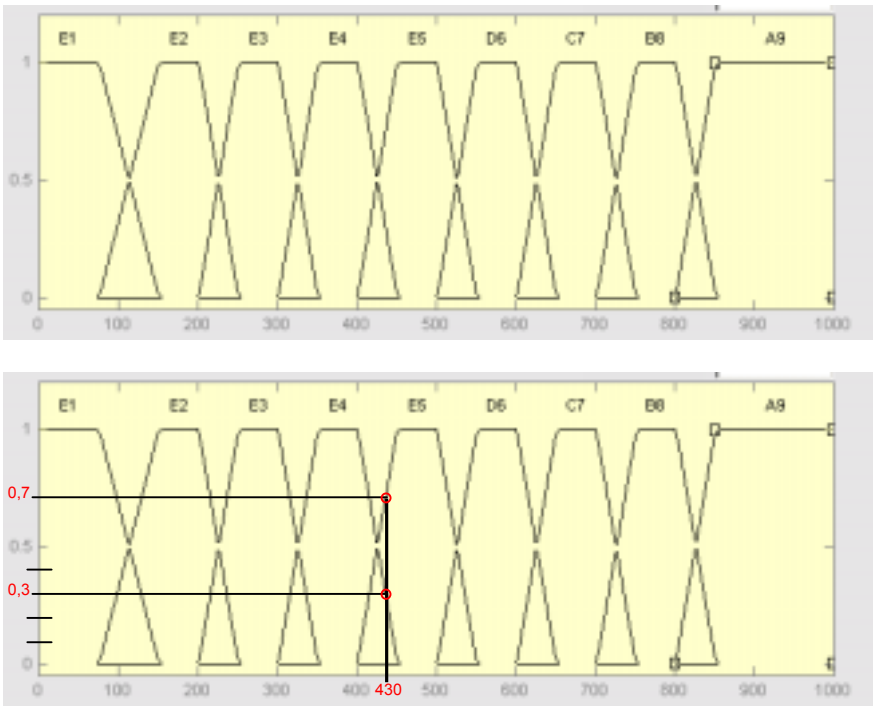


Figura 5.26: a) Divisão da Grandeza em Funções de Pertinência
b) Obtenção dos Índices de Pertinência

A Fig. 5.26a mostra uma grandeza (no caso, o resultado da avaliação) dividida em nove funções de pertinência (como mostrado na seção 5.3.3). A Fig. 5.26b mostra, para uma certa pontuação (430 pontos), a obtenção dos índices de pertinência em relação às funções de pertinência relacionadas.

Ẽ4 = {(430; 0,3)}

Ẽ5 = {(430; 0,8)}

De posse dos conjuntos de pertinência, deve-se atribuir os índices de pertinência calculados a um processo de inferência, ou seja, as regras previamente determinadas que expressam como o sistema se comportará.

Existem vários métodos para desenvolver o processo de inferência. Porém, para esta demonstração, será utilizado o método de Mínimos e Máximos. Nesse processo de inferência, atribui-se ao índice da preposição um índice de pertinência igual ao mínimo dos valores de pertinência dos índices contidos na proposição. Podem existir casos em que uma função de pertinência esteja em mais de uma proposição, obtendo-se assim mais de um valor para o mesmo. Nesse caso o índice final para essa função é o máximo dos índices atribuídos ao mesmo.

O último passo desse processo é o cálculo do valor de saída (defuzzificação). Como no processo de inferência, existem diversas formas de defuzzificação. O que será mostrado aqui é o de centro de gravidade pelo centróide. Neste processo, acha-se a área sob cada função de pertinência tendo como máximo o valor do índice de pertinência associado. A resposta da lógica, nesse caso, é o centro de gravidade da área formada pela união dos dois triângulos encontrados. O valor numérico fornecido representa a pontuação agregada dos avaliadores para determinado serviço.

Para o diagnóstico final, calcularemos as pertinências do valor agregado em relação a cada um dos termos difusos mostrados na Tab. 5.3. O adjetivo final corresponderá ao conjunto com maior pertinência. Para ilustrar o procedimento descrito, suponhamos que em dado instante tenhamos a avaliação mostrada na Fig. 5.28:

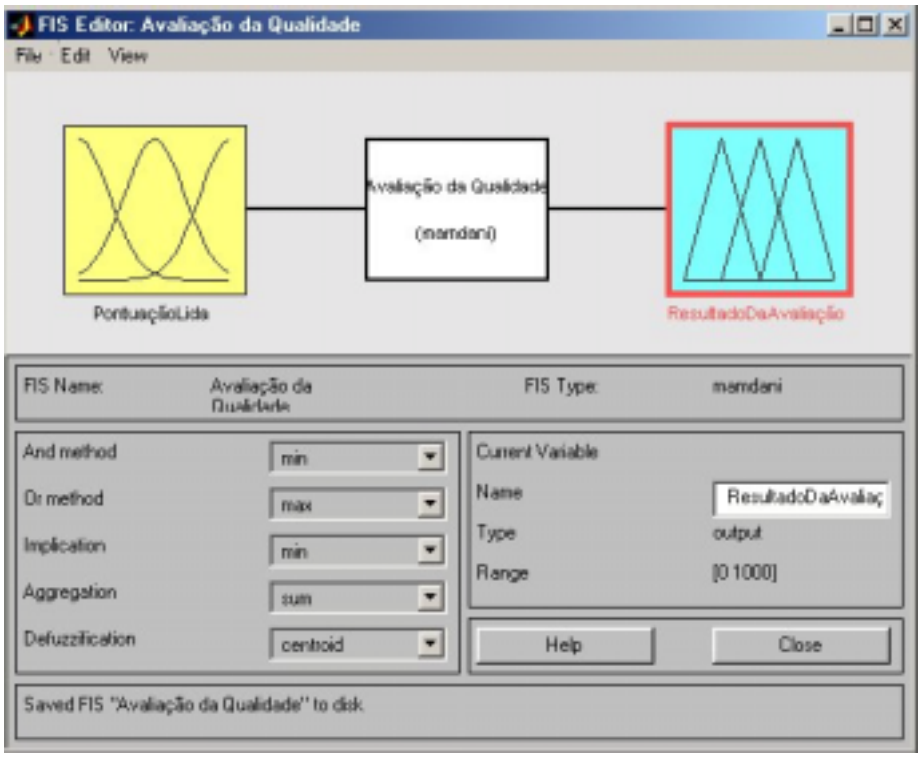


Figura 5.27 Especificação do processo de inferência e defuzificação

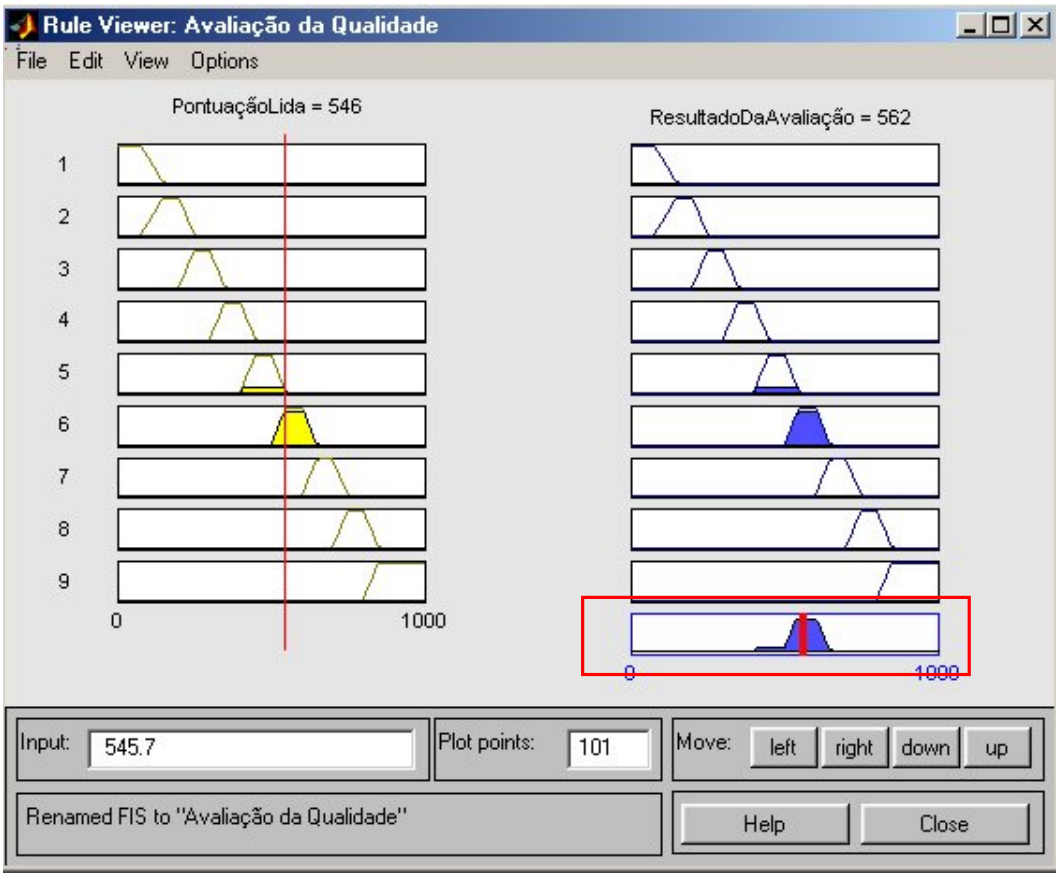


Figura 5.28: Demonstração de um Sistema *Fuzzy* para Análise dos dados

Na Fig. 5.28 temos a análise de uma avaliação com pontuação total de **546** pontos. De acordo com a figura, o valor da pontuação não é nulo para duas funções de pertinência (observe os retângulos 5 e 6 preenchidos de amarelo). Nos retângulos à direita, temos o resultado computado para a referida entrada. O último retângulo trás representado o centro de gravidade da área formada pela união dos dois triângulos encontrados. O valor de **ResultadoDaAvaliação** é o valor condensado (agregado) da avaliação. De posse desse valor, basta verificar em qual conjunto ele possui maior pertinência, o qual será o conjunto que conceituará o serviço (para o valor encontrado na demonstração, o conjunto será o **D6 -** veja tabela 5.3).

Para a análise global das avaliações de todos especialistas envolvidos no processo, o que resultaria numa pontuação consensual, seria necessário a expansão das variáveis de entrada do sistema (tantas variáveis quantos forem os especialistas) e adequação das regras de inferência. A Fig. 5.29 ilustra um exemplo desta situação.

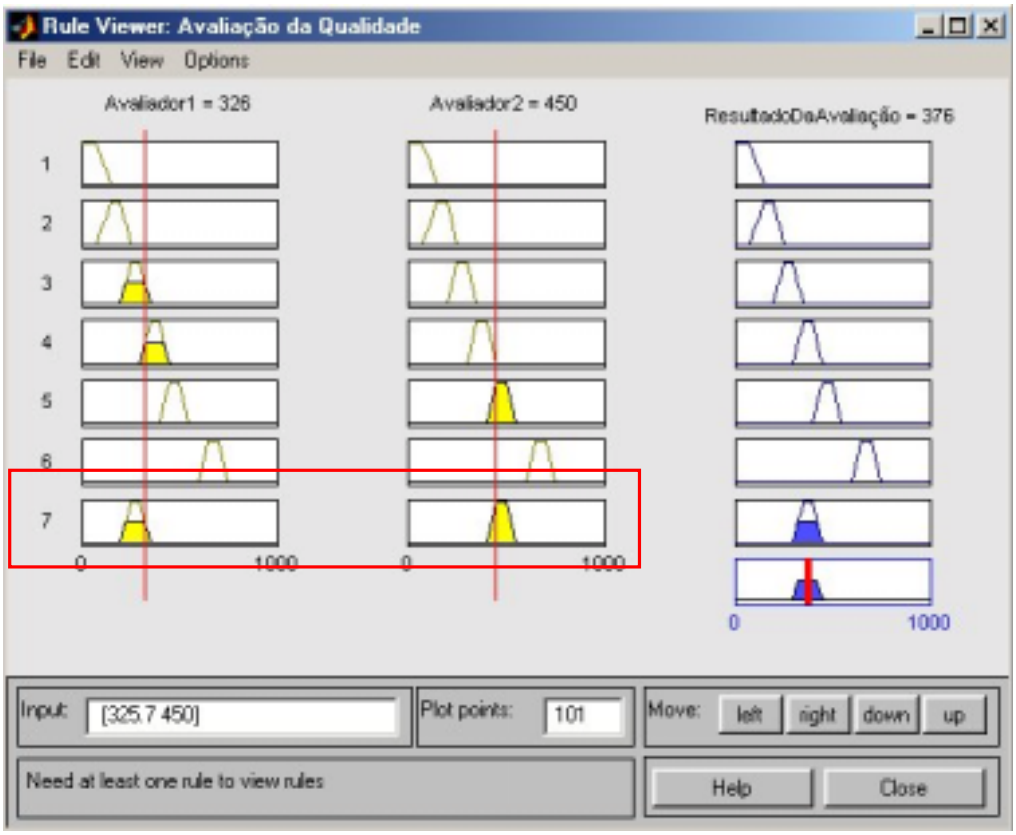


Figura 5.29: Demonstração de um Sistema *Fuzzy* para Análise de Dados com duas entradas.

A análise da Fig. 5.28 é similar a da Fig 5.27. O retângulo à esquerda, indicado pelo número 7, define a seguinte regra:

```
Se Avaliador1 = E3 e Avaliador2 = E5 então
     ResultadoDaAvaliação = E4
```

Logo, como a regra é acionada, o valor resultante caracteriza o serviço como **E4** (Vide Tab. 5.3).

VI CONCLUSÕES

Neste trabalho, foram discutidos vários tópicos referentes a qualidade de serviços e avaliação da qualidade de serviços, abordando-se diversos modelos e normas de qualidade.

Em referência a este contexto, desenvolveu-se uma solução computacional com a finalidade de viabilizar a avaliação da qualidade de serviços através dos parâmetros e orientações do PQSP, gerando um suporte automatizado ao processo de avaliação.

O sistema modelado demonstra-se extremamente útil na coleta e formatação dos dados disponibilizados pelos especialistas. De posse dos dados formatados, pode-se criar arquivos de relatório, o que possibilita a análise dos dados em um software desenvolvido para esta finalidade.

Analisar os dados através da lógica *fuzzy* - que provêm uma forma de apresentar quantitativamente os conceitos subjetivos de julgamento de avaliadores e atributos de qualidade -, também se demonstrou viável, uma vez que os requisitos (atributos) de qualidade de serviços são, em sua maioria, conceitos subjetivos e de avaliação não trivial. Também, a proposta de utilização de números *fuzzy* trapezoidais para os intervalos de classificação (E1, E2, E3, E4, E5, D6, C7, B8 e A9), faz com que as funções que se encontram nas regiões limítrofes dos intervalos utilizados receberam valores com uma graduação contínua, sem mudança abrupta nos resultados.

Assim, espera-se que, através do sistema especificado, a avaliação da qualidade de serviços em Instituições de Ensino Superior seja feita de forma mais precisa e geral, onde todas as unidades serão avaliadas através dos mesmos

parâmetros e o conceito atribuído ficará mais isento do avaliador e dependente apenas da metodologia proposta.

6.1 Perspectivas futuras

O principal foco para modelagem desta ferramenta foi sua validação em Processos de avaliação e sugestão de um Modelo *Fuzzy* para análise dos dados. Portanto, além da implementação propriamente dita do sistema, há margem a muitas evoluções e melhoramentos, como (1) a especificação correta do Modelo *Fuzzy* tanto para as Faixas de pontuação global quanto para a avaliação dos itens de cada critério; (2) desenvolvimento do Banco de Dados de avaliações, em ambiente Web, para receber a avaliação de todos os avaliadores; (3) especificação de um Modelo *Fuzzy* para analisar dados de várias avaliações simultaneamente, chegando a uma nota consensual.

Também, cita-se a possibilidade de expansão do sistema, podendo servir como uma ferramenta para auxiliar na atribuição de conceitos aos cursos universitários.

7 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALBUQUERQUE, Adriano B., **Qualidade de *Websites* de Comércio Eletrônico**, Dezembro de 2001. Dissertação de Mestrado – Faculdade de Ciência da Computação, Universidade de Fortaleza, Fortaleza.

ARRUDA, José Ricardo Campelo. **Políticas e Indicadores da Qualidade na Educação Superior**. Rio de Janeiro: Dunya/Qualitymark, 1997.

BALDRIDGE, J.V. et al. ***Policy making and effective leadership.*** São Francisco: Jossey-Bass, 1983.

Belchior, A. D. **Um modelo fuzzy para Avaliação da Qualidade de Software**. 1997. Tese de Doutorado - Departamento de Engenharia de Sistemas e Computação (COPPE), Universidade Federal do Rio de Janeiro, RJ.

BRASIL. Lei nº 9394, de 20.12.96: **"Lei de diretrizes e Bases da Educação Nacional".** SINPRO.MG. 1997.

BRASIL. Lei nº 10.861, de 14.04.04: **"Sistema Nacional de Avaliação da Educação Superior (SINAES)".** Disponível em: <www.inep.gov.br/superior/sinaes/>. Acessado em: 12/08/2004.

BRASIL. Ministério da Educação. **Exame Nacional de Cursos: provão: relatório síntese 2000.** Brasília: INEP/MEC, 2000.

CARLSON, J. **A Hora da Verdade**. Rio de Janeiro: COP, 1994**.**

CUNHA, Cristiano J.C.A. **Planejamento Estratégico em Universidade**. Florianópolis: Publicação Núcleo de estudos – Departamento de Engenharia e Produção e Sistemas, UDSC, 1995.

DUARTE, K. C., FALBO, R. A., **Uma ontologia de qualidade de software**, Workshop de Qualidade de Software, João Pessoa, Brasil, 2000.

FABRI, José Augusto. **Desenvolvimento de um Sistema Especialista Fuzzy Aplicado a Qualquer Domínio do Conhecimento.** IX Seminário de Computação (SEMINCO) realizado na Universidade Regional de Blumenau – Blumenau – SC, período de 19 a 21 de setembro de 2000. Disponível em: <http://users.femanet.com.br/~fabri/trabcien.htm>. Acesso em 10.10.2004.

FABRI, José Augusto. **Um Sistema Especialista Fuzzy Aplicado a Classificação de Arquiteturas de Computadores.** Semana de Informática (SEMINFO) da Universidade Federal da Bahia realizado na Universidade Federal da Bahia (UFBA) – Salvador – BA, período de 09 a 12 de maio de 2000. disponível em http://users.femanet.com.br/~fabri/trabcien.htm acesso em 10.10.2004.

FERNANDES, A. A., **Gerência de software através de métricas**, São Paulo: Atlas, 1995.

FENTON, N. E., PFLEEGER, S. L.. **Software metrics: a rigorous and practical approach**, Second edition, Thompson Computers, 1997.

FERREIRA, A. L.; PARANHOS, J. P.; FÉO, A., **Controle em tempo real por Lógica Fuzzy**. Disponível em: < www.aedb.br/seget/artigos/25_artigo.PDF >. Acesso em: 30/12/2004.

GARVIN, David A. **Gerenciando a Qualidade: a visão estratégica e competitiva**. Rio de Janeiro: Qualitymark, 1992.

GUERRA, Renata de Souza. **Gestão do conhecimento e Gestão pela Qualidade**. Belo Horizonte: Editora C/Arte, 2002.

GUIMARÃES, Antonio C. F., ***Fuzzy intelligent system to evaluate user information on Internet***. Disponível em: < www.scielo.br/scielo.php?script=sci_ arttext&pid=S0100-19652002000300004 >. Acesso em: 10/12/2004.

JANG, J. S. R.; GULLEY, N. ***Fuzzy Logic Toolbox User's Guide***. The Math Works Inc. Janeiro 1995

KOTLER, Philip; FOX, Karen F.A. **Marketing Estratégico para Instituições Educacionais**. São Paulo: Atlas, 1994.

LEMES, M. J. R., FERNANDES, C. T., **Uma taxonomia para métricas de software**, XI Simpósio Brasileiro de Engenharia de Software, Workshop de Qualidade de Software, Fortaleza, Brasil, 1997.

LIMA JR., Osias de Souza. **Análise de Pontos por Função *Fuzzy***. Janeiro de 2002. Dissertação de Mestrado – Faculdade de Ciência da Computação, Universidade de Fortaleza, Fortaleza.

LITTLEFIELD, Bruce C, **Matlab 6 Curso Completo**. Primeira Edição. São Paulo: Prentice Hall Brasil, 2002.

MARANHÃO, Mauriti. **ISO Série 9000: manual de implementação; versão ISO 2000**. Rio de Janeiro: Qualitymark, 2001.

MEZOMO, João Catarin. Seminário Nacional das Novas Universidades Brasileiras. **O Desafio da Qualidade em Serviços na Universidade**. Rio de Janeiro: out/1994.

MEYER, Victor. **Gestão para a Qualidade e Qualidade na Gestão: O Caso das Universidades**. In: Seminário da Qualidade em Universidades. Florianópolis, 1997.

MOREIRA, Cristiane Hoffmann, **Sistema da Qualidade: Busca da Excelência no Departamento de Registos Académicos da UFPel.** Janeiro 2005. Dissertação de Mestrado – Gestão da Informação, Universidade de Aveiro, Portugal.

OLIVEIRA, Kelly Rejane de. **AdeQuaS: Ferramenta Fuzzy para Avaliação da Qualidade de Software**. Junho de 2002. Dissertação de Mestrado – Faculdade de Ciência da Computação, Universidade de Fortaleza, Fortaleza.

PALADINI, Edson Pacheco. **Gestão da Qualidade no Processo: a qualidade na produção de bens e serviços***.* São Paulo: Atlas, 1995.

PALADINI, Edson Pacheco. **Gestão da Qualidade: teoria e prática**. São Paulo: Atlas, 2000.

PARIS, Wanderson. **Sistemas da Qualidade**. Material de Apoio para: Cultura e Política da Qualidade. Curitiba, out/2002.

PIRES, J. R. C.; NASCIMENTO JR, C. L., **Controle Fuzzy para Braço Robótico Utilizando a Abordagem Adaptativa Neuro-Fuzzy (Anfis) do Matlab**. Disponível em: <>. Acesso em 12/12/2004.

PRESSMAN, Roger S., 2000, ***Software engineering: a practitioner's approach,*** Fourth edition, McGraw Hill, Nova York.

RAMOS, Cosete. **Sala de Aula de Qualidade Total**. Rio de Janeiro: Qualitymark, 1995.

ROCHA, Ana Regina; MALDONATO, José; WEBER, Kival. **Qualidade de Software, Teoria e Prática**. São Paulo: Prentice Hall, 2001.

SACCONI, Luiz Antonio. **Minidicionário Sacconi da língua protuguesa.** São Paulo Atual, 1996.

SHOSTACK, G.L. ***How to design a service.*** European Journal of Marketing, v.16, n.1, p.49-63, Jan.1982.

TANSCHEIT, Ricardo, **Sistemas Fuzzy**. Disponível em: < www.ica.ele.puc-rio.br/cursos/ download/LN-Sistemas%20Fuzzy.pdf >. Acesso em: 12/12/2004

VANDERLEI FILHO, Domingos. **Uma Proposta *Fuzzy* na Avaliação de Desempenho de Bibliotecas Universitárias Brasileiras**. 2002. Disponível em: <www.sibi.ufrj.br/snbu/snbu2002/gen1.htm >. Acesso em: 24/11/2004.

WEBER, K. C. *et al.*, 2001, *Qualidade e produtividade de software*, 4ª edição, São Paulo: Makron Books, 2001.

WEBER, Leo; KLEIN, Pedro. **Aplicação da Lógica Fuzzy em Software e Hardware**. Canoas: Ulbra, 2003

ZADEH, L. A., ***Fuzzy sets*, Information and Control**. New York, 1965. pg 338-353.