

Universidade Federal de Santa Catarina
Programa de Pós Graduação em Engenharia de Produção

**Proposta de uma Ferramenta
Inteligente para Gerenciamento
da Informação em Grandes
Projetos de Engenharia**

TESE APRESENTADA PARA OBTENÇÃO DE
TÍTULO DE DOUTOR EM ENGENHARIA

Doutorando: Luis Alberto Gómez
Orientador: Francisco Pereira Fialho, Dr.

Janeiro 2000

**Proposta de uma Ferramenta Inteligente para
Gerenciamento da Informação em Grandes Projetos
de Engenharia**

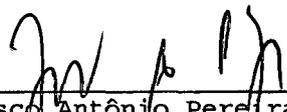
Nome: Luis Alberto Gómez

Esta tese foi julgada adequada para a obtenção do título de Doutor em Engenharia, especialidade em Engenharia de Produção, e aprovada em sua forma final pelo Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção da Universidade Federal de Santa Catarina, em Janeiro de 2000.

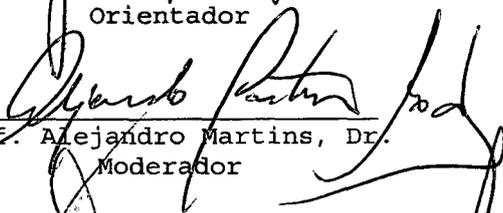


Prof. Ricardo Miranda Barcia, Ph.D.
Coordenador do Curso de Pós-Graduação
em Engenharia de Produção

Banca Examinadora:



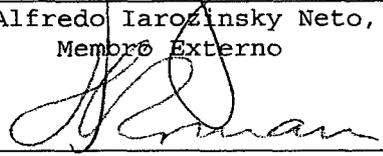
Prof. Francisco Antônio Pereira Fialho, Dr.
Orientador



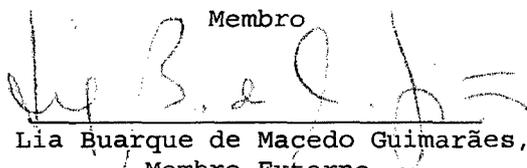
Prof. Alejandro Martins, Dr.
Moderador



Prof. Alfredo Iarozinsky Neto, Dr.
Membro Externo



Prof. Humberto Ramos Roman, Dr.
Membro



Profa. Lia Buarque de Macedo Guimarães, Dra.
Membro Externo

aos meus pais, a meu irmão,
a minha esposa Lourdes e
ao meu filho Guilherme

AGRADECIMENTOS

Ao professor, amigo, orientador desse trabalho e por sobre de tudo Engenheiro, Francisco Antônio Pereira Fialho, por seus ensinamentos, sua determinação e sua boa vontade.

Aos meus colegas professores do Departamento de Expressão Gráfica e do Departamento de Engenharia Civil da Universidade Federal de Santa Catarina pelo apoio.

Aos colegas engenheiros da Acindar, CASAN, Eletrosul, Enerconsult, Engevix e Siemens (dentre muitas outras) pelos seus ensinamentos

ÍNDICE

AGRADECIMENTOS	IV
ÍNDICE	V
LISTA DE FIGURAS	IX
LISTA DE TABELAS	X
ABSTRACT	XI
RESUMO	XII
1 INTRODUÇÃO	1
1.1 A INFORMAÇÃO	1
1.1.1	EFEITOS NA ECONOMIA 5
1.1.2	EFEITOS NOS GOVERNOS E GERÊNCIA 6
1.1.3	EFEITOS NOS INDIVÍDUOS 7
1.2 PROJETOS	9
1.3 ORGANIZAÇÃO DO TRABALHO	10
2 PROBLEMA DE PESQUISA, HIPÓTESES E METODOLOGIAS	13
2.1 PROBLEMA DE PESQUISA	13
2.2 HIPÓTESES	13
2.2.1 HIPÓTESE CENTRAL	13
2.2.2 HIPÓTESES SUBJACENTES	13
2.3 OBJETIVOS	14
2.3.1 OBJETIVO GERAL	14
2.3.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS	14
2.4 LIMITAÇÕES DO ESTUDO	15
2.5 METODOLOGIA	16
2.5.1 ESTRUTURA DE DESENVOLVIMENTO SEGUIDA	16
2.5.2 MÉTODOS E TÉCNICAS DE LEVANTAMENTO DE DADOS	17
2.6 DESENVOLVIMENTO DE UM ESTUDO DE CASO:	18
2.7 RESULTADOS ATINGIDOS	18
2.8 JUSTIFICATIVA DA TESE	18
2.8.1 NÃO TRIVIALIDADE	18
2.8.2 ORIGINALIDADE	20
2.8.3 CONTRIBUIÇÃO AOS CAMPOS DE CONHECIMENTO CONSIDERADOS	20
3 A ERGONOMIA, ENGENHARIA E INFORMAÇÃO	22
3.1 O TRABALHO	22
3.2 ERGONOMIA	25
3.3 O TRABALHO PARA A ERGONOMIA	28
3.4 ERGONOMIA E INFORMAÇÃO	30
3.4.1 A NOÇÃO DE REPRESENTAÇÃO	35
3.4.2 A ARQUITETURA COGNITIVA	37
3.4.3 AS FUNÇÕES DO SISTEMA COGNITIVO RELACIONADAS COM A TAREFA	39

	VI
3.4.3.1 CONSTRUÇÃO DE ESTRUTURAS COGNITIVAS PERMANENTES .	39
3.4.3.2 ELABORAÇÃO DAS DECISÕES DE AÇÃO	41
3.4.3.3 AS ESTRUTURAS COGNITIVAS TRANSITÓRIAS: AS REPRESENTAÇÕES	41
3.4.3.4 PRODUÇÃO DE INFERÊNCIAS	42
3.4.3.5 CONSTRUÇÃO DE CONHECIMENTOS	43
3.4.3.6 GERÊNCIA E CONTROLE DA ATIVIDADE	43
3.4.4 CARACTERÍSTICAS DA MEMÓRIA DE TRABALHO MT	44
3.4.4.1 CAPACIDADE DE ARMAZENAMENTO OU RAPIDEZ DE CODIFICAÇÃO	44
3.4.4.2 A CADUCIDADE DA INFORMAÇÃO NA MEMÓRIA DE TRABALHO	45
3.4.4.3 A RECUPERAÇÃO DA INFORMAÇÃO NA MEMÓRIA DE TRABALHO	46
2.4.5 O PAPEL DOS CONHECIMENTOS ANTERIORES	46
3.4.5.1 EFEITOS POSITIVOS DOS CONHECIMENTOS ANTERIORES ..	47
3.4.5.2 EFEITOS NEGATIVOS DOS CONHECIMENTOS ANTERIORES ..	48
3.4.5.3 O FENÔMENO DE EXPERIÊNCIA E AUTOMATISMO	48
3.4.6. ORIENTAÇÃO DAS ATIVIDADES MENTAIS: FUNÇÃO DE CONTROLE E DIAGNÓSTICO	49
3.4.7 ANÁLISE ERGONÔMICA DA ATIVIDADE COGNITIVA DO TRABALHO	49
3.5 ANÁLISE COGNITIVA DO PROCESSO DE DECISÃO	52
3.5.1 PROBLEMAS MAL ESTRUTURADOS	53
4 GERENCIAMENTO DE INFORMAÇÃO EM GRANDES PROJETOS DE ENGENHARIA	55
4.1 PROJETOS	55
4.2 ASPECTOS ORGANIZACIONAIS DOS PROJETOS	56
4.3 GRANDES PROJETOS DE ENGENHARIA	58
4.3.1 MULTI-DISCIPLINARIDADE	58
4.3.2 ÚNICO DONO	58
4.3.3 GRANDE NÚMERO DE FORNECEDORES	59
4.3.4 GRANDE QUANTIDADE DE INFORMAÇÃO	59
4.4 PARTICULARIDADE DO GERENCIAMENTO DE GRANDES PROJETOS DE ENGENHARIA	60
4.4.1 ESTRUTURA ORGANIZACIONAL DO PROJETO	60
4.4.2 ETAPAS DO PROJETO	62
4.4.3 ENTIDADES QUE ATUAM NO PROJETO	62
4.5 FERRAMENTAS PARA O GERENCIAMENTO DE PROJETOS	63
4.6 CONSIDERAÇÕES SOBRE A APLICAÇÃO DA NORMA ISO-9000 NOS PROJETOS DE ENGENHARIA	64
4.7 GERÊNCIA DE INFORMAÇÕES NUM PROJETO DE ENGENHARIA	65
4.7.1 PLANEJAMENTO DA COMUNICAÇÃO	66
4.7.2 DISTRIBUIÇÃO DA INFORMAÇÃO	67
4.7.3 ARMAZENAMENTO DA INFORMAÇÃO	67
4.7.4 ELIMINAÇÃO DA INFORMAÇÃO	68
4.7.5 MATRIZ DE USO DA INFORMAÇÃO	68
4.7.6 MATRIZ DE COMPARTILHAMENTO DA INFORMAÇÃO	70
5 SISTEMAS DE INFORMAÇÃO	72
5.1 CONSIDERAÇÕES GERAIS	72
5.1.1 GERENCIAMENTO DA PROPRIEDADE E DA PRIVACIDADE	73
5.1.2 ACESSO INTERNO E EXTERNO ÀS INFORMAÇÕES	74
5.1.3 EXATIDÃO E ATUALIDADE DAS INFORMAÇÕES	75
5.2 ASPECTOS ERGONÔMICOS DE SATISFAÇÃO DOS USUÁRIOS	76

5.2.1	ERGONOMIA NA INFORMÁTICA	76
5.2.2	SATISFAÇÃO DOS USUÁRIOS DE SISTEMAS DE INFORMAÇÃO ..	78
5.2.3	IMPACTO DA IMPLANTAÇÃO DE SISTEMAS DE INFORMAÇÃO ..	80
5.2.4	COMPETÊNCIA DO USUÁRIO	82
5.3	ASPECTOS FUNCIONAIS	86
5.3.1	TROCA ELETRÔNICA DE DADOS	86
5.3.2	DATA WAREHOUSING	87
5.3.3	AGENTES INTELIGENTES	89
5.3.4	DATA MINING	91
5.3.4.1	O PROCESSO DE <i>DATA MINING</i>	91
5.3.4.2	OPERAÇÕES DE <i>DATA MINING</i>	92
5.4	CLASSIFICAÇÃO DOS SISTEMAS DE INFORMAÇÃO GERENCIAIS	93
6	ESTUDO DE CASO	96
6.1	INFORMAÇÃO DENTRO DO PROJETO	97
6.2	CONSIDERAÇÕES PARA A CLASSIFICAÇÃO DOS DOCUMENTOS	97
6.3	CONSIDERAÇÕES ERGONÔMICAS DO TRABALHO	98
6.3.1	UM DIA DE TRABALHO DE UM ENGENHEIRO NUM PROJETO ...	99
6.3.2	IMPACTO DA IMPLANTAÇÃO DO SISTEMA DE GERENCIAMENTO DE INFORMAÇÕES	103
6.3.3	ANÁLISE DA COMPETÊNCIA EM INFORMÁTICA (EUC) DOS ENGENHEIROS	105
6.4	PESQUISA REALIZADA EM EMPRESAS DE ENGENHARIA QUE TRABALHAM EM GRANDES PROJETOS DE ENGENHARIA.	106
6.5	MATRIZ DE DISTRIBUIÇÃO DA INFORMAÇÃO	107
6.6	MATRIZ DE COMPARTILHAMENTO	108
6.7	CICLO DE VIDA DA INFORMAÇÃO DENTRO DE UM GRANDE PROJETO DE ENGENHARIA	109
6.8	PROPOSTA DE SISTEMA DE INFORMAÇÃO	110
6.8.1	METAINFORMAÇÃO	111
6.8.2	FLUXO DE INFORMAÇÃO PROPOSTO	112
6.9	CONSIDERAÇÕES SOBRE A INTERFACE	114
6.9.1	MUITOS DOCUMENTOS UM FORMATO	114
6.9.1.1	FORMATO .HTML	115
6.9.1.2	FORMATO .PDF	116
6.9.1.2.1	USANDO O FORMATO .PDF	119
6.9.1.2.2	PROPIEDADES GERAIS DO FORMATO .PDF	120
6.9.1.3	ESCOLHA	122
6.10	PADRÃO DE INTERFACE	124
6.11	VANTAGENS ESPERADAS DA IMPLANTAÇÃO DO SISTEMA	124
6.11.1	ASPECTOS OPERACIONAIS	124
6.11.2	ASPECTOS ECONÔMICOS	125
6.11.3	ASPECTOS TECNOLÓGICOS	126
6.12	CONSIDERAÇÕES DA ARQUITETURA DE INFORMÁTICA	126
6.13	HUMANIZAÇÃO DA INTERFACE	127
6.14	O MODELO DEMOSTRAÇÃO	129
6.14.1	O MECANISMO DE PROCURA E APRESENTAÇÃO DA INFORMAÇÃO	130
6.14.2	O MECANISMO DE BANCO DE DADOS	132
6.15	PROPOSTA DE METODOLOGIA DE DESENVOLVIMENTO	136

7 CONCLUSÕES DO TRABALHO DE TESE	137
7.1 HIPÓTESES PRINCIPAL	137
7.2 HIPÓTESES SUBJACENTES	137
7.4 FUTUROS DESENVOLVIMENTOS	138
REFERÊNCIAS	140
ANEXO I	144
PESQUISA ENGENHEIROS	144
ANEXO II	146
PESQUISA EMPRESAS	146
ANEXO III	147
AIII.1 CASO DE ESTUDO PROPOSTO	147
AIII.2 CARACTERÍSTICAS BÁSICAS	149
ANEXO IV	152
AIV.1 Diagramas de fluxo de dados	152
AIV.1.1 DEFINIÇÃO	152
AIV.1.2 SIMBOLOGIA	152
AIV.1.3 DFDs Programa catalogador	154
AIV.1.4 DFDs Programa cLIENTE	154
AIV.2 Dicionario de dados	155
AIV.2.1 DEFINIÇÃO	155
AIV.2.2 NOTAÇÃO DE DICIONÁRIO DE DADOS	156
AIV.2.3 DICIONÁRIO DE DADOS SIMPLIFICADO DOS PROGRAMAS CLIENTE E CATALOGADOR	156
GLOSARIO	157

LISTA DE FIGURAS

Fig. 2.1:	Estrutura de desenvolvimento seguida_____	16
Fig. 3.1:	Arquitetura cognitiva_____	38
Fig. 3.2:	Processo de tomada de decisão segundo Payne_____	52
Fig. 3.3:	Processo de tomada de decisão segundo Simons_____	53
Fig. 4.1:	Organização linear_____	57
Fig. 4.2:	Organização matricial_____	58
Fig. 5.1:	Definições acesso a sistemas de informação_____	75
Fig. 5.2:	Modelo da capacidade dos usuários finais_____	84
Fig. 5.3:	Modelo macro para a criação da capacidade dos usuários finais_____	84
Fig. 5.4:	Modelo individual de criação da capacidade em usuários finais_____	85
Fig. 5.5:	O processo de <i>Data Mining</i> _____	91
Fig. 5.6:	Desenho conceitual de um ERDS_____	95
Fig. 6.1:	Proposta do fluxo de informações_____	113
Fig. 6.2:	Criação de documentos no formato .PDF_____	119
Fig. 6.3:	Leitura e impressão de documentos no formato .PDF_____	120
Fig. 6.4:	Caracteres usados no programa: Merlin e Peedy_____	129
Fig. 6.5:	Peddy confirma que foi clicado o botão de cadastro de documentos_____	132
Fig. 6.6:	Tela de cadastro de documentos_____	133
Fig. 6.7:	Merlin informa que se tentou ler um registo anterior ao primeiro registo do banco de dados_____	133
Fig. 6.8:	Tela de procura de documentos_____	134
Fig. 6.9:	Tela de entrada/saída do sistema_____	134
Fig. 6.10:	Tela de entrada do programa cliente_____	135
Fig. 6.11:	Tela de configuração do programa cliente_____	135
Fig. AIII.1:	Arranjo geral da Usina_____	150
Fig. AIII.2:	Corte da casa de máquinas_____	151
Fig. AIII.3:	Corte da área de tomada d'água_____	151
Fig. AIV.1:	DFD: exemplo de processo_____	152
Fig. AIV.2:	DFD: exemplo de fluxo_____	153
Fig. AIV.3:	DFD: exemplo de depósito_____	153
Fig. AIV.4:	DFD: exemplo de terminador_____	153
Fig. AIV.5:	DFD nível 1 do Programa Catalogador_____	154
Fig. AIV.6:	DFD nível 2 do Programa Catalogador_____	154
Fig. AIV.7:	DFD nível 1 do Programa Cliente_____	154
Fig. AIV.8:	DFD nível 2 do Programa Cliente_____	155

LISTA DE TABELAS

Tabela 1.1:	Distribuição do trabalho nos Estados Unidos_____	2
Tabela 4.1:	Comparação dos principais programas de gerenciamento de projetos_____	63
Tabela 4.2:	Matriz de uso da informação_____	70
Tabela 4.3:	Matriz de compartilhamento da informação_____	71
Tabela 5.1:	Possíveis mudanças na relação ganho/esforços____	82
Tabela 6.4:	Matriz de uso da informação_____	107
Tabela 6.5:	Matriz de distribuição da informação_____	108
Tabela AIII.1:	Participação acionaria do Consorcio MAENSA_____	147
Tabela AIII.2:	Tabela de fornecedores da UHE-Machadinho_____	148
Tabela AIII.3:	Características técnicas da UHE Machadinho_____	150

ABSTRACT

This work analyzes ergonomics and cognitive aspects of working with information. By defining information and ergonomics, the present study, aims to propose an information system fit to deal with information within a large engineering project. The system should minimize the engineer's stress by supplying quality information within a reasonable time in order to get the decision making process more efficient and as painless as possible. Another goal is to optimize the documents filing and distribution systems. The proposed system is based on a data warehousing process of document metadatas (including their images) with Internet support.

RESUMO

Este trabalho analisa os aspectos ergonômicos e cognitivos do trabalho com informação. Através de definições de conceitos de informação e ergonômicos visa propor um sistema de informação adequado ao manuseio de informação em grandes projetos de engenharia. O sistema deve minimizar o *stress* dos engenheiros (fornecendo informação de qualidade, num tempo razoável para uma tomada de decisão mais eficiente e menos traumática) e otimizar o sistema de arquivamento e distribuição de documentos. O sistema de informação proposto está baseado num processo de *data warehousing* de metadatas de documentos (incluindo as suas imagens) com suporte à Internet.

1 INTRODUÇÃO

Estamos vivendo uma era que é chamada de Revolução da Informação. Como no caso da revolução industrial, este período de mudanças vem se caracterizando por transformações profundas no nosso estilo de vida, forma de trabalho e relacionamento com outras pessoas e empresas. Enquanto a revolução agrária permitiu fixar o homem no seu *habitat*, e a revolução industrial tem permitido ao homem ampliar a sua capacidade física, a revolução da informação vem ajudando a ampliar a sua capacidade mental. O elemento desencadeador da revolução agrária foi o início da lavra da terra e da revolução industrial foi o desenvolvimento dos motores. Finalmente, o surgimento do computador determinou o surgimento da revolução da informação.

1.1 A INFORMAÇÃO

Nos últimos anos do século XX, a informação obteve duas conotações utilitárias:

Um recurso econômico, no mesmo nível de importância de outros recursos tais como matéria prima, mão-de-obra e capital. Esta visão se suporta pelo fato de que a posse, manipulação e uso da informação pode incrementar a relação eficiência/custo de muitos processos físicos e cognitivos. O incremento nas atividades de processamento de informação na indústria de manufatura assim como em outras atividades humanas foi notável.

Analisando uma das três tradicionais divisões da economia, o setor de serviços, mostra um aumento

dramático nas atividades relacionadas com a informação desde o início do século 20, dando lugar à assim chamada sociedade da Informação.

Por volta de 1995 metade dos trabalhadores dos Estados Unidos estavam engajados em atividades relacionadas com o processamento da informação. Ver tabela 1.1.

Tabela 1.1: Distribuição do Trabalho (%) nos Estados Unidos, 1880-2000

	1880	1920	1955	1975	2000 (est.)
Agricultura e Extração	50	28	14	4	2
Manufatura, Comércio e Indústria	36	53	37	29	22
Informação, conhecimento e educação	2	8	29	50	66
Outros serviços	12	10	20	17	10

Fonte: Adaptação de Graham T.T. Molitor, "The Information Society: The Path to Post-Industrial Growth," Edward Cornish

Como um recurso individual e social, a informação tem algumas características interessantes que a separam das noções antigas de recursos econômicos. De modo diferente de outros recursos econômicos, a informação é expansiva, com limites só impostos pelo tempo e pelas capacidades cognitivas humanas. Sua característica de expansão deve-se basicamente às seguintes propriedades:

- é difusiva naturalmente;
- reproduz-se ao invés de ser consumida pelo uso; e
- pode ser compartilhada e trocada em transações.

Ao mesmo tempo a informação é compressível, tanto sintática quanto semanticamente.

A sua habilidade de não ser substituída por outros recursos econômicos, sua transportabilidade a altíssimas velocidades e sua capacidade de outorgar vantagens aos seus possuidores fazem que a informação esteja nas

atividades bases da nossa sociedade tais como, pesquisa, educação, publicação, *marketing* e política.

As preocupações sociais em relação aos cuidados quanto às fontes de informação estenderam-se do tradicional domínio das bibliotecas e arquivos para atingir as informações de organizações e governos, tudo debaixo de um grande guarda-chuva denominado gerenciamento de recursos da informação.

A segunda conotação para a informação é a de uma *commodity* econômica, que ajuda a estimular o crescimento de um novo segmento das economias de todos os países: o setor de serviços de informação. Aproveitando as vantagens das propriedades da informação e construindo na percepção individual e social da sua utilidade e os seus valores, este setor produz uma ampla gama de produtos e serviços baseados na informação.

A preocupação com informação e conhecimento nos níveis individual, organizacional e da sociedade como um todo, nunca foi tão intensa como neste período da nossa história.

Segundo Cornisg (1995) a quantidade de livros impressos no século XVI na Europa se estima que dobrava a cada 7 anos. A mesma taxa de crescimento que foi calculada para todos os artigos científicos e publicações técnicas no século XX e a mesma taxa de crescimento dos documentos comerciais nos Estados Unidos nos anos 80. Se estas estimativas são corretas, o fenômeno de crescimento da informação não é uma característica nova. Hoje, porém, esta situação tem outros matizes relativos à informação como recurso: A informação é obtida e gerada

automaticamente, a informação é acessada rapidamente, a informação é manipulada a alta velocidade e eficiência.

A proliferação de mecanismos automáticos de captura de dados em laboratórios, hospitais, meios de transporte e outras áreas criou um volume imenso de informação a ser analisada.

Sistemas de informação modernos também trazem maior eficiência à organização, através da recuperação e disseminação da informação.

O controle da informação armazenada sofreu uma revolução. Serviços de informação, fornecem mecanismos que permitem localizar a informação de forma instantânea, copiá-la e movê-la de forma eletrônica. Novas formas de armazenamento digital tornaram economicamente viável aos indivíduos possuir enciclopédias completas. O acesso à informação através de redes de computadores, permite o acúmulo de grandes coleções de dados tanto de indivíduos como de corporações.

Como a tecnologia da informação tem se expandido, alguns conceitos fundamentais da área caducaram. Por exemplo, o conceito tradicional do documento como um objeto fixo e impresso, passa a adotar algumas características de multimídia. Como na sua forma digital os objetos podem ser manipulados facilmente, estes podem ser divididos, recombina-dos, reformatados, comentados em tempo real por outras pessoas e mostrados em muitas formas diferentes. O controle destes documentos vivos, que tentam mimetizar o processo cognitivo humano, será, sem dúvida, um dos desafios da humanidade nos próximos anos.

O uso dos sistemas de informação está motivado pelo desejo de aumentar as capacidades de processamento dos seres humanos ou de encontrar substitutos adequados para compensar esta deficiência. Os efeitos dos sistemas de informação já se destacam nas seguintes áreas: economia, governo e na própria existência do indivíduo.

1.1.1 EFEITOS NA ECONOMIA

Os sistemas de informação são uma ferramenta fundamental na melhora da relação custo/benefício dos investimentos. Se espera que a aplicação destes sistemas conduzam a cenários de maior produtividade, especialmente nos setores de serviços e manufatura através da automatização (chão de fábrica e funções de escritório) e suporte a decisões.

A consciência de que a posse da informação é uma importante ferramenta na competição está estimulando a coleta de inteligência, técnica e econômica, a níveis nacionais, corporativos e, porque não, individuais. Na mesma linha surge necessidade de proteger a informação contra os crimes informáticos e vírus, que poderiam no pior dos casos produzir caos em todos os aspectos da economia.

O crescimento dos aplicativos que processam informação está alterando violentamente a distribuição da mão-de-obra nas economias nacionais. Informações do Departamento de Trabalho dos Estados Unidos, mostram que milhares de empregos na gerência média foram perdidos de forma permanente. O crescimento no número de sistemas de

informação instalados, encoraja mudanças na estrutura hierárquica da gerência.

A automatização está realocando fábricas de nações com mão-de-obra barata novamente para as nações ditas industrializadas, anulando este potencial competitivo. Muitos destes países estão agora tentando mudar sua característica para o fornecimento de serviços: bancos, comércio, comunicações etc.

1.1.2 EFEITOS NOS GOVERNOS E GERÊNCIA

Em grande parte da história da humanidade, as organizações formais estiveram melhor equipadas que os cidadãos para aproveitar as vantagens da informação. As organizações mantêm registros das suas atividades, possuem mecanismos e habilidades para coletar e analisar informação. A posse da informação não é, porém, garantia de um governo ou gerência de boa qualidade. O grande número de escândalos políticos e financeiros, mostram a real possibilidade de erros e más utilizações da informação.

A democratização da informação é uma característica marcante da última metade do século XX. Sistemas de informação pública e de comunicação seguem esta tendência permitindo aos cidadãos acesso mais justo às informações, ajudando também a sociedade a equilibrar o poder das organizações formais. Os conceitos de câmara, assembléia e congresso eletrônicos (iterativos) estabelecem a utopia de democracia participativa.

Os sistemas de informação também influenciam os estilos e a estrutura de gerência das empresas. A forma matricial de organização, onde os departamentos e funcionários se comunicam diretamente com outras unidades da organização, era uma alternativa básica até alguns anos atrás. Novas formas de organização descentralizada imitam os princípios observados na natureza e em sociedades primitivas, onde até 150 pessoas se comunicam livremente e com *overhead* mínimo. Esta descentralização, em muitos casos, só é possível através da implantação de sistemas de informação adequados.

Compartilhamento da informação e comunicação são os fatores principais para permitir a democratização de governos e gerência. Os sistemas de informação são as fundações que permitem este compartilhamento e esta comunicação efetivas.

1.1.3 EFEITOS NOS INDIVÍDUOS

O grande impacto dos sistemas de informação modernos está no padrão e no estilo de vida dos indivíduos. Os sistemas de informação afetam a qualidade dos serviços de saúde, incrementam o conforto e a segurança, aumentam a mobilidade, estendem as opções de lazer dos indivíduos. De uma forma mais difusa, porém tão importante, os sistemas de informação também afetam o conteúdo e o estilo do trabalho dos indivíduos, alterando desta forma, os costumes e as práticas legais estabelecidos. Novos produtos relacionados com informação e mídia devem ser redefinidos em vista a novos requisitos legais no que se refere à propriedade intelectual. Sistemas de coleta maciça de dados dão lugar ao debate entre bem comum e

privacidade pessoal, estabelecendo a necessidade de proteção da informação contra acesso ilegal ou acidental, publicação ou mal uso.

Os indivíduos não podem ignorar o impacto da automação e o processamento da informação nas suas habilidades e atividades. A tecnologia da informação tornou obsoletas muitas das funções humanas: as tarefas mecânicas e repetitivas foram eliminadas. Indivíduos que realizavam estas tarefas enfrentam o desemprego e precisam adaptar-se ou mudar suas habilidades, introduzindo a necessidade de educação continuada. A evolução gradual do trabalho humano observado em gerações passadas, contrasta com a rápida mudança presente nos dias de hoje. Se os indivíduos da sociedade atual não estiverem preparados para suportar mudanças de emprego e deslocamentos geográficos forçados, sofrerão diferentes traumas juntamente com as suas famílias.

O desafio fundamental para a sociedade tem a ver com o bem do espírito humano num ambiente dominado pela informação. Neste tipo de ambiente o conhecimento é o principal e mais valioso elemento. O volume crescente e o alto grau de obsolescência do conhecimento, obrigam ao indivíduo a interagir cada vez mais com fontes e sistemas de informação. O uso efetivo destas fontes e sistemas de informação dá lugar a uma nova definição de alfabetização. A ausência desta habilidade resultará em pobreza e desigualdade intelectual (e seguramente econômica).

1.2 PROJETOS

Avanços tecnológicos junto com requisitos legais, ambientais e econômicos têm influenciado, especificamente, na área da Engenharia, a maneira de abordar os projetos. Nas diversas áreas da engenharia, os novos desafios são cada vez maiores e mais complexos.

Junto com a complexidade dos projetos, aspectos econômicos e políticos impõem novos desafios à gerência de projetos. Na economia, a terceirização das atividades aumenta sensivelmente o número de pessoas e entidades envolvidas e impõe um esforço cada vez maior de gerenciamento para manter padrões mínimos de qualidade e para garantir os prazos. Também na economia, a globalização permite que os participantes dos projetos desenvolvam as suas atividades em locais diferentes. Na política, os órgãos governamentais, principalmente os ligados a questões ambientais, impõem restrições ao processo de engenharia, exigindo aprovações prévias dos projetos para permitir a sua execução. Este fator implica numa maior quantidade de informação a ser gerada e que deverá circular dentro do projeto.

Do acima exposto surge a necessidade de complementar, no caso de grandes projetos de Engenharia, a tradicional Gerência de Projetos com uma nova área que é a Gerência de Informações. Enquanto a primeira cuida de prazos e orçamentos a segunda garante a informação correta para a pessoa certa, no momento adequado. Enquanto técnicas e métodos de trabalho estão estabelecidos para a gerência de projetos, não existe uma metodologia para a gerência de informações. Sendo que existem numerosos softwares

para a gerência de projeto, não existem para a gerência das informações dentro do projeto.

É necessário, portanto, utilizar sistemas de informação "amigáveis" e coerentes com as atividades dos trabalhadores das áreas de Engenharia, de tal forma que apoiem e facilitem o trabalho, diminuam a ansiedade e que o esforço mental se concentre na atividade fim: o projeto de engenharia.

Como resposta ao problema colocado, este trabalho visa propor uma ferramenta inteligente para o gerenciamento da informação dentro de grandes projetos de engenharia.

1.3 ORGANIZAÇÃO DO TRABALHO

Este estudo está dividido em seis partes:

Problema de pesquisa, hipóteses e metodologia de trabalho: onde se apresentam o problema de pesquisa, as hipóteses e as metodologias que serão utilizadas ao longo do estudo.

Engenharia, Ergonomia e Informação: nesta parte apresentam-se os conceitos básicos de trabalho e Ergonomia, destacando-se os aspectos do trabalho de Engenharia. Também é aprofundado o conhecimento da Ergonomia Cognitiva, suas bases teóricas e a sua relação com a criação de modelos mentais dos processos de trabalho. O trabalho de engenharia é puramente mental e se aproveita em grande escala de modelos para representar

os processos de trabalho (grande parte do esforço mental do engenheiro é precisamente a criação de tais modelos).

Grandes Projetos de Engenharia: onde define-se um grande projeto de engenharia em função das suas características principais: multi-disciplinaridade, grande número de fornecedores e grande volume de informação. Aspectos da gerência de projeto e da gerência da informação que circula dentro de um projeto de engenharia são também apresentados.

Sistemas de Informação: onde discutem-se os requisitos necessários que devem apresentar os sistemas de informação a serem utilizados no gerenciamento de informação de grandes Projetos de Engenharia. Estes requisitos pertencem a três categorias:

- Gerais, em relação a acesso, segurança, privacidade e propriedades das informações.
- Ergonômicos, que tratam da redução dos trabalhos visuais, motores e mentais dos usuários dos sistemas de informação. Também são discutidos aspectos de satisfação dos usuários.
- Funcionais, discutem a necessidade de funções dentro do sistema de gerenciamento de informação. Estas facilidades são, dentre outras, o processo de *data warehousing*, agentes inteligentes, *data mining* e a troca eletrônica de dados.

Desenvolvimento de um Estudo de Caso: onde são apresentados os problemas associados com a gerência de informação num grande projeto de engenharia. Diferentes alternativas para o sistema de informação são definidas e justificadas. Também foi elaborado um sistema de demonstração (chamado de SuperDOC) implantado numa empresa de engenharia, para fins de avaliação.

Conclusões: as hipóteses apresentadas são corroboradas através da aplicação da ferramenta de gerenciamento de informação baseado em metainformações de documentos proposta. Novos campos de aplicação deste sistema são apresentados.

2 PROBLEMA DE PESQUISA, HIPÓTESES E METODOLOGIAS

Neste capítulo são apresentados o problema de pesquisa, as hipóteses a serem corroboradas pelos estudos deste trabalho, e as metodologias a serem utilizadas.

2.1 PROBLEMA DE PESQUISA

Como utilizar as técnicas atuais de agentes cognitivos, *data mining* e *datawarehousing* para melhorar a gerência de informações dentro de um grande projeto de engenharia.

2.2 HIPÓTESES

Partindo do problema apresentado e da revisão bibliográfica das diversas áreas do conhecimento envolvidas a continuação formulam-se as seguintes hipóteses:

2.2.1 HIPÓTESE CENTRAL

A utilização de um Sistema de Informação, baseado metainformações de documentos, adequado à gerência das informações que fluem ao longo do desenvolvimento de um grande projeto de engenharia, diminui os erros, melhora a qualidade do projeto e o desempenho dos trabalhadores e minimiza os custos.

2.2.2 HIPÓTESES SUBJACENTES

Como hipóteses subjacentes podem-se formular:

- uma análise ergonômica a nível cognitivo do trabalho do Engenheiro dentro de um grande projeto, juntamente com uma análise tradicional de requisitos de software, permite o desenvolvimento de um modelo conceitual do sistema de informação que apoie o desenvolvimento do projeto como um todo através de um gerenciamento adequado das informações;
- o modelo conceitual criado utilizando a análise ergonômica e requisitos operacionais, permite o desenvolvimento de um Sistema de Informação com funcionalidade e utilizabilidade;
- a metodologia de desenvolvimento do sistema de informação poderá ser utilizada para atacar problemas de gerenciamento da informação de mais de uma organização/projeto e
- o sistema de informação permitirá uma redução significativa nos custos e tempos do projeto, contribuindo grandemente para a qualidade do mesmo.

2.3 OBJETIVOS

2.3.1 OBJETIVO GERAL

Conceber um modelo conceitual de sistema de informação inteligente para apoiar a gerência de informações dentro de um grande projeto de Engenharia.

2.3.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Fazer uma análise organizacional dos processos envolvidos num grande projeto de engenharia.
- Levantar as principais atividades cognitivas envolvidas no processo de projetos de engenharia.
- Levantar os requisitos de software de um Sistema de Gerenciamento de Informações aplicado a grandes projetos de engenharia.
- Fazer uma análise ergonômica das atividades cognitivas dos trabalhadores de um grande projeto de engenharia.
- Analisar e propor um Estudo de Caso.
- Desenvolver um módulo demonstrativo do sistema de informação proposto.

2.4 LIMITAÇÕES DO ESTUDO

O estudo limitou-se ao desenvolvimento de um modelo conceitual do sistema de gerenciamento da informação dentro do contexto de um grande projeto de engenharia. O estudo desenvolveu e avaliou os modelos lógicos que levam à concepção de um sistema inteligente que auxilie os trabalhadores deste projeto no manuseio da informação.

A análise ergonômica limitou-se a estudar as exigências do trabalho a nível mental, principalmente, cognitivo dos engenheiros que atuam num grande projeto de engenharia.

Foi desenvolvido um sistema modelo representativo, que demonstrará as principais características do sistema.

2.5 METODOLOGIA

Neste estudo, foi utilizada a metodologia descrita a seguir.

2.5.1 ESTRUTURA DE DESENVOLVIMENTO SEGUIDA

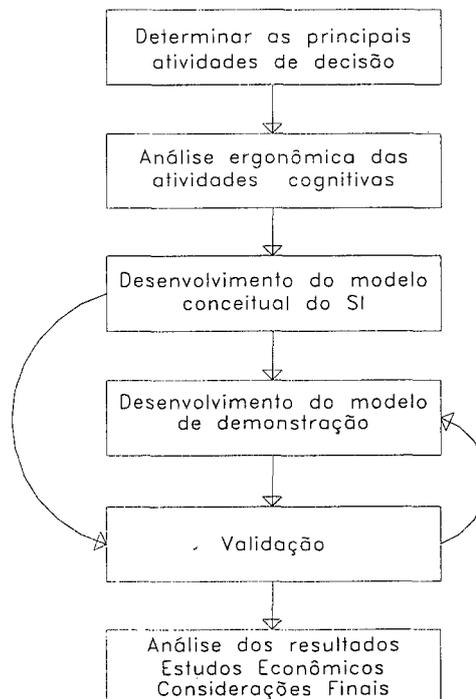


Figura 2.1: Estrutura de desenvolvimento seguida

Determinação das principais atividades de decisão:
baseadas nas atividades desenvolvidas pelos engenheiros e coordenadores de projetos.

Análise ergonômica das atividades cognitivas: análise do raciocínio lógico, tomadas de decisões, memorização, comportamentos e condutas.

Desenvolvimento do modelo conceitual: baseado nas atividades anteriores, tendo como objetivo o desenvolvimento de uma metodologia para criação de uma ferramenta que auxilie no gerenciamento de grandes volumes de informação.

Desenvolvimento do módulo de demonstração: baseado nas atividades normais de projeto, desenvolvido em ambiente Windows, cliente servidor/Internet e na linguagem Visual Basic.

Validação: através da simulação de atividades típicas, num ambiente real de trabalho.

Análise de Resultados, considerações finais: utilizando entrevistas e propondo futuros desenvolvimentos.

2.5.2 MÉTODOS E TÉCNICAS DE LEVANTAMENTO DE DADOS

Foram realizadas coletas de dados através de questionários entregues a empresas de engenharia, com o objetivo de identificar sua capacidade tecnológica, suas necessidades e suas expectativas na área de Tecnologia da Informação no sentido amplo (não sendo restrito à área de informática). Paralelamente foi realizado um questionário com o objetivo de mostrar a realidade ocupacional do engenheiro dentro das empresas de engenharia, no que se refere ao volume de informação manuseado, número de projetos nos quais está envolvido, tipo de relação

ocupacional (consultor externo, atividades terceirizadas, funcionário da empresa etc.)

2.6 DESENVOLVIMENTO DE UM ESTUDO DE CASO:

De posse das informações coletadas foi escolhida uma empresa para realizar um Estudo de Caso, levantando o fluxo de informação, tipo de trabalho de engenharia realizado e o contexto de engenharia e de tecnologia da informação da empresa estudada. Nesta base foi implantado o sistema de informação de demonstração.

2.7 RESULTADOS ATINGIDOS

No final do estudo chegou-se aos seguintes resultados, discutidos na frente deste trabalho

1. caracterização ergonômica do trabalho do engenheiro dentro de um grande projeto de engenharia;
2. caracterização de vantagens e problemas gerais de sistemas de informação e
3. desenvolvimento de um modelo de sistema de informação que minimize o trabalho mental do participante em grandes projetos de engenharia, aumentando a produtividade e reduzindo os erros.

2.8 JUSTIFICATIVA DA TESE

2.8.1 NÃO TRIVIALIDADE

As atividades de engenharia, consideradas de forma ampla a partir da sua idéia básica (etimológica) de engenho-

inventiva, tem profundas relações com as raízes do pensamento humano. Desde os tempos antigos as atividades de engenharia estão presentes na vida humana, desde as primeiras ferramentas até as mais complexas máquinas de nosso tempo. Porém, pouco foi pesquisado sobre a forma em que o processo de engenharia ocorre, sem a preocupação de como as diversas informações (resultante de trabalhos de pesquisa, experimentos etc.) são combinadas na mente dos engenheiros para a criação de novas máquinas e novas idéias.

Na atualidade, as atividades da engenharia deixaram de ser uma atividade isolada e solitária e passaram a ter diferentes especialidades e concentrações de conhecimento. Fato este que implica na interação entre pessoas e organizações para desenvolvimento das atividades de engenharia.

Novas ferramentas e tecnologias, principalmente a introdução da informática, trouxeram uma nova revolução nesta atividade. Introduziram um novo elemento na realização das tarefas de engenharia: o computador, aumentando a carga psicológica das mesmas.

A informação sempre foi o principal valor das atividades de engenharia. De forma oposta ao processo de manufatura, o processo de engenharia consiste basicamente na manipulação da informação. A informação é hoje disponível em volumes e qualidades não sonhadas alguns anos atrás (na forma de catálogos, Normas Técnicas, procedimentos etc.). A tendência é que, cada vez mais, volumes maiores de informação estarão disponíveis. A tomada de decisão nestas condições torna-se um processo estressante.

Nos últimos anos, numerosas barreiras culturais, tecnológicas e econômicas foram derrubadas pela tecnologia (notavelmente a popularização da Internet), libertando o homem da tirania geográfica e disponibilizando quantidades ainda maiores de informação.

A não trivialidade da tese surge da combinação de duas disciplinas em princípios dissociadas (a Teoria da Informação e a Ergonomia) para diminuir o trabalho mental dos participantes em grandes projetos de engenharia, melhorando a produtividade e diminuindo erros.

2.8.2 ORIGINALIDADE

Não foram encontrados na literatura estudos que enfoquem uma análise ergonômica do trabalho do engenheiro em grandes projetos de engenharia, em função do grande volume de informações disponíveis assim como do entorno que envolve esta atividade.

2.8.3 CONTRIBUIÇÃO AOS CAMPOS DE CONHECIMENTO CONSIDERADOS

Dois campos de conhecimento abordados nesta tese receberão contribuições:

1. Teoria da informação: Foi proposta uma nova forma de desenvolvimento para sistemas de software que leva em consideração, além da análise tradicional de requisitos

de software, uma análise ergonômica das atividades desenvolvidas pelos profissionais onde o sistema será utilizado.

Foi proposto um modelo conceitual de sistema de Informação capaz de lidar com um grande volume de informações de diferentes formatos direcionados a diferentes usuários para diferentes finalidades, dentro de um enfoque ergonômico que vise minimizar o esforço mental do engenheiro. Será gerado também um programa de demonstração deste modelo, com fins de validação.

2. Ergonomia: Foi realizado um estudo ergonômico da atividade mental realizada pelos participantes de um grande projeto de engenharia o qual foi a base para o desenvolvimento de gerenciamento de informação dentro de um grande projeto de engenharia.

3 A ERGONOMIA, ENGENHARIA E INFORMAÇÃO

Neste capítulo, apresenta-se uma revisão teórica do trabalho, ergonomia e análise ergonômica da atividade de projeto de engenharia. Em cada um destes itens, tentou-se abordar somente os aspectos que foram de interesse para o desenvolvimento deste projeto e relevantes ao trabalho do engenheiro.

3.1 O TRABALHO

Como indica "O dicionário histórico da língua francesa" (Rey, 1995), o trabalho associou-se desde o início com o sofrimento e a fadiga: a noção é procedente do latim "trepaliare" que significa atormentar e torturar com o "trepalium" que é o nome de um instrumento de tortura.

Altafulla (1981), define o trabalho "como o conjunto de ações que levam à produção de bens individuais e coletivos e que promove o desenvolvimento pessoal, familiar e de uma nação".

Na atualidade, o trabalho é entendido como o resultado da aplicação da atividade coordenada, de caráter físico e ou intelectual, necessária à realização de qualquer tarefa, serviço ou empreendimento. O trabalho implica a aplicação de energia, que leva consigo um gasto.

O trabalho de engenharia se caracteriza por um forte componente intelectual, altamente variável em função da aplicação de novas tecnologias que produz um serviço: o projeto de engenharia.

O trabalho processa-se em uma determinada esfera social, política, econômica, cultural e física, a qual dá características próprias, particular e pessoal. Todo este conjunto faz parte de um processo de trabalho diferenciado e caracterizado pelo homem, chamado "processo de trabalho".

Na tradição da sociologia do trabalho, tal qual ela é expressa no "Tratado de Sociologia do Trabalho" dirigida por Friedmann e Naville (1962), o trabalho não é somente uma característica humana, mas o traço fundamental de toda sociedade, o elemento que "ordena" as sociedades.

O trabalho das sociedades industriais se desenvolve num "meio técnico", que se opõe ao "meio natural". Segundo Friedmann (1963), no meio técnico, o trabalho é tomado de encargo pela máquina e o que resta dele é dividido e parcializado de fato pela forte divisão do trabalho. A separação do "pensamento" e da "execução" tem por conseqüência a despersonalização, a consciência de "jamais poder acabar uma tarefa", "de ser desprovido de participação", e sobretudo de "ser privado da obrigação de aprendizagem": se trata de um "trabalho de migalhas", segundo a expressão de Friedmann (1956). O trabalho se desenrola dentro de um quadro social que repousa sobre uma escolha de organização baseada sobre a institucionalização da dicotomia entre o "meio de execução" e o "meio de poder". Esta dicotomia tem fortes conseqüências sobre a cooperação na indústria e sobre a integração dos indivíduos na sociedade. O trabalho repousa sobre uma concepção que separa a decisão da execução: o assalariado recebe ordens, cuja elaboração é feita sem que ele saiba, e as quais ele deve obedecer

estritamente, qualquer que seja o setor de sua atividade (Friedmann, 1962).

O argumento de Friedmann não é diretamente aplicado ao trabalho de engenharia que envolve e integra as duas condições apresentadas como separadas por Friedmann: pensamento e execução. Por outro lado, podemos pensar que o trabalho de engenharia desenvolve-se, na atualidade, maioritariamente num "meio técnico", onde a máquina é representada pelo binômio software-computador.

O processo de trabalho no setor de engenharia não gera como produto final uma mercadoria, e sim um serviço. Assim, o trabalho da engenharia é caracterizado pela produção de serviços e, como tal, um produto complexo e volátil quando comparado com a produção da mercadoria concreta. O projeto de engenharia, com toda sua complexidade, como produto final, é o resultado do trabalho dos componentes de uma equipe de especialistas e da atuação dos participantes do projeto (dono, autoridades, fornecedores, etc.), sendo que cada um deles tem atribuições e interesses específicos e muitas vezes conflitantes dentro do processo de engenharia.

O processo de engenharia caracteriza-se por uma grande divisão de tarefas, tanto no "espaço" (diferentes especialistas) como no "tempo" (fases do projeto). Cabe à gerência do projeto a divisão das tarefas, estabelecimento de responsabilidades e a cobrança dos resultados.

A Ergonomia (na sua linha francesa) aparece como uma tentativa de prosseguir e articular os conhecimentos provenientes de campos científicos distintos. De um lado,

ela tem a marca de suas origens científicas, sociais e institucionais. De outro lado, ela constroi-se sobre uma inversão de perspectiva em relação ao olhar do modelo clássico dos diferentes campos de conhecimento, como o indicam suas proposições fundamentais.

Em se tratando de uma atividade puramente mental, o trabalho de engenharia só recebeu atenção da Ergonomia (um dos motivos deste trabalho) nestes últimos tempos, mais em função da utilização do computador do que em função da própria atividade.

3.2 ERGONOMIA

A Ergonomia, como já foi definida pela Associação de Ergonomistas de Língua Francesa (SELF), é "uma disciplina que agrupa os conhecimentos da fisiologia, da psicologia e das ciências conexas aplicadas ao trabalho humano em vistas de uma melhor adaptação dos métodos, dos meios e do ambiente de trabalho ao homem".

Atualmente, a Ergonomia é considerada interdisciplinar, baseada em resultados experimentais obtidos a partir do estudo empírico e que pode proporcionar informações certas para modificar as instalações, maquinarias, equipamentos e ferramentas, assim como a tecnologia para adaptar melhor o trabalho ao homem (Wisner, 1988).

Mas se trata de uma disciplina que surge em razão das contribuições da antropometria, da fisiologia do trabalho, da psicologia do trabalho, da psicologia cognitiva, da engenharia e da biomecânica, da toxicologia

e outras disciplinas que se ocupam do "homem em situação de trabalho".

A Ergonomia tem descoberto e aceitado a distinção entre o trabalho prescrito, comumente chamado "tarefa", sendo que esta é elaborada e designada pela direção aos trabalhadores apresentada em manuais de funções, e o trabalho real ou também chamado "atividade", que é o trabalho desenvolvido efetivamente no dia a dia pelo trabalhador em seu posto de trabalho.

Esse trabalhador não é somente um ente biológico que só existe como um corpo, mas que também tem dimensões cognitivas, afetivas e relacionais que estão indissociavelmente ligadas durante o desenvolvimento de sua atividade laboral.

No desenvolvimento de seu trabalho, o trabalhador passa por uma adaptação operativa. O indivíduo se comporta como um sistema de controle automático, isto é, como um sistema cujo funcionamento é regido pelos desvios entre seu comportamento efetivo (instantâneo) e o comportamento prescrito. Ele pode agir em dois níveis:

- primeiro nível, o de Adaptação: o indivíduo adapta os modos operativos, em função do nível de exigência da tarefa e da carga induzida;
- segundo nível, o de Saturação: o indivíduo limita o nível de exigência da tarefa, quando este assume valores insuportáveis. Este segundo nível de controle só é exercido quando o primeiro já está saturado, quando a adaptação dos modos operativos não pode mais compensar o aumento do nível de exigência da tarefa. Neste caso, o trabalhador equilibra o sistema, agindo

não mais sobre o processo entre a entrada e a saída, mas limitando diretamente a entrada.

Altos níveis de exigências, prazos curtos e grande volume de informação a ser processado fazem que os trabalhadores da engenharia entrem freqüentemente no nível de saturação, aumentando a possibilidade de erros e "stress" com projetos caros e de baixa qualidade.

É o ser humano na sua totalidade que se compromete no trabalho, toma parte de um coletivo de trabalho que não resulta da simples adição dos trabalhadores individuais. Para a Ergonomia não existe um "trabalhador promédio" e os estudos antropométricos dão uma base sólida para se pôr de relevo que a heterogeneidade entre os seres humanos é o que predomina, já que existem diferenças individuais que dão lugar a múltiplas capacidades de resistência e de adaptação aos riscos profissionais. É nessa diferenciação que a Ergonomia abre seu espaço de aplicação multidisciplinar nas áreas de trabalho. No trabalho de engenharia, este fato está presente devido a diferentes *backgrounds* e idiossincrasias dos engenheiros, principalmente os de diferentes especialidades.

A Ergonomia serve para fins múltiplos:

- para reduzir ou eliminar os riscos profissionais, promovendo um trabalho seguro, apartado dos acidentes de trabalho e das enfermidades profissionais;
- para melhorar as condições de trabalho, com a finalidade de evitar a fadiga provocada pela elevada carga global de trabalho em suas várias dimensões: carga física derivada do esforço muscular, carga psíquica e carga mental, e, finalmente, para lograr uma

maior eficiência das atividades produtivas (Santos apud Benito (1998)) e

- a utilização racional dos conhecimentos ergonômicos apropriados a cada tipo de trabalho faz possível o melhoramento da produtividade, a redução de acidentes, o incremento da qualidade e a redução dos custos laborais que se manifestam sob a forma de absenteísmo, rotatividade, conflitos, falta de interesse pelo trabalho, etc.

A Ergonomia proporciona elementos para questionar a racionalidade e a eficácia econômica da organização científica do trabalho em suas modalidades tayloristas e fordistas e para humanizar o trabalho.

As transformações operadas no processo de trabalho, pela introdução das novas tecnologias informatizadas e automatizadas, trouxe novas realidades ao trabalho tradicional e amplia substancialmente o campo de ação da ergonomia e coloca em relevo a existência de uma impressionante atividade cognitiva e esforço mental por parte dos trabalhadores, sem os quais os novos equipamentos e os *softwares* serão incapazes de atualizar todas as suas possibilidades.

Pode-se afirmar que a introdução da informática no trabalho, começou na área de engenharia, e se espalhou posteriormente a outras áreas.

3.3 O TRABALHO PARA A ERGONOMIA

O trabalho pode ser abordado pelo trabalhador em três aspectos:

- Econômico: que repercute nas atividades de subsistência;
- Psicológico: de criação ou de realização de si mesmo e
- Social: que repercute na cooperação, inserção na sociedade e solidariedade.

O trabalho pode ser definido através da análise das atividades, mas, também, através de representações que elaboram os homens e através de idéias que eles fazem a si próprios a respeito do trabalho.

O trabalho é um objeto de tal complexidade que uma única disciplina não pode abarcá-lo. O enigma da complexidade do trabalho não é o problema central da Ergonomia. Ela se apresenta, não como uma disciplina particular, mas como uma espécie de "metadisciplina", que convoca numerosas disciplinas para resolver o enigma da complexidade.

Para Sperandio (1984), "a Ergonomia é uma disciplina científica particular. Ela é constituída por muitas disciplinas. Mais exatamente pelas partes das disciplinas que concorrem para o conhecimento científico do homem no trabalho, sob diversos aspectos fisiológicos, psicológicos, sociológicos e médicos do trabalho humano".

De um outro lado, a Ergonomia contribui para transformar as situações de trabalho. Ela visa a adaptação do "trabalho ao homem" (Sperandio, 1984). Bem que este objetivo não é incompatível com a adaptação do homem ao trabalho, notadamente pelo viés da formação, um estudo será qualificado de ergonômico se ele visa explicitamente a adaptação do trabalho às diversas características dos homens visados, quer dizer, o arranjo concreto das

ferramentas, dos postos de trabalho e dos sistemas homens-máquinas, do meio ambiente e da organização do trabalho, assim como todos os "intermediários técnicos utilizados". A questão dos critérios se encontra aqui engajada, para decidir o que é uma melhoria. Estes critérios serão os mesmos para o engenheiro, o analista e a pessoa que trabalha? Certamente não, mas importa notar que os conhecimentos produzidos são finalizados sem relação a esse objetivo geral de melhoria, objetivo decomposto em seguida: por um lado, os aspectos materiais e por outro, a organização do trabalho.

3.4 ERGONOMIA E INFORMAÇÃO

Como o ser humano, ao desenvolver um trabalho, envolve o físico e o mental. O trabalho mental não se opõe ao trabalho físico, eles se complementam e diz respeito a todos os aspectos do trabalho humano.

Neste sentido, todo trabalho, mesmo o mais simples, o mais gestual, o mais repetitivo e também mental. Inversamente, todo trabalho mental pode ser qualificado de físico. Assim sendo, o trabalho mental é avaliado sob o enfoque dos processos psíquicos desenvolvidos pelo indivíduo e não somente sob o ângulo dos processos orgânicos.

Kalsbeek (1985) afirma que, em relação ao conteúdo cognitivo da tarefa, o principal aspecto é a tomada de decisão, por ser a que pode produzir maior sobrecarga. Porém, a tomada de decisão está longe de ser o único componente da atividade cognitiva. Devem considerar-se também o aspecto perceptivo, relacionado principalmente

com as atividades de identificação e reconhecimento; a análise da informação (raciocínio sob todas as suas formas), informação externa (da percepção), informação interna (da memória) etc. O aspecto mais crítico é provavelmente a memória, que pode ser de curto ou longo prazo. A memória de curto termo requer um esforço mental durante todo o período de memorização. Trata-se de uma memória ativa se comparada com a memória passiva dos computadores. Com respeito à memória de longo termo, a atividade crítica é a procura necessária para encontrar a informação desejada.

A representação mental é outro aspecto importante no desenvolvimento da tarefa.

Na medida em que as tarefas exigem do homem menos esforços físicos e mais esforços de decisão, na Ergonomia desenvolve-se o estudo dos fatores cognitivos. Esta evolução explica o aumento do interesse pelo estudo do trabalho mental.

As tarefas estudadas sob o "chapéu" geral de "trabalho mental" são muito variadas, entre elas temos:

- tarefas de diagnóstico (medicina, enfermagem, manutenção, controle aéreo, etc.);
- tarefas de controle de qualidade;
- tarefas de controle de tráfego (aéreo, marítimo, ferroviário e rodoviário);
- tarefas de vigilância e de segurança;
- tarefas de vigilância e controle de processos automáticos;
- tarefas de pilotagem (veículos terrestres, marítimos e aéreos);

- tarefas de concepção (concepção de produtos através da computação gráfica);
- tarefas de comando à distância;
- tarefas administrativas (enfermagem, automação de escritórios, etc).

A engenharia aborda as tarefas mentais mais críticas: concepção, controle de qualidade e administrativas.

O funcionamento cognitivo deve ser considerado como o funcionamento de um sistema. Em um primeiro nível, a descrição do sistema cognitivo pode apresentar-se como a descrição das funções utilizadas no sistema mental e seu comportamento. Ela é análoga aquela que se poderia fazer de um sistema artificial de tratamento da informação. Em um segundo nível, o sistema cognitivo é descrito pelas atividades que realizam estas funções no homem. Este nível define as particularidades do sistema humano de tratamento da informação.

Segundo Richard (1990) apud Benito [3.1][3.2](1998), as atividades mentais podem ser inferidas a partir dos comportamentos e verbalizações e podem ser simuladas pelos modelos de tratamento da informação. Elas tem, então características que lhes permitem ser testadas empiricamente, como o conteúdo de toda teoria científica.

Convém ainda precisarmos o que entendemos por atividades mentais e as caracterizarmos com relação às atividades cognitivas: As atividades cognitivas são parte das atividades mentais, situam-se além do tratamento de informações sensoriais, de origens ambiental ou lingüística, e precedem a programação motriz, a execução e o controle dos movimentos, que são a realização

comportamental das ações.

0.317.137-4

1. As atividades mentais podem ser definidas primeiramente pela natureza das informações a partir das quais trabalham e pela natureza das informações ou decisões que produzem. As informações de onde elas partem são o resultado dos tratamentos sensoriais, da identificação dos objetos e de sua posição, dos movimentos, das mudanças e de sua sucessão, que são a base da percepção dos eventos, identificação dos elementos léxicos e das marcas sintáticas e, pode-se acrescentar ainda, da identificação dos significados proposicionais. As produções das atividades mentais são de duas espécies: umas têm um resultado comportamental direto, que são as decisões de ação, que convém distinguir bem da programação dos gestos e dos movimentos. Outras não tem resultados externos: são as que permanecem internas ao sistema cognitivo, o qual se enriquece sob forma de informações medidas.

2. As atividades mentais podem ser também definidas pela natureza dos tratamentos que elas operam. O modo com que elas constroem representações e operam sobre elas. As representações são, como verse-a mais adiante, essencialmente interpretações que consistem, em utilizar conhecimentos para atribuir um significado de conjunto aos dados, resultantes da análise perceptiva, isto no contexto de uma situação e tarefa particular. A construção de uma representação comporta a atribuição definitiva de significados a estes elementos e, principalmente, a seleção para cada elemento de um significado particular quando diferentes significados podem ser fornecidos pela identificação perceptiva. Deste ponto de vista, as atividades mentais são caracterizadas

pela predominância dos tratamentos chamados "top down" (de cima para baixo), isto é, tratamentos dirigidos pelos conhecimentos, diferentemente das atividades perceptivas, caracterizadas pela predominância de tratamentos ditos "bottom up" (de baixo para cima), que extraem a informação dos estímulos para juntá-la às configurações gravadas na memória (Richard(1990) apud Benito [3.1] [3.2] (1998)).

3. As atividades mentais podem ser caracterizadas, em terceiro lugar, pela natureza dos processos de tratamento que as constituem. Richard apud Benito [3.1][3.2](1998) distingue tratamentos modulares e não modulares. Os tratamentos modulares são tratamentos especializados que têm acesso somente a uma parte da informação disponível no sistema. São, desse modo, autônomos e impermeáveis ao que se passa em outras partes do sistema. As atividades mentais de tratamentos não modulares, integram informações de natureza muito diversa: informações sobre a situação, conhecimentos relacionais e procedurais e informações sobre a tarefa. Elas são, de fato, muito sensíveis aos efeitos do contexto: não só o contexto perceptivo e lingüístico, mas também o contexto semântico e igualmente o contexto da situação e da tarefa. Os efeitos do contexto são ainda os reveladores privilegiados dos mecanismos em jogo.

Não se pretende dar uma definição muito rigorosa do que é "mental" ou do que é "cognitivo". Estes termos, reabilitados pelo cognitivismo, parecem úteis precisamente porque permitem distinguir, no interior do domínio cognitivo, as atividades que tratam dos estímulos e que apelam, principalmente a processos do tipo *bottom up*, freqüentemente modulares, e as atividades que tratam

de significados e decisões. O cognitivo é uma parte do mental. Os outros componentes são a percepção e a motricidade, entendendo por isto a programação e a execução do gesto e do movimento.

Pode-se tentar acrescentar uma quarta característica das atividades mentais; que é o seu caráter consciente. Não se acredita que isto é pertinente. As atividades mentais com mais performance são em geral muito automatizadas. Sua rapidez de execução é uma condição de sua eficiência. Elas são conscientes geralmente no início da aprendizagem, em situações não familiares ou ainda nas situações conhecidas que requerem conceituação e conscientização destas atividades com fins de comunicação e de tomada de decisão coletiva ou em vista de informação.

3.4.1 A NOÇÃO DE REPRESENTAÇÃO

A noção de representação, segundo Richard apud Benito(1999), é a mais central em psicologia cognitiva. Entretanto, está longe de ser clara e esta apresenta concepções bastante diferentes.

Do ponto de vista de sua natureza, as representações devem ser distinguidas dos conhecimentos ou crenças. As representações são construções circunstanciais feitas num contexto particular e com fins específicos. Numa situação dada e para fazer face às exigências da tarefa em curso. Um texto que se lê, uma ordem que se escuta, um problema a resolver. Sua construção é finalizada - pela tarefa e pela natureza das decisões a tomar.

As representações levam em conta o conjunto dos elementos da situação e da tarefa. São, portanto, muito particularizadas, ocasionais e precárias por natureza. É suficiente que a situação mude ou que um elemento não observado da situação seja agora levado em conta para que a representação seja modificada. Elas são por natureza transitórias: uma vez terminada a tarefa, são substituídas por outras representações ligadas a outras tarefas.

Os conhecimentos são também construções, porém são permanentes e não são inteiramente dependentes da tarefa a realizar, são gravados na memória de longo termo e, enquanto não forem modificados, supõe-se que se mantêm sob a mesma forma. Os psicólogos cognitivos parecem de acordo com esta distinção. Os termos utilizados para explicá-la variam um pouco.

Certos autores adotam somente o termo representações e o qualificam como: representações - tipos, o que se chama conhecimentos; e representações - ocorrentes, o que se chama representações (Richard apud Leny, 1990). Também são chamadas de estruturas permanentes e circunstanciais (Richard apud Benito, 1998). Não se utiliza a expressão "Representação dos conhecimentos"; ela tem um sentido preciso em Informática, um modo de exprimir conhecimentos sob uma forma executável por uma máquina. Mas este sentido não é de todo pertinente em Psicologia, salvo quando se trata de simular a organização dos conhecimentos na memória.

Do ponto de vista do funcionamento cognitivo, a diferença entre conhecimento e representações é que os conhecimentos têm necessidade de serem ativados para

serem eficientes, enquanto que as representações são imediatamente eficientes. Isto porque as representações constituem o conteúdo da memória operacional. Isto é, as informações gravadas na memória de trabalho e as informações ativadas da memória de longo termo. As informações na memória operacional são aquelas que estão disponíveis para a tarefa. Elas são mantidas ativas durante o desenvolvimento da tarefa.

Os conhecimentos, ao contrário, são gravados na Memória de Longo Termo (MLT). Nem todas as informações na MLT estão disponíveis, só uma pequena parte delas, isto quer dizer, as que têm um nível de ativação suficiente ou que são objeto de uma busca bem sucedida na memória.

3.4.2 A ARQUITETURA COGNITIVA

Arquitetura Cognitiva, para Richard (1990), é a descrição dos diferentes elementos que constituem o sistema cognitivo e de suas relações. Trata-se de uma arquitetura funcional na medida em que, de um lado, não conhecemos as estruturas neuro-anatômicas que correspondem a estes elementos e onde, de outro lado, é extremamente incerto que exista uma correspondência entre os elementos da arquitetura funcional e as estruturas neuro-anatômicas que são seu suporte.

A arquitetura funcional é uma descrição estática das diferentes funções do sistema cognitivo, com o único fim de servir de base a uma descrição do funcionamento cognitivo. A descrição funcional de um sistema comporta a descrição dos elementos do sistema e a descrição das relações entre estes elementos. Como se tem feito para

toda descrição desse gênero, utilizou-se "caixas" para designar as funções ou elementos do sistema e setas para designar as relações. A descrição do funcionamento cognitivo consistirá em precisar o significado destas setas, isto é, indicar as modificações suscetíveis de estarem contidas no sistema e as condições de desencadeamento e de uso destas modificações.

Como se mostra na figura 3.1 do esquema da arquitetura do processo cognitivo, segundo Richard (1990); as entradas do sistema cognitivo são as situações. No que concerne, estas são as informações que são o resultado dos tratamentos dos sistemas sensoriais. Estas informações são de duas ordens: as de natureza espaço-temporal, referentes aos objetos e eventos, e as de natureza simbólica (lingüísticas ou icônicas), que veiculam significados e são interpretadas no interior dos sistemas de sinais e do contexto da situação.

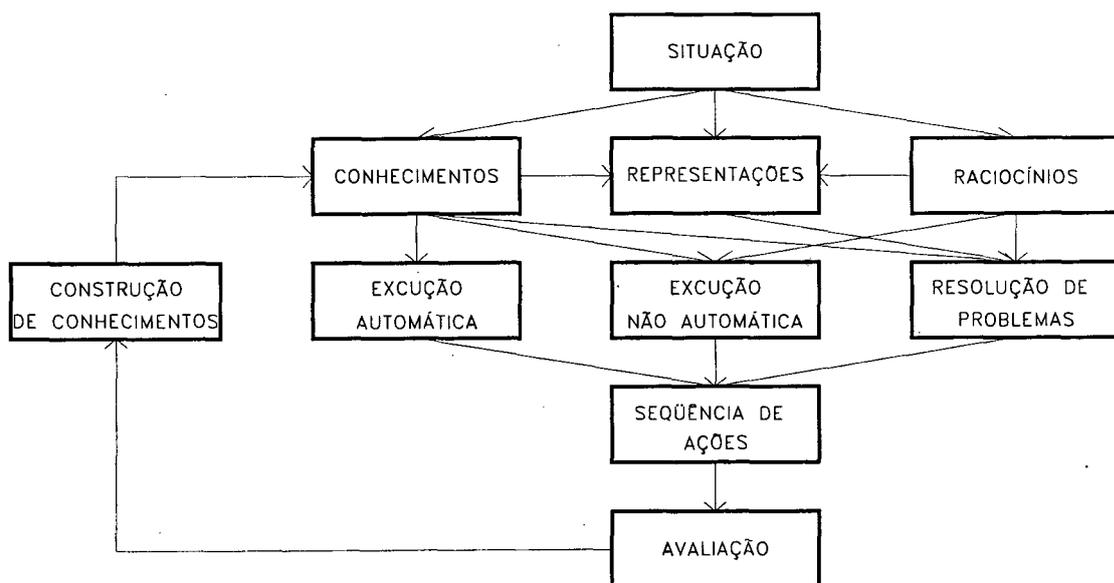


Figura 3.1: Arquitetura cognitiva (Richard (1990))

As saídas do sistema cognitivo são os movimentos, os gestos e as produções lingüísticas. Ao que interessa, as saídas são para as ações, as decisões de ação e para as

produções linguísticas, os conteúdos semânticos a transmitir. A programação e a execução do gesto e do movimento, a colocação em forma sintática, a tradução fonética ou gráfica, a colocação em forma vocálica e prosódica são processos cognitivos que não estão relacionados entre as atividades mentais.

3.4.3 AS FUNÇÕES DO SISTEMA COGNITIVO RELACIONADAS COM A TAREFA

Quanto à parte do sistema cognitivo, distinguem-se seis grandes funções:

1. construção de estruturas cognitivas permanentes: conhecimentos, crenças;
2. elaboração das decisões de ação para as tarefas;
3. Construção das representações (estruturas cognitivas transitórias);
4. produção de inferências com fins epistêmicos (representações) ou pragmáticos (decisões de ação);
5. tratamento da informação (criação de conhecimentos) e
6. funções de diagnóstico, regulagem e controle da atividade.

3.4.3.1 CONSTRUÇÃO DE ESTRUTURAS COGNITIVAS PERMANENTES

Os conhecimentos são estruturas cognitivas permanentes. Existem dois modos de construção dos conhecimentos que, em geral, contribuem para a aprendizagem. Os conhecimentos podem ser construídos a partir de informações simbólicas veiculadas pelos textos ou ser construídos pela ação e experiência, a partir da

resolução de problemas. O primeiro modo produz, principalmente, (mas não exclusivamente) conhecimentos declarativos ou relacionais, o segundo, sobretudo, conhecimentos procedurais.

Para ser mais completo seria necessário acrescentar os estereótipos e representações sociais, assim como as normas e os valores. Ao dizer conhecimentos, não se atribui simplesmente um caráter de verdade; eles são verdadeiros ou falsos dependendo do referencial e, portanto, as crenças entram no que chamamos de conhecimentos. Considera-se que o caráter de verdadeiro ou falso dos conhecimentos ou crenças é secundário do ponto de vista psicológico; o que é importante é que elas estejam na memória do indivíduo, que elas tenham sua adesão e que de fato possam tomar-se eficientes. Da mesma forma, as representações sociais referem-se ao que denominaríamos de conhecimentos.

Os conhecimentos podem ser gerais ou específicos. Os conhecimentos gerais referem-se às classes de objetos, de acontecimentos, de situações ou de ações. São de duas formas: conhecimentos relacionais (prefere-se este termo ao de conhecimentos declarativos) e os conhecimentos procedurais. Os conhecimentos relacionais descrevem os objetos precisando seus componentes elementares e a natureza das relações existentes entre estes componentes. Os conhecimentos procedurais descrevem organizações de ações que permitem atender um determinado objetivo. Estes dois tipos de conhecimentos correspondem a dois tipos de organizações semânticas distintas. Os conhecimentos específicos referem-se aos objetos, situações, acontecimentos ou seqüências de ações particulares, que foram objeto de uma experiência singular dentro de um

contexto bem definido. Os conhecimentos específicos constituem a memória episódica.

3.4.3.2 ELABORAÇÃO DAS DECISÕES DE AÇÃO

As decisões de ação constituem as produções do sistema cognitivo (suas saídas sob forma de descrição sistêmica). Sua elaboração corresponde a três tipos de tarefas para o sistema cognitivo:

1. as tarefas de resolução de problemas, isto é, situações de elaboração de procedimentos nos quais esta elaboração depende da representação da situação;
2. as tarefas de execução não automatizadas, que correspondem a situações para as quais existem procedimentos gerais na memória que devem ser adaptados ao caso particular e
3. as tarefas de execução automatizadas, que consistem na utilização de procedimentos específicos.

Estas três tarefas correspondem a níveis diferentes de elaboração das decisões e se diferenciam pelo papel maior ou menor que os conhecimentos estocados na memória desempenham nesta elaboração.

3.4.3.3 AS ESTRUTURAS COGNITIVAS TRANSITÓRIAS: AS REPRESENTAÇÕES

As representações são os conteúdos do pensamento aos quais se refere o termo compreender. São construções que constituem o conjunto das informações levadas em conta pelo sistema cognitivo na realização da tarefa. Elas

desempenham, então, um papel central na elaboração de decisões, visto que são as únicas informações referentes à situação e à tarefa a partir das quais são elaboradas as decisões de ação.

As informações a partir das quais são elaboradas as representações são, por um lado, elementos de natureza material e/ou simbólica (notadamente textual) provenientes da situação que é objeto da representação e, por outro lado, inferências. Portanto, são atribuições de significados aos elementos da situação e interpretações do conjunto da situação e, por outro lado, inferências que produzem as informações faltantes para construir estas interpretações. Estas atribuições de significado, como as inferências, recorrem aos conhecimentos. A construção das interpretações visa estabelecer uma coerência entre os diferentes elementos de informação, aqueles que procedem da situação e aqueles que são inferidos, e visa garantir a compatibilidade com as informações contidas na memória.

3.4.3.4 PRODUÇÃO DE INFERÊNCIAS

As inferências consistem na produção de novas informações a partir das informações existentes na memória. Os conhecimentos e as informações procedentes da situação, são de dois tipos:

- as que têm por finalidade a compreensão; elas contribuem para as representações e
- as que têm finalidade pragmática: produzem objetivos de ação, planos ou séries de ações.

3.4.3.5 CONSTRUÇÃO DE CONHECIMENTOS

Esta função garante a evolução do sistema cognitivo ao lhe permitir enriquecer-se pela experiência. Existem dois modos de construção dos conhecimentos:

- a partir de informações simbólicas: este modo produz, principalmente, (mas não exclusivamente) conhecimentos relacionais e
- a partir da resolução de problemas: este modo produz, sobretudo, conhecimentos procedurais.

3.4.3.6 GERÊNCIA E CONTROLE DA ATIVIDADE

Esta função é difícil de representar num esquema estático, porque ela está ao mesmo tempo na entrada e na saída das outras funções. Convém distinguir dois componentes:

- gerência da atividade: consiste em selecionar as tarefas a realizar e em ordená-las no tempo. A tarefa é a unidade que permite decompor e analisar o trabalho cognitivo em componentes que têm uma certa autonomia. Uma tarefa é caracterizada por um resultado a ser atingido, por condicionantes na obtenção deste resultado e por um domínio de conhecimentos específicos. Uma tarefa pode ser decomposta em sub-tarefas que são estreitamente ligadas à tarefa principal e que não podem ser separadas sem perder seu sentido e
- controle da atividade: refere-se à realização da tarefa e seu bom desenvolvimento, apresentando um duplo aspecto. Antes da realização, o controle garante a

planificação; depois dela, ela garante a avaliação dos resultados da ação; neste sentido pode ser a origem de uma reorientação da atividade para o restabelecimento da representação da situação, bem como, pode dar lugar à formulação de novos objetivos, como a recuperação de erros ou de incidentes.

3.4.4 CARACTERÍSTICAS DA MEMÓRIA DE TRABALHO MT

Segundo Richard (1990), consideram-se três características da memória de trabalho (MT), que têm uma importância maior para os tratamentos cognitivos.

3.4.4.1 CAPACIDADE DE ARMAZENAMENTO OU RAPIDEZ DE CODIFICAÇÃO

Atualmente prevalece a opinião de que a capacidade da MT não varia nem com a idade nem com a inteligência; o que explica esta falta de correlação é a rapidez da operação de codificação na MT e a capacidade de reter a informação segundo a ordem temporal de desenvolvimento dos eventos.

A memória de trabalho, por sua vez, divide-se em memória sensorial, que registra as informações entre 0,1 e 0,5 segundos e depois desaparece, e a memória de curto termo ou de trabalho propriamente dita, que é acionada continuamente no desenvolvimento da atividade e permite reter na memória um máximo de 7 itens durante só 2 segundos, constituindo-se um limite para o ser humano.

Segundo Richard (1990), "de acordo às múltiplas pesquisas desenvolvidas em diferentes grupos; Chi, 1976; Cohen, 1977; Dempster, 1978; Martin, 1978, estas conduziram a chegar a diversas conclusões, as quais variam segundo o tipo de material e as condições de apresentação. Pode-se dizer que os fatores que fazem variar as observações são também aqueles que afetam a inteligibilidade dos itens em condições difíceis e o tempo de identificação; quanto mais é preciso atenção para identificar os itens, mais é difícil retê-los na memória".

Assim também, se diz que há longo tempo as confusões na MT são mais de natureza acústica do que de natureza semântica, como é o caso da MLT (memória de longo termo).

Entretanto, podemos dizer que o que caracteriza a MT não é, como se crê, a limitação da capacidade, entendendo-se, por isto, como a limitação para codificar dados, isto em termos de números de unidades de armazenamento. Senão, é caracterizada pela taxa de retenção determinada pela rapidez de codificação da informação.

3.4.4.2 A CADUCIDADE DA INFORMAÇÃO NA MEMÓRIA DE TRABALHO

Segundo Richard (1990), "O esquecimento é rápido na MT quando a repetição mental é impossível". Isto pode experimentar-se quando se é interrompido em uma operação de cálculo de maior complexidade; onde o indivíduo esquece o resultado do último cálculo que acabou de fazer e freqüentemente também esquece onde estava dentro da operação. Este é um fato muito experimentado em nosso cotidiano.

A caducidade do sinal na MT vem sendo muito discutida atualmente. No entanto, Richard (1990) tem concluído que o declínio do sinal não varia segundo os indivíduos. O que varia é, de um lado, a eficácia das estratégias de revisão da informação pela repetição mental e, de outro lado, a natureza da codificação que foi efetuada durante o tempo de apresentação do estímulo. Entretanto, o declínio do sinal estará basicamente em relação à diferença na qualidade de codificação elaborada em cada indivíduo (trabalhador).

3.4.4.3 A RECUPERAÇÃO DA INFORMAÇÃO NA MEMÓRIA DE TRABALHO

Esta recuperação se apresenta de maneira particular e seqüencial, como ressaltou Richard (1990). Segundo esse mesmo autor, "diversas pesquisas de Stemberg estabeleceram de modo particularmente convincente o caráter seqüencial do acesso à informação na MT. Ao indivíduo se apresenta uma lista de algarismos, na qual a maior varia de 1 a 6; a lista é seguida de um algarismo teste e o indivíduo deve indicar o mais rapidamente possível por uma resposta manual se este algarismo estava ou não na lista precedente. Mede-se o tempo de reação".

Pode-se dizer que também o tempo desempenha um papel importante na eficiência cognitiva, porque num tempo determinado o valor da recuperação da informação na MT vai variar.

2.4.5 O PAPEL DOS CONHECIMENTOS ANTERIORES

Em relação ao papel dos conhecimentos anteriores, considera-se que sua participação é indispensável e muito importante no desenvolvimento de tarefas, entretanto tenta mostrar-se sua interpretação mediante o esquema de uma rede semântica para logo após fazer algumas considerações relevantes.

3.4.5.1 EFEITOS POSITIVOS DOS CONHECIMENTOS ANTERIORES

Os conhecimentos anteriores facilitam a aprendizagem pela melhor representação da situação. Do ponto de vista da rede semântica, o maior número de relações entre conceitos permite um rápido acesso ao conceito novo.

Por outro lado, a informação estruturada (congruente com o esquema) é mais facilmente memorizável. As analogias aproveitam os conhecimentos anteriores, e é por isso que são usadas para facilitar a aprendizagem.

A aprendizagem é realizada pela criação das relações entre conceitos e o acesso aos conceitos se faz por ativação. A aquisição de uma informação nova sobre um conceito se traduz em consequência da criação de uma nova relação.

Isto se tornará mais fácil no momento em que o número das relações existentes sobre este conceito seja maior, o que equivale a dizer que existem conhecimentos mais numerosos para estes conceitos. De fato, quanto maior é o número de relações mostrando o conceito, mais rápido e fácil fica o acesso ao mesmo.

Esta concepção prediz que a aquisição de informações novas, congruentes com o conceito, será mais fácil porque já se tem mais conhecimento sobre ele.

3.4.5.2 EFEITOS NEGATIVOS DOS CONHECIMENTOS ANTERIORES

Quando se acumulam excessivas relações entre os conceitos, produz-se o fenômeno de interferência. O efeito facilitador e o efeito de interferência devem ser compensados.

3.4.5.3 O FENÔMENO DE EXPERIÊNCIA E AUTOMATISMO

A representação da tarefa de um trabalhador experiente é diferenciada de um trabalhador novo. O trabalhador experiente tem maior facilidade na criação de estratégias, pois este já tem incorporados diversos automatismos. O operário que repete freqüentemente as mesmas tarefas, por períodos suficientemente longos, adquire automatismos que lhe permitem executar as tarefas mais rapidamente e com uma mobilização nenhuma de seus processos conscientes.

Num plano de formação é necessário criar no indivíduo o máximo de automatismo para todas as tarefas repetitivas, com a finalidade de se permitir retirar o máximo de tempo para as atividades mais complexas que precisam desenvolver prática no uso das ferramentas cognitivas.

3.4.6. ORIENTAÇÃO DAS ATIVIDADES MENTAIS: FUNÇÃO DE CONTROLE E DIAGNÓSTICO

No desenvolvimento da tarefa de engenharia, as atividades de controle e diagnóstico são as que precisam de processos de elaboração mais complexos. Assim, para realizar efetivamente atividades de controle e diagnóstico, é preciso desenvolver competências de antecipação e planificação, e a prática de ferramentas cognitivas como abstração, generalização, inferências etc.

O processo cognitivo para resolução de problemas de diagnóstico e controle de atividades, pode ser modelado como segue: primeiro há uma construção de conhecimentos que depois vão sendo melhorados, e cria-se uma aprendizagem. Assim, também, vão sendo obtidas mais experiências para depois desenvolver estratégias de ação que, com o passar do tempo e com a repetitividade das mesmas, vão se tornando automatizadas. Tudo isto ajudará ao engenheiro a antecipar situações com respostas cada vez mais apropriadas e com uma planificação mais acertada na execução de suas tarefas.

3.4.7 ANÁLISE ERGONÔMICA DA ATIVIDADE COGNITIVA DO TRABALHO

A Ergonomia Cognitiva preocupa-se com os aspectos da atividade mental realizada pelo operador. Assim, a aplicação da análise ergonômica da atividade mental visa adequar as exigências cognitivas da tarefa ao usuário. A Ergonomia Cognitiva permite a diminuição do esforço dispendido para compreender e desenvolver a tarefa,

facilitando o processo mental para a tomada de decisões e execução de determinada ação.

Portanto, ao se fazer uma análise ergonômica da atividade mental estar-se-á identificando as exigências cognitivas, manifestadas pelo trabalhador ao executar uma atividade de trabalho.

A análise ergonômica do trabalho é uma metodologia que permite definir o que realmente fazem os indivíduos para cumprir os objetivos do seu trabalho.

Logo temos que: considera-se como tarefa o que vai fazer?, e com o quê?, e atividade, o como se vai fazer?.

Para levantar a atividade real e o processo mental, é necessário compreender o que se passa na mente do engenheiro quando ele está executando a sua tarefa, e se precisa saber de que conhecimentos ele já dispõe e em que grau de segurança . O sujeito aplica regras e estratégias que ele conhece sobre as informações que está recebendo para resolver um problema.

A atividade cognitiva só pode ser conhecida através dos comportamentos ou procedimentos manifestos (Anderson, 1983). Algumas técnicas para evidenciar essa atividade cognitiva é observação direta da situação de trabalho, apresentar ao trabalhador situações problema, observando suas reações, analisar os conhecimentos prévios e fatores motivantes, observar e analisar seus erros, esquecimentos, incidentes, as informações que ele dá preferência para alcançar determinado objetivo e em que ordem e com que frequência, as informações que levam a erros, a influência dos objetivos nas estratégias

empregadas pelos trabalhadores, e analisar a interação entre o engenheiro e o sistema.

Objetivamente, a análise ergonômica do trabalho mental procura evidenciar situações onde o sujeito recebe mais informações do que consegue tratar, ou onde recebe informações que ele representa de uma maneira e que podem levá-lo a cometer erros. A análise procura evidenciar através dos comportamentos manifestos do sujeito, sua capacidade cognitiva e sua bagagem informacional para posteriormente adaptar-lhe a tarefa.

Os principais objetivos da análise ergonômica da atividade mental:

- levantar e formalizar as heurísticas e algoritmos empregados durante as diversas fases da tarefa;
- definir as estratégias e suas respectivas mudanças e
- mostrar os mecanismos de regulação da ação, em função das características da tarefa, das características do homem e em particular de sua experiência e formação profissional.

Finalmente, pode se dizer que as exigências cognitivas das atividades desenvolvidas pelo engenheiro podem ser analisadas através da análise ergonômica. Sendo que esta também poderia fazer parte de uma análise mais profunda, onde participem outras teorias de apoio que ajudem a mostrar e analisar os esforços mentais das atividades do trabalhador, com a finalidade de se propor, para cada caso particular, algumas alternativas que possam contribuir com o melhoramento ou a diminuição de esforços mentais causadores de estresse no trabalhador.

3.5 ANÁLISE COGNITIVA DO PROCESSO DE DECISÃO

O processo cognitivo de tomada de decisão pode ser resumido na fig. 3.1 (Richard 1990).

A partir do problema (situação), utilizando conhecimentos anteriores, representações e raciocínios, se chega de forma automática ou não a uma seqüência de ações que levam à solução do problema. O processo posterior de avaliação do resultado das ações, permite incrementar o acervo de conhecimentos, que vão melhorar a tomadas de decisões posteriores.

Payne [3.3](1982)(fig. 3.2) e Simons apud Marshall[3.4] (1998) (fig. 3.3) propõem processos similares.

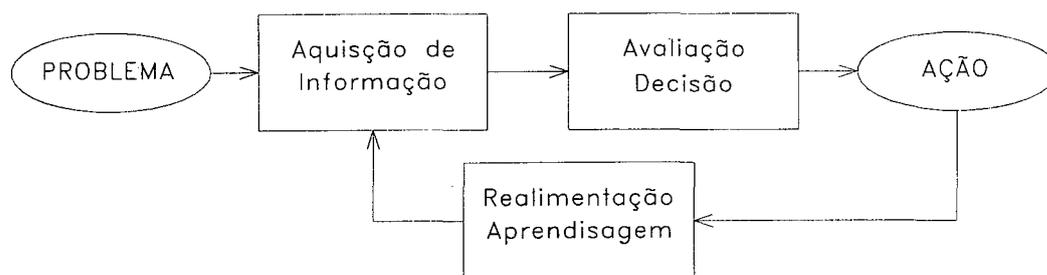


Figura 3.2: Processo de tomada de decisão segundo Payne

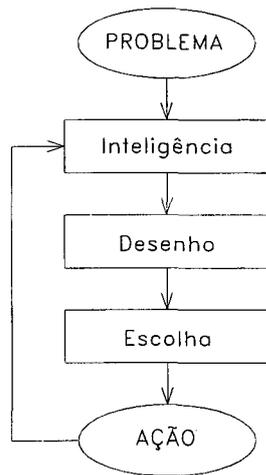


Figura 3.3: Processo de tomada de decisão segundo Simons

Em todos os casos, uma parte importante do processo de tomada de decisão é a obtenção de conhecimentos (informação ou inteligência segundo cada autor) sobre o problema a ser resolvido. Este processo de aquisição pode ser manual ou suportado por um sistema de informações. Em ambos casos este é um processo cognitivo de alta complexidade, e que varia muito de pessoa a pessoa.

3.5.1 PROBLEMAS MAL ESTRUTURADOS

Backer et al (1998) [3.5] caracteriza os problemas mal estruturados no processo de tomada de decisão como aqueles que apresentam as seguintes características:

- as variáveis de saída são simbólicas e não numéricas;
- o resultado (objetivo) não é quantificável;
- não são rotineiros / contínuos;
- a realimentação (*feedback*) não existe ou não é imediata;
- Os resultados do problema são ambíguos e até conflitantes e
- é difícil prever os efeitos da decisão.

Eventualmente a solução de certos problemas, tem suporte em códigos de conduta e de ética definidos por entidades de classe (por exemplo, colégios médicos) ou empresas (por exemplo a IBM).

Backer propõe um modelo conceitual de um sistema de informação para auxiliar no processo de solução de problemas mal estruturados propondo os seguintes passos:

- filtrar a informação relevante;
- propor métodos para localizar e apresentar rapidamente a informação relevante;
- clarificar o problema, apresentando a informação em nível crescente de detalhe;
- clarificar as definições ambíguas;
- aproveitar o conceito de conhecimento subconsciente da pessoa que vai a utilizar informação;
- incrementar a possibilidade de raciocínio por semelhança e
- documentar o processo de decisão.

4 GERENCIAMENTO DE INFORMAÇÃO EM GRANDES PROJETOS DE ENGENHARIA

O gerenciamento de grandes projetos de engenharia, é uma das tarefas mais difíceis do ponto de vista gerencial. Grande número de fornecedores, diferentes áreas de atividade, grande número de incertezas (desde variáveis climáticas até decisões governamentais) e numerosos projetos desenvolvidos simultaneamente.

Nestes últimos tempos, novos problemas se adicionaram, como por exemplo tercerizações, falta de profissionais qualificados, desenvolvimento do projeto em diferentes cidades e até países etc., trouxeram como consequência um significativo aumento da complexidade e do fluxo de informações ao longo do projeto.

4.1 PROJETOS

Segundo o Project Management Institute (1986)[4.1] as organizações, as empresas e as pessoas realizam trabalhos. Estes trabalhos podem ser classificados em dois tipos: operações e projetos. Nos dois casos, existem características comuns:

- são realizados por pessoas;
- tem uma quantidade limitada de recursos;
- são planejados executados e controlados.

A diferença radica no fato das operações serem contínuas e repetitivas, enquanto os projetos são temporários e únicos. Desta forma, pode-se definir os projetos como:

***Um empreendimento temporário para criar
um produto ou serviço único.***

A característica de temporalidade dos projetos indica que estes tem pontos de início e fim definidos. O final de um projeto é atingido quando os objetivos do mesmo são completados, ou quando fica claro que estes objetivos nunca serão atingidos. Temporalidade não implica em curta duração, muitos projetos se expandem ao longo de vários anos. A longa duração de vários projetos não os caracterizam como uma atividade contínua.

A característica de unicidade caracteriza os projetos por planejar e executar alguma coisa que nunca foi realizada anteriormente, sendo conseqüentemente, *único*. Mesmo sendo o objeto do projeto, pertencer a uma categoria definida, por exemplo residências, cada uma destas tem uma particular finalidade, vai ser construída num tipo de solo, numa determinada topografia etc.

A Gerência de Projetos, é a aplicação de conhecimentos, habilidades, ferramentas e técnicas às atividades de projeto para cumprir ou superar as expectativas (custo, funcionalidade, segurança, meio ambiente etc.) dos participantes (proprietários/operadores, projetistas, autoridades etc.).

4.2 ASPECTOS ORGANIZACIONAIS DOS PROJETOS

Os projetos fazem parte de organizações maiores do que o próprio projeto: empresas, governos etc. Conseqüentemente os projetos são fortemente influenciados pelas organizações das quais fazem parte.

Basicamente, existem dois tipos de organizações que participam em projetos:

Organizações não baseadas em projetos: Empresas de manufatura, ou serviços, nas quais seu principal produto não é o projeto. Os organogramas destas empresas dificilmente tem a flexibilidade necessária para a elaboração de um projeto, mesmo interno. A estrutura organizacional é geralmente linear. Ver fig. 4.1.

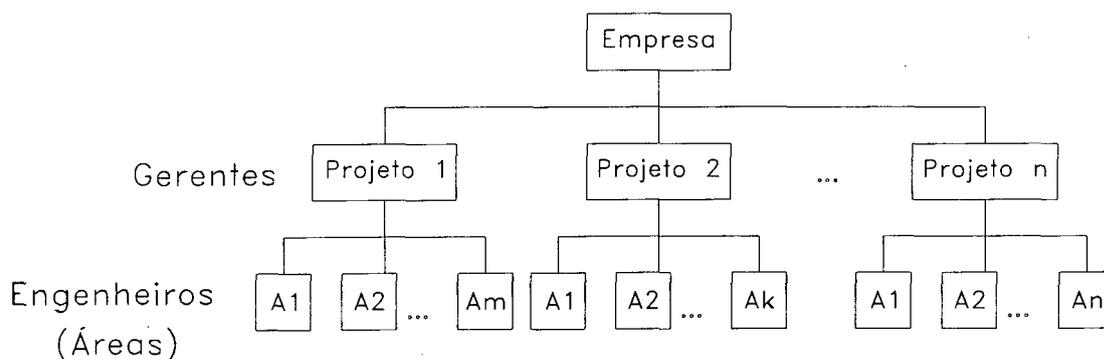


Fig. 4.1: Organização linear.
Fonte: Project Management Institute (1996) [4.1]

Organizações baseadas em projetos: Empresas de engenharia ou arquitetura, que realizam projetos para outras empresas e organizações. A estrutura organizacional é fortemente matricial, alocando os seus recursos a vários projetos simultâneos como mostrado na fig. 4.2.

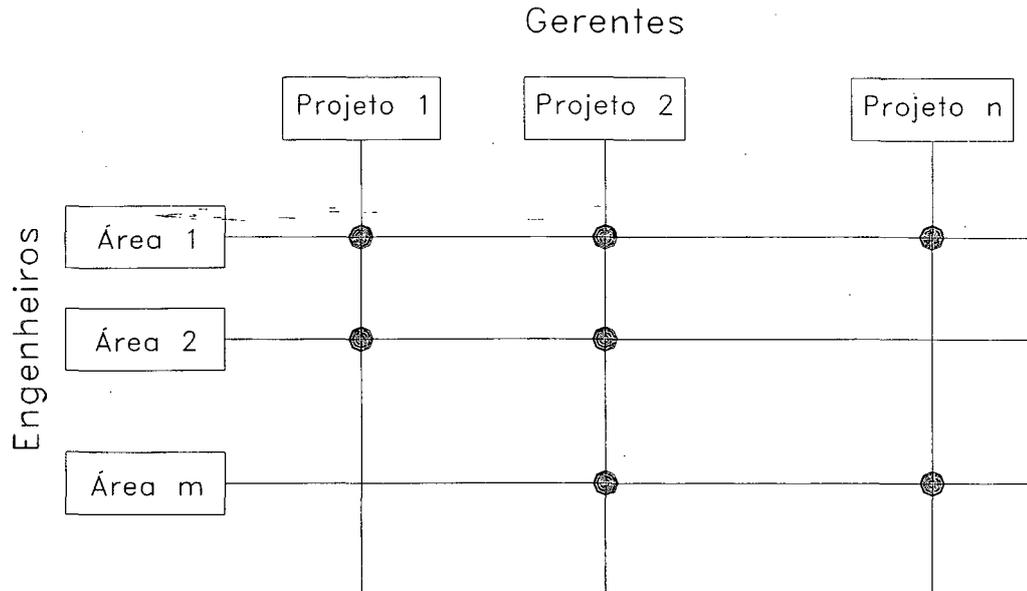


Fig. 4.2: Organização matricial.
 Fonte: Project Management Institute (1996) [4.1]

4.3 GRANDES PROJETOS DE ENGENHARIA

Grandes projeto de engenharia se caracteriza pelos seguintes aspectos.

4.3.1 MULTI-DISCIPLINARIDADE

Em se tratando de um grande empreendimento muitas disciplinas da Engenharia e outras áreas (advocacia, financeira, recursos humanos etc.) estão envolvidas no seu desenvolvimento, que vão desde a obtenção dos recursos para o projeto básico até a conclusão do mesmo.

4.3.2 ÚNICO DONO

Um governo, empresa ou grupo de empresas associadas em consórcios, decide ampliar sua capacidade de produção ou fornecer um novo serviço à população. Através de

mecanismos de financiamento próprios ou externos, obtém recursos para efetivá-lo.

4.3.3 GRANDE NÚMERO DE FORNECEDORES

Por causa da multidisciplinaridade técnica, de especializações de fornecimento ou motivos políticos e econômicos, participam deste tipo de projetos um grande número de fornecedores e sub-fornecedores, geralmente associados em consórcios (especialmente criados para desenvolver um determinado projeto). Estes fornecedores, podem estar sediados na mesma região do empreendimento ou em áreas e/ou países diferentes.

4.3.4 GRANDE QUANTIDADE DE INFORMAÇÃO

Desde bem antes do início das atividades um grande volume de informação circula entre o dono, os fornecedores, sub-fornecedores e outras entidades (entidades ambientais, de regulamentação das atividades de engenharia etc.) envolvidas no projeto.

Esta informação pode ser dos mais diversos tipos e estar apresentada em diferentes formatos seja papel, (nos mais diversos tamanhos) ou eletrônico (ainda gerados em diferentes programas computacionais (programas de CAD, processadores de texto, bancos de dados, e-mails, sistemas de aquisição automática de dados etc.)). Estes documentos podem ser:

- documentos básicos: contratos, *work statements* etc.
- documentos comerciais: notas fiscais, faturas etc.

- informações Técnicas: normas técnicas nacionais e estrangeiras, literatura relevante etc.
- correspondências: entre participantes do projeto entre si e terceiros.
- desenhos: para definição de equipamentos e procedimentos.
- catálogos: de materiais, equipamentos, ferramentas etc.

Estas informações tem que estar disponíveis no momento certo para as pessoas certas.

Dentro das características discutidas acima, podemos considerar grandes projetos de engenharia: projetos de refinarias de petróleo, usinas elétricas (térmicas e hidráulicas), sistemas de esgotos, sistemas de abastecimento de água, unidades de manufatura etc.

4.4 PARTICULARIDADE DO GERENCIAMENTO DE GRANDES PROJETOS DE ENGENHARIA

4.4.1 ESTRUTURA ORGANIZACIONAL DO PROJETO

Geralmente existem Coordenadores Gerais do lado da contratante e do lado dos fornecedores. A função dos coordenadores é a de levar a término o projeto dentro dos prazos e orçamentos previstos e dentro das exigências legais e ambientais aplicáveis.

Dentro de cada Empresa Fornecedora definem-se os Coordenadores de Fornecimento. Sua função é a de agilizar dentro da sua empresa as ações necessárias para que o seu fornecimento chegue ao empreendimento dentro da qualidade e prazo especificados.

Um caso particular dentro do projeto são as Empresas de Engenhariás, que podem atuar tanto do lado do dono do empreendimento quanto do lado dos fornecedores ou ainda uma empresa de engenharia para o dono e outra para os fornecedores. Em qualquer caso, dentro das empresas de engenharia designam-se Coordenadores de Área cuja função é a de especificar e controlar a quantidade e qualidade dos fornecimentos dentro da sua área.

Em geral dentro da empresa de engenharia existem coordenadores para as seguintes áreas:

- Meio Ambiente;
- Processo;
- Mecânica;
- Civil;
- Elétrica;
- Instrumentação e Controle etc.

É importante ressaltar que os profissionais que atuam em cada uma das áreas mencionadas acima possui, pela sua própria formação e idiossincrasia, formas de trabalho muito diferentes aos profissionais de outras, e as decisões de cada área afetam o trabalho das restantes o que freqüentemente gera atrito entre estes profissionais.

4.4.2 ETAPAS DO PROJETO

Mesmo o projeto sendo uma atividade única, é comum em grandes projetos a divisão do projeto em várias etapas para atender requisitos ambientais e financeiros. Cada etapa representa uma parte do caminho para atingir o objetivo final. Mesmo sendo desejável um fluxo contínuo dentre as diferentes etapas do projeto, isto nem sempre é possível.

- estudos preliminares
- projeto básico
- projeto executivo
- projeto "AS BUILT"

É muito importante ressaltar que o produto (informação) de saída de uma etapa, serve como informação inicial para a etapa seguinte do projeto.

4.4.3 ENTIDADES QUE ATUAM NO PROJETO

Dentro de um projeto temos vários participantes, cada um com interesses próprios e conflitantes com os dos outros participantes.

Autoridades: tem como interesse o cumprimento das leis e normas de forma a garantir que o empreendimento não agrida ao meio ambiente, não cause transtornos a vizinhos e moradores ao longo da vida útil do empreendimento.

Dono do empreendimento: tem interesse em que o projeto seja cumprido dentro do prazo e do orçamento, e com uma

qualidade tal que permita uma operação segura e econômica ao longo da vida útil do projeto.

Fornecedores: sua meta é a de maximizar os seus lucros.

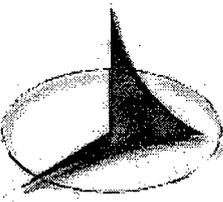
4.5 FERRAMENTAS PARA O GERENCIAMENTO DE PROJETOS

Tradicionalmente, a ferramenta utilizada no gerenciamento das atividades é o Diagrama de PERT-CPM [4.3]. Esta ferramenta é simples, fácil de usar e utilizada na grande maioria dos empreendimentos.

Na atualidade o acompanhamento é feito através de implementações eletrônicas dos diagramas de PERT-CPM.

Deste tipo de aplicativos, dois são os líderes do mercado: O Primavera da Primavera Inc. e o MS-Project da Microsoft. Uma comparação entre os dois programas é apresentada na tabela 4.1.

Tabela 4.1: Comparação dos principais programas de gerenciamento de projetos

	<p><u>Primavera:</u></p> <p>Controla grandes projetos, até 100.000 atividades, múltiplos projetos, <i>scheduling</i> e nivelamento de recursos. Multiusuário, integração com E-mail e Internet. Integração com outros sistemas via OLE, ODBC e SQL.</p> <p>http://www.primavera.com</p>
	<p><u>MS-Project:</u></p> <p>Controla projetos de até 100.000 atividades, múltiplos projetos, consolidação e projetos. <i>Scheduling</i> e nivelamento de recursos. Integração com E-mail e Internet. Integração com outros sistemas via OLE, ODBC e SQL. Ferramentas de publicação para Internet.</p> <p>http://www.microsoft.com/office/project</p>

Um aspecto muito importante a ser destacado é o fato de que estas ferramentas não controlam o fluxo de informação no sentido amplo dentro do projeto. A criação de uma ferramenta com a habilidade de controlar a informação é um dos objetivos deste trabalho.

4.6 CONSIDERAÇÕES SOBRE A APLICAÇÃO DA NORMA ISO-9000 NOS PROJETOS DE ENGENHARIA

Na última década, os requerimentos de garantir qualidade nas diversas atividades das empresas se tornou uma necessidade. A maioria das empresas de manufatura de grande porte adequaram seus métodos e procedimentos (com diferente sucesso) para obter a conformidade com as Normas da série ISO-9000.

Basicamente, as Normas ISO-9000, requerem que todos os procedimentos e atos das empresas sejam definidos através de padrões escritos, de forma a garantir uniformidade de atuação dentro das empresas. (Uma posição muito crítica a aplicação desta Norma pode ser encontrada em [4.2])

Originalmente pensada para indústrias de manufatura, as idéias apresentadas pela ISO-9000, se estenderam a outras áreas (bancos, seguradoras etc.), através de variações e adaptações da norma original (ISO-9001, ISO-9002 etc.)

Posteriormente, empresas que receberam a conformidade com a Norma ISO-9000, começaram a exigir dos seus fornecedores a conformidade com a Norma, e a exigência atingiu as empresas de engenharia.

A diversidade de atividades (com as suas idiossincrasias próprias) das empresas de engenharia, e as características de volatilidade do seu produto (o projeto de engenharia) faz extremamente oneroso a definição de TODOS os procedimentos aplicados dentro deste tipo de empresas.

Nas empresas de engenharia onde a ISO 9000 foi aplicada, um dos impactos negativos foi o aumento significativo da circulação de documentos (e não de informação) dentro das empresas.

Um sistema de gerenciamento de informações dentro de um projeto de engenharia deve, na atualidade, apresentar também mecanismos que facilitem o gerenciamento da aplicação das normas de qualidade: controle de cópias, disponibilização de procedimentos etc.

4.7 GERÊNCIA DE INFORMAÇÕES NUM PROJETO DE ENGENHARIA

O processo de gerência de informações inclui todas as ações necessárias para assegurar a geração, disseminação, armazenamento e, finalmente a eliminação da informações de um projeto, dentro dos prazos especificados.

Esta gerência de informação, fornece o elo vital entre pessoas, informações e idéias necessárias para o sucesso do projeto. Todos os participantes do projeto devem estar preparados para enviar e receber informações na linguagem do "projeto", e devem entender como as trocas de informações individuais afetam o projeto como um todo.

O processo de gerência pode ser dividido nos seguintes passos:

4.7.1 PLANEJAMENTO DA COMUNICAÇÃO

Implica em determinar a informação necessária para cada um dos participantes do projeto: que tipo de informação necessita, quando será necessária, e que será feito com a informação e como lhe será entregue.

Identificar as necessidades de informação para cada participante e a definição do meio de entrega desta informação é um fator importante para o sucesso do projeto como um todo.

Podemos subdividir este processo em:

- **requisitos de informação:** os requisitos da informação de um projeto são a soma dos requisitos de informação de cada um dos participantes. Estes requisitos são definidos combinando o tipo e o formato da informação requerida por cada participante e uma análise do valor dessa informação para o participante. As informações utilizadas para definir os requisitos de informação de cada participante incluem:
 - organização do projeto e a responsabilidade de cada participante e
 - disciplinas e especialistas envolvidos em cada fase do projeto.

- **tecnologia de comunicação:** O meio de transferência da informação entre os participantes do projeto, pode variar significativamente segundo as condições de cada projeto: desde minutas de reuniões informais até complexos bancos de dados distribuídos com acesso on-line. Os fatores que influem na escolha da tecnologia de comunicação são:
 - rapidez requerida da informação;
 - volume de informação;
 - estrutura organizacional do projeto;
 - tecnologia disponível;
 - tamanho do projeto;
 - distribuição geográfica dos participantes do projeto e
 - custos de comunicação

- **restrições:** restringem as opções de comunicação dentro dos projetos. Estas restrições geralmente estão explicitadas dentro dos contratos (por exemplo direitos autorais).

4.7.2 DISTRIBUIÇÃO DA INFORMAÇÃO

Uma vez determinados os requisitos de informação, a tecnologia de comunicação e as restrições, se inicia a distribuição da informação dentro do projeto.

4.7.3 ARMAZENAMENTO DA INFORMAÇÃO

Deve ser possível em qualquer instante da vida útil de um projeto, localizar e rastrear qualquer pedaço de informação: Quem gerou, quando, quem foi o destinatário, que ações tomou etc.

4.7.4 ELIMINAÇÃO DA INFORMAÇÃO

Uma vez finalizado o projeto deve-se eliminar a informação, para poder reutilizar os espaços para o projeto seguinte. Esta eliminação de informação deve ser realizada de forma ordenada, já que a história do projeto pode ser útil em projetos posteriores.

4.7.5 MATRIZ DE USO DA INFORMAÇÃO

A ferramenta proposta para facilitar a gerência de informações dentro de um Grande Projeto de Engenharia é a matriz de uso da informação (Subramanian et al [4.4]). Esta matriz de informação determina que informação deve ser entregue a cada participante a mídia de distribuição e qual o uso desta informação para este participante.

Os dados existem nas organizações podem ser classificados segundo os seguintes critérios operacionais:

Estado Temporal:

- dados atuais: são documentos que estão sendo processados no momento, seus conteúdos podem ser alterados e não tem características firmes, que

permitam por exemplo a assinatura de um contrato ou a construção de uma peça. Para que o documento tenha validade estes devem ser "publicados" ou na terminologia dos projetos "receber o carimbo de Aprovado".

- dados congelados: (publicados) que mostram o estado dos processos num momento determinado no tempo. No caso específico de empresas de engenharia se referem fundamentalmente a projetos já executados na empresa, ou bem a documentos com características de "Aprovado"

Mecanismo de entrega/distribuição: Se refere a forma de entrega dos documentos. É importante para determinar o tipo de processamento a ser dado ao documento. No caso de nosso estudo simplesmente classificaremos os mecanismos de distribuição em dois tipos:

- Transferência Eletrônica: E-mail, Arquivos disponibilizados em Internet etc. e
- Papel: malotes, faxes, correio tradicional etc.

Usos da Informação: Determina a origem e o uso que cada pessoa/área dará a informação.

- criação: é o processo efetivo criação e compilação da informação.
- atualização/revisão: é a atividade na qual os documentos são analisados, revisados e corrigidos.
- leitura: é o processo de pelo qual as partes do projeto só tomam conhecimento das informações. Nenhuma ação posterior é requerida sobre estes documentos.

A matriz de distribuição de informação é realizada com dados coletados através de entrevistas a cada área atuante no projeto. Cada área indica o tipo de acesso que requer para cada tipo de documento visando o andamento normal do projeto.

Um exemplo de matriz de distribuição da informação é mostrado na tabela 4.2, onde se utilizou a seguinte convenção: (caraterísticas temporais/mídia/uso) onde:

Tabela 4.2: Matriz de uso da Informação

	Documento 1	Documento 2	. . .	Documento m
Área 1	atual eletrônico/papel criação	atual eletrônico/papel criação	. . .	atual eletrônico/papel criação/atualiz.
Área 2	atual eletrônico/papel criação	atual eletrônico/papel criação/atualiz.	. . .	congelado eletrônico/papel leitura
.
Área n	congelado papel leitura	congelado papel leitura	. . .	congelado papel leitura

Da leitura da matriz de uso da informação apresentada, surge por exemplo que o documento m é provavelmente um contrato criado pela Área 1, e que só pode ser lido pelas outras áreas, e estas áreas só tem acesso ao documento publicado (que pode estar sendo alterado na Área 1. Já a Área n funciona provavelmente como um setor de arquivo, já que recebe a informação em papel, congelada e só tem privilégio de leitura.

4.7.6 MATRIZ DE COMPARTILHAMENTO DA INFORMAÇÃO

É similar a Matriz de Uso da Informação, mas mostra o compartilhamento da informação entre as diferentes áreas/empresas que participam do projeto. (Tabela 4.3)

Tabela 4.3: Matriz de Compartilhamento da Informação

	Documento 1	Documento 2	. . .	Documento m
Área 1	X	X	. . .	
Área 2	X		. . .	
.
Área n	X	X	. . .	X

Na matriz do exemplo, o tipo de documento 1 é compartilhado pelas áreas 1, 2 e m. Examinando globalmente a Matriz de Compartilhamento da Informação na empresa, é possível observar se existe a necessidade de compartilhamento da informação entre áreas. É importante ressaltar que geralmente as áreas/empresas participantes estão geograficamente distantes, e que os documentos podem ou não ser transmitidos eletronicamente (como no caso de documentos sigilosos).

5 SISTEMAS DE INFORMAÇÃO

As Empresas de Engenharia foram as primeiras em utilizar os benefícios da informática, através da utilização de programas de desenho assistido por computador (CAD), simuladores, ferramentas de cálculo etc. Porém, não utilizaram a informática para gerenciar seu próprio negócio: Gerenciar Informação.

Três aspectos serão enfocados no tratamento de Sistemas para Gerenciamento de Informação em grandes projetos de engenharia: considerações gerais, aspectos ergonômicos de satisfação dos usuários e aspectos de funcionalidade do sistema.

5.1 CONSIDERAÇÕES GERAIS

Dentro de um projeto de engenharia, todo sistema de informação deve garantir ao menos as seguintes aspectos:

- propriedade: é especialmente crítica no caso de empresas de engenharia, onde seu principal produto é a informação gerada e o seu maior acervo é a história de projetos passados;
- privacidade: mesmo dentro do projeto as informações contidas e que circulam no sistema devem ser mantidas privadas, de forma de evitar constrangimento e inibições por parte dos participantes do projeto;
- acesso: a eficiência do trabalho dentro de um grande projeto de engenharia depende em grande parte da troca segura de informação entre cada um dos participantes e

- exatidão e atualidade: a informação deve ser exata, e estar disponível no momento certo para a pessoa que necessitar desta informação.

5.1.1 GERENCIAMENTO DA PROPRIEDADE E DA PRIVACIDADE

As comunicações eletrônicas digitais cresceram em importância enormemente nos últimos anos, porém, o sistema legal não acompanhou esta evolução em problemas tais como propriedade e privacidade da informação que é transmitida e recebida pelas empresas. Este fato é de importância fundamental em empresas de engenharia, já que o seus insumos e o seu produto final são a informação.

Um exemplo desta problemática é o gerenciamento dos *e-mails* dos empregados por parte de uma empresa. Neste caso não existe acordo no que é uma expectativa razoável de privacidade e proteção das informações dentro da empresa.

Segundo Sipior [5.1] (1998), na perspectiva das empresas, os empregados não devem ter nenhuma expectativa de privacidade, já que o sistema de *E-mail* é um recurso da empresa, é por tanto tem o direito de monitorá-lo.

Na perspectiva dos empregados, a monitoração de *E-mails* é uma invasão de privacidade.

De fato, as redes de computadores estão longe se ser um local seguro para transmitir informações. Muitas empresas, evitam a transmissão de informações críticas através de redes de computadores. No caso dos *E-mails*, acessados através de senhas, estes dão a falsa impressão

de segurança, mesmo apagando as mensagens, cópias delas se encontram armazenadas em vários sistemas de computadores, sobre os quais são realizadas operações de *back-up* diária.

Os motivos para monitoração de *E-mail* dos empregados por parte das empresas são vários:

- prevenir o uso (ou abuso) dos recursos da empresa;
- prevenir casos de roubo de informação / espionagem industrial;
- cooperação com autoridades (por exemplo em casos de pornografia infantil, ameaças a pessoas, boatos etc.) e
- monitorar a produtividade dos seus empregados, medindo o tempo de respostas aos E-mails.

A solução do problema é o gerenciamento ético da informação dentro da empresa, apresentando de forma clara aos empregados a política da empresa em relação à propriedade da informação gerada e o grau de privacidade que os empregados podem esperar dentro da empresa. Para este gerenciamento ético das informações deve ter suporte num sistema informático adequado.

5.1.2 ACESSO INTERNO E EXTERNO ÀS INFORMAÇÕES

Quando os sistemas de informações estão conectados à Internet, são chamados de "*web-enabled*". Este tipo de banco de dados, pode fornecer informação tanto a usuários internos (empregados) como para usuários externos (clientes, parceiros comerciais, fornecedores, agências governamentais etc.). A fig. 5.1 mostra uma relação entre

os conceitos de Intranet/Internet e o número de usuários suportados (ATG [5.2] (1999)).

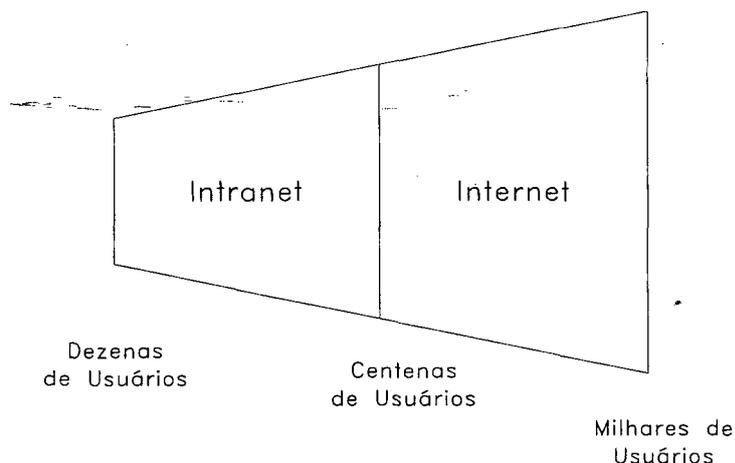


Fig. 5.1: Definições acesso a sistemas de informação
 Fonte: ATG - SUN Microsystems, Using Java for web-enabled
 Data Warehousing (1999)

Acesso Interno: Os usuários com acesso interno, vão utilizar informações no banco de dados como um mecanismo de suporte à decisão, com o objetivo de tomar as decisões suportados pela maior quantidade de informação possível. As redes internas podem estar totalmente isoladas, do mundo exterior ou somente isolados através do uso de *firewalls*.

Acesso Externo: Permite que clientes, parceiros comerciais, fornecedores, agências governamentais etc., tenham acesso a algumas informações da empresa, para auxiliar no seu próprio processo de decisão.

5.1.3 EXATIDÃO E ATUALIDADE DAS INFORMAÇÕES

A informação fornecida pelo sistema deve ser exata e atual. Os sistemas de informação atuais, são alimentados continuamente (e muitas vezes automaticamente) e devem

fornecer, quando requerido, a informação mais atualizada (desde que esta já esteja consolidada por algum mecanismo de validação).

5.2 ASPECTOS ERGONÔMICOS DE SATISFAÇÃO DOS USUÁRIOS

Trata-se da aplicação dos conceitos discutidos no capítulo 3 especificamente para sistemas automatizados de processamento da informação. Serão analisados:

- Ergonomia na informática;
- satisfação dos usuários;
- implantação de sistemas de informática e
- competência dos usuários.

5.2.1 ERGONOMIA NA INFORMÁTICA

Muitos modelos foram propostos para implementar programas de computador fáceis de operar, que reduzam o *stress* dos usuários e minimizem os erros.

Um dos modelos mais modernos é o VIMM (Schaffer e Sorflaten [5.3]) que visa reduzir o:

- trabalho **V**isual;
- trabalho **I**ntelectual;
- trabalho de **M**emória e
- trabalho **M**otor.

Trabalho visual: se caracteriza pela necessidade de uma leitura excessiva na tela do computador.

Alternativas para minimizar o trabalho visual são:

- manter as palavras e as frases curtas e simples;
- evitar o uso de letras maiúsculas;
- evitar o uso de parágrafos;
- evitar o uso de palavras repetidas dentro da mesma tela etc.

Trabalho Intelectual: aparece quando o usuário, deve "adivinhar" o funcionamento do sistema.

Alternativas para minimizar o trabalho de intelectual são:

- reconhecer o jargão dos usuários. Mesmas palavras tem diferentes significados em diferentes áreas de conhecimento;
- usar a voz ativa nos comandos: pressionar, clicar etc.;
- desenhar as telas dispendo os objetos conforme o fluxo normal do processo que esta sendo automatizado: esquerda a direita e cima a abaixo etc.

Trabalho de memória: obriga os usuários a memorizar acrônimos, posição de campos nas telas etc.

Alternativas para minimizar o trabalho de memória são:

- evitar acrônimos ou pelo menos utilizar os mais familiares na área na qual será utilizado o programa. (o acrônimo FM significa para muitos "Frequência Modulada", mais na área siderúrgica é "Folha Moldada");

- manter uma terminologia consistente ao longo do programa e
- manter uma disposição de comandos consistente ao longo do programa.

Trabalho motor: O trabalho motor se refere aos movimentos que os usuários realizam durante a utilização de um sistema: movimentos de *mouse* e de acionamento de teclas etc.

Alternativas para minimizar o trabalho de motor são:

- automatizar o ingresso de dados, sem utilizar o *mouse* (o maior trabalho motor é o de retirar as mão do teclado para pegar o *mouse*, posicioná-lo, clicar e voltar novamente ao teclado;
- utilizar sempre que possível técnicas de autocompletar etc.

5.2.2 SATISFAÇÃO DOS USUÁRIOS DE SISTEMAS DE INFORMAÇÃO

Muitos dos fenômenos observados em estudos de sistemas de informação, incluindo observações no que se refere ao comportamento de usuários foram descritos matematicamente utilizando modelos lineares ou funções passo que variam de forma suave.

Tradicionalmente o grau de Satisfação do usuário de sistemas de informação é definido por (Bailey e Pearson [5.4])

$$S_i = \sum_{j=1}^n R_{ij} w_{ij}$$

Onde:

S_i é o grau de satisfação do usuário i .

R_{ij} é a reação do usuário i ao fator j .

W_{ij} é a importância do fator j para o usuário i .

Este modelo postula que a satisfação do usuário pode ser determinada pela sua avaliação do sistema baseado em um conjunto de fatores relevantes R_{ij} , ponderados pela percepção da importância do usuário W_{ij} , do fator.

Este modelo de medição da satisfação do usuário, se baseia nas seguintes suposições:

1. a contribuição do efeito de cada fator é multiplicativa.
2. as contribuições de cada efeito são somadas para formar uma medida global do grau de satisfação. (Definindo desta forma uma função linear do grau de satisfação em função de determinados fatores).

Este tipo de modelo está baseado na teoria de integração cognitiva[5.5]: como as pessoas desenvolvem uma atitude global em função de um conjunto de conhecimentos e crenças individuais.

Na aplicação deste tipo de modelo devem ser considerados dois fatores[5.6]:

Validação: se refere ao processo de determinar a escala e os pesos atribuídos a cada fator a ser considerado.

Integração: se refere ao processo de combinar cada fator considerado individualmente num único fator global de satisfação.

Porém, muitas atitudes e respostas psicológicas não são contínuas nem variam de forma suave.

Passando para sistemas não lineares uma mudança abrupta no comportamento muitas vezes não é produzida por uma grande mudança nas causas presumidas. [5.8]. Um exemplo clássico deste comportamento não linear [5.9] é o fato de que duas variáveis raiva e medo fazem um animal lutar ou fugir. Só raiva faz o animal lutar e só medo faz o animal fugir, porém, uma mistura das duas causas atuando simultaneamente produzem resultados inesperados.

5.2.3 IMPACTO DA IMPLANTAÇÃO DE SISTEMAS DE INFORMAÇÃO

O aumento das pressões devido a globalização das economias, o rápido desenvolvimento das tecnologias facilitadoras (basicamente a informática), demandam as empresas a adotar novas técnicas e sistemas que as tornem mais competitivas. Aquelas empresas que não aceitem estes desafios, não aumentarão a sua produtividade e perderão competitividade.

A introdução de novos sistemas de informação, pode produzir alterações na metodologia de trabalho e alterar o ambiente de trabalho em diferentes formas: mudanças na satisfação dos trabalhadores, na qualidade da vida laboral etc., que vão a alterar significativamente a

produtividade dos trabalhadores e o resultado final do trabalho. Em virtude da complexidade do problema, Joshi e Lauer (1998)[5.7], propõem atacar este problema nos seus aspectos cognitivos e sociais sobre indivíduos, a empresa e a sociedade como um todo. Uma das técnicas mais utilizadas é o modelo de equidade-implementação (*equity-implementation model*(modelo E-I)). O modelo E-I está fundamentado nas bases da Teoria da Equidade, muito utilizada em estudos sociais. Segundo Walster apud Joshi [5.7] a teoria da equidade está integrada por muitas "mini teorias" que tentam explicar o comportamento social. A teoria estabelece que os indivíduos tentam maximizar seus ganhos para um determinado esforço realizado. Já num contexto social, os indivíduos estão muito preocupados com a justiça e equilíbrio (equidade) nas suas relações de intercâmbio. Num grupo, os indivíduos tentam comparar a sua relação ganho/esforço com as dos outros indivíduos no grupo. Qualquer desnível encontrado, é uma fonte de atrito dentro do grupo.

O modelo E-I permite identificar e quantificar as preocupações e possíveis reações dos usuários analisando mudanças nas entradas e nos resultados. O modelo E-I será usado para analisar estas mudanças nos níveis individual, de grupo de trabalho e da empresa como um todo.

O modelo E-I supõe que não existe resistência fundamentada ou irracional às mudanças. Cada mudança é avaliada individualmente pelo interessado. Se a mudança é bem-vinda é considerada favorável, caso contrário, se é resistida, é considerada desfavorável.

No nível individual, são consideradas alterações no estado anterior (prévio à introdução do sistema de

informação), que se considerava em equilíbrio. A tabela 1 mostra possíveis mudanças na relação ganho/esforço a nível individual, quando a implantação de um sistema de informação.

Tabela 5.1: Possíveis mudanças na relação ganho/esforços

Aumento no ganho	Aumento no esforço
Melhora no ambiente de trabalho	Mais trabalho
Maior satisfação no trabalho	Mais tensão
Mais oportunidades de progressão	Esforço em aprender a usar o novo sistema
Aprendizagem de novas habilidades	Ansiedade no uso do sistema
Diminuição no ganho	Diminuição no esforço
Menor satisfação no trabalho	Facilidade de uso
Menor poder dos empregados	Menor esforço
Ameaça de perda de empregos	Redução nos tempos gastos em tarefas repetitivas
Aumento no controle	Redução dos trabalhos manuais
Falha potencial na adaptação ao novo sistema	Redução dos trabalhos cognitivos
Perda de valor de habilidades anteriores	Menos retrabalho, menos erros

No nível de grupo, o modelo E-I analisa a justiça das relações entre os empregados e a empresa. Se os ganhos da empresa aumentam com a implantação do novo sistema, isto altera a relação de equidade que existia, e os empregados esperam aumentar seus ganhos, para atingir uma nova relação de equilíbrio.

No nível de empresa, analisa o impacto da aplicação de novas tecnologias em diferentes departamentos dentro de uma mesma empresa.

5.2.4 COMPETÊNCIA DO USUÁRIO

Nos ambientes de tecnologia da informação, a competência do usuário, se mede através de uma métrica denominada EUC (*end user competence*). Para obter esta métrica, MUNRO et al (1997) [5.8] analisam o conhecimento (competência) dos usuários em três níveis:

Extensão: refere-se ao número de aplicativos que os usuários conhecem e podem transmitir estes conhecimentos ao ambiente de trabalho. Esta métrica envolve conhecimentos de *software*, *hardware* e procedimentos.

Profundidade: analisa a profundidade do conhecimento em alguma área específica (por exemplo em bancos de dados, redes locais etc.) Este conceito de profundidade está basicamente ligado ao treinamento recebido pelos usuários. Em princípio os conceitos de extensão e profundidade são excludentes.

Sofisticação (Finesse): refere-se à habilidade dos usuários para usar criativamente os sistemas de computação, por exemplo integrando e combinando aplicativos.

Os domínios de conhecimento dos usuários finais são:

Software Básico: sistemas operacionais, mecanismos de acesso a redes;

Software Aplicativo: bancos de Dados, programas de CAD, folhas de cálculo etc.;

Hardware: computador, redes locais etc. e

Práticas e procedimentos: mecanismos de segurança, *back-ups* etc.

O modelo proposto para medir a capacidade dos usuários finais, é mostrado na fig. 5.2.

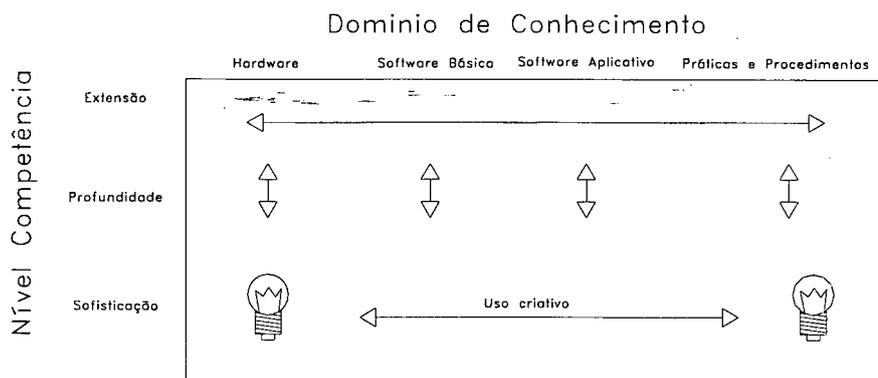


Figura 5.2: Modelo da capacidade dos usuários finais
 Fonte: Munro et al (1998)

DETERMINAÇÃO DA EUC

Munro et al. propõem medir o EUC através de entrevistas. O objetivo das entrevistas é determinar que tipo de atividade de informática realizada pelos indivíduos, a sua capacidade e onde e quando esta habilidade foi adquirida. Este estudo nos leva a um modelo macro de criação da competência dos usuários dentro de uma organização a partir do qual, podemos determinar o rendimento individual dos usuários como mostrado na fig. 5.3.

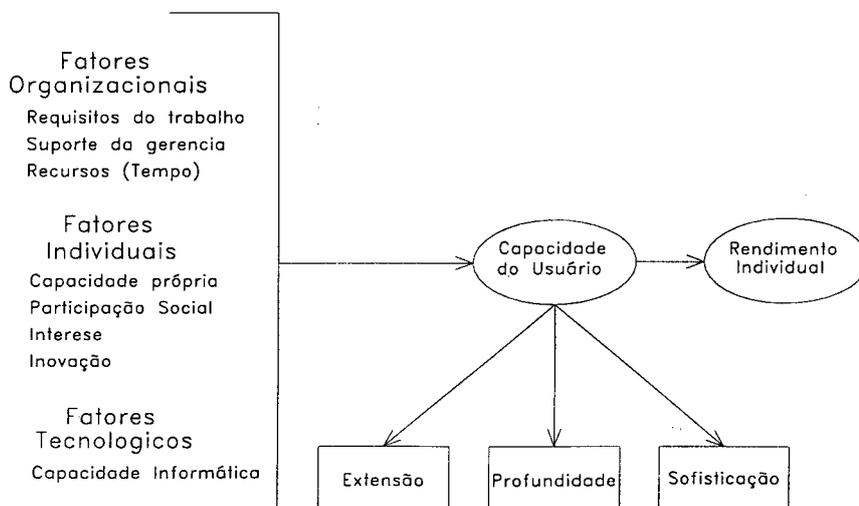


Figura 5.3: Modelo macro para a criação da capacidade dos usuários finais
 Fonte: Munro et al (1998)

Perguntas quantitativas no que se refere ao grau de conhecimento de diferentes aplicativos fornecem idéia da amplitude e a profundidade do conhecimento dos indivíduos.

Num estudo posterior, Munro et al. explicam como a competência dos usuários se auto constrói, dentro de uma organização, utilizando o modelo mostrado na fig. 5.4.

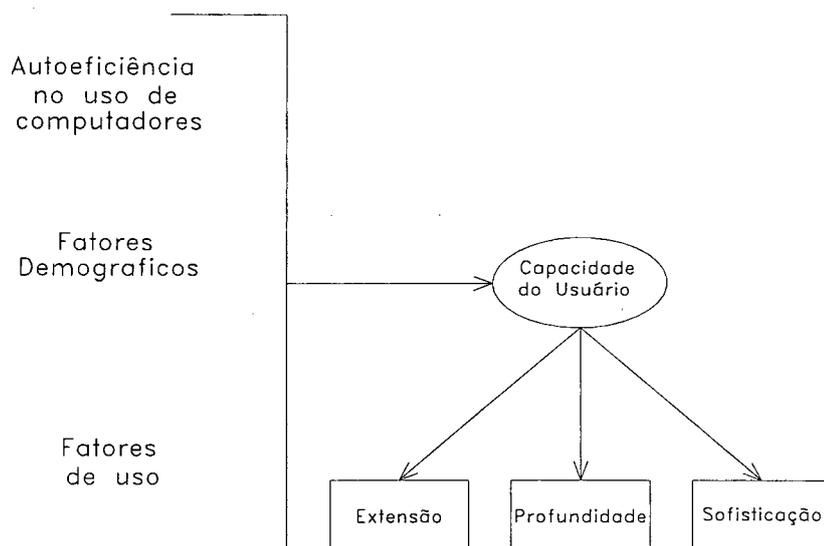


Figura 5.4: Modelo individual de criação da capacidade em usuários finais

Fonte: Munro et al (1998)

Fatores de auto-suficiência: a habilidade de auto aprendizagem fornece uma medida da sofisticação (eficiência no uso das ferramentas).

Fatores Demográficos: permitem determinar se um determinado grupo tem maiores dificuldades que outro na utilização das ferramentas e se existe cooperação dentro dos grupos para a solução de problemas. São considerados fatores tais como a idade, sexo, relação de trabalho com a empresa, grau de instrução etc. Grupos homogêneos tendem a ser mais cooperativos, e fomentam a criação da capacidade no uso da informática.

Fatores de uso: indicam que a utilização contínua de um determinado sistema, facilita a criação da competência dos usuários dentro de uma organização.

5.3 ASPECTOS FUNCIONAIS

Sistemas de informações aplicados a grandes projetos de engenharia devem possuir as seguintes facilidades:

- troca eletrônica de dados
- *data warehousing*
- agentes inteligentes
- *data mining*

5.3.1 TROCA ELETRÔNICA DE DADOS

Em se tratando de um processo que envolve múltiplos participantes um grande projeto de engenharia, é um cenário muito promissor para a implantação de um sistema de troca eletrônica de dados[5.09][5.10].

Na tentativa de implantação, porém, devem ser considerados os seguintes problemas presentes nos projetos de engenharia:

- volume: grande número de documentos e de trocas de dados entre os participantes do projeto.
- diversidade: diferentes tipos de documentos, com diferentes finalidades, com diferentes interessados.
- fan-out: diversas conexões entre participantes.
- profundidade: diferentes níveis de integração entre participantes. A integração pode ir do simples

conhecimento da informação ao desenvolvimento conjunto de parte do projeto.

Problemas sérios aparecem devido a diferentes padrões de operação e nível tecnológico dos participantes.

5.3.2 DATA WAREHOUSING

Na atualidade, existe uma confusão em relação ao termo *Data Warehousing*, provocada fundamentalmente por empresas fornecedoras de produtos e serviços de informação, atribuindo indiscriminadamente aos seus produtos esta capacidade. A confusão começa no próprio nome: "*Data Warehousing*" não é uma coisa, mas um processo, que permite a coleta e o gerenciamento de dados transformando-os em informações adequadas para a tomada de decisões. (NCR (1998) [5.18])

Outra fonte de confusão é tratar o termo "*data warehousing*" como sinônimo de "bancos de dados". Sendo o primeiro um processo que requer muitas ferramentas e produtos, o segundo é simplesmente um produto (que é parte fundamental de um *Data Warehousing*).

Data Warehousing é um processo de coletar e gerenciar dados de diferentes origens, com o objetivo de obter uma visão detalhada de um negócio como um todo ou de uma parte deste.

Os desafios deste processo de *Data Warehousing* são (IBM (1996) [5.19]):

- diversidade das fontes de informação;
- qualidade dos dados;
- quantidade de dados;
- falta de integração entre dados.

Dependendo do alcance dos dados coletados e processados alguns autores (IBM [5.19], IMON [5.11]) dividem o conceito de *Data Warehousing* em:

- *Data Warehousing*: quando os dados processados são de uma empresa como um todo.
- *Data Marts*: quando os dados processados são de partes ou áreas da empresa.

Os projetos são empreendimentos temporários, que geram volumes muito grande de informações armazenadas com diferentes tecnologias em diferentes locais físicos. Uma vez finalizado, as informações deixam de ter atualidade, mais estas informações são de importância fundamental para:

- estimativas de Homens-hora a serem gastos em projetos similares;
- estimativas de prazos em função dos participantes no projeto (por exemplo as autoridades ambientais demoram na liberação das permissões das obras e
- aproveitamento de soluções de engenharia.

Com isto, a introdução de sistemas de *data warehousing*, são fundamentais em qualquer sistema de informações associados a Projeto de Engenharia. [5.11],[5.12] e [5.13].

5.3.3 AGENTES INTELIGENTES

Um agente é uma pessoa ou uma coisa que atua como representante de uma outra parte, com o propósito expresso de executar determinados atos que são vistos como benéficos à parte que representam (Heilmann et al (1998) [5.20]).

Um agente de software, é um programa que realiza tarefas para um usuário (seu dono) dentro de um ambiente computacional. Esta definição é muito vaga, e inclui quaisquer programa de computador, por este motivo se refina esta definição, caracterizando os agentes inteligentes, como aqueles que apresentam todos ou alguns dos seguintes atributos:

Autonomia: os agentes devem apresentar um certo grau de independência do seu usuário. Os agentes devem ter a capacidade de realizar ações que os levem a completar as suas tarefas ou objetivos sem necessidade de uma ação explícita do seu usuário. Wooldridge [5.14] define esta característica como pro-atividade.

Capacidade de comunicação: os agentes devem ao longo das atividades realizadas para cumprir o seu objetivo, comunicar-se com o usuário, outros agentes e depósitos de informação (bancos de dados). Uma consequência desta habilidade é a Capacidade de cooperação.

Capacidade de raciocínio: é a capacidade que distingue os agentes inteligentes de outros programas de computador.

Existem diversas maneiras de definir o comportamento inteligente de um agente:

- baseada em regras;
- baseada em conhecimentos;
- baseada em evolução artificial.

Comportamento adaptativo: tendo autonomia e capacidade de raciocínio, os agentes apresentam um comportamento adaptativo que lhes permitem atingir as suas metas

Confiabilidade: esta característica é essencial ao próprio conceito de agenciamento (seja humano ou mecânico).

A utilização de agentes inteligentes se analisou sobre dois aspectos:

- Ajuda na operação e na aprendizagem dos usuários do sistema de gerenciamento de informação através do conceito de agentes cognitivos ou agentes de interface, apresentados no capítulo 6.
- Fornecimento e busca automatizada de informação em outros sistemas de informação associados aos projetos gerenciados através do conceito de Agentes Móveis. Agentes móveis (IBM (2000)[5.21]) são um tipo especial de programas que podem ser despachados de um computador e transportados para um computador remoto para ser executado. Chegando ao computador remoto, apresenta as suas credenciais e obtém acesso a serviços locais e à informação. O computador remoto pode atuar como um corretor reunindo agentes com interesses similares e objetivos compatíveis,

fornecendo assim um ponto de encontro onde os agentes podem interagir entre si e com informações.

5.3.4 DATA MINING

Segundo Embrechts [5.15] "data mining é a arte de torturar a informação até que esta confesse"

5.3.4.1 O PROCESSO DE DATA MINING

O processo de *data mining* (IBM (1996) [5.16]) está definido por diferentes processos que se aplicam aos dados conforme indicado na fig. 5.5.

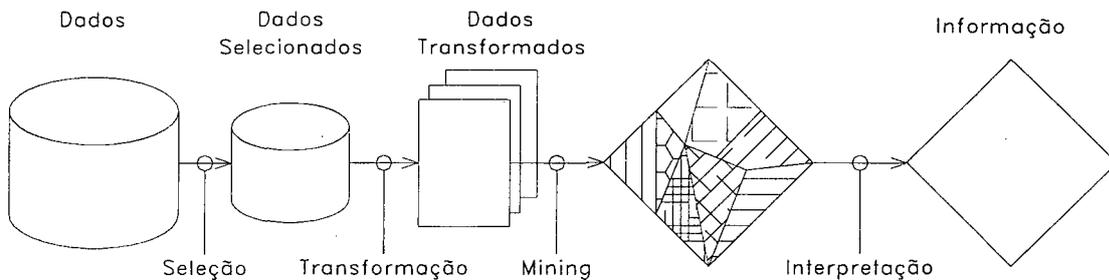


Figura 5.5: O processo de Data Mining
Fonte: Data Mining White Paper-IBM (1996)

Seleção de dados: o primeiro passo é determinar que informação será analisada. Esta informação pode estar em diferentes bancos de dados, diferentes localidades etc.

Transformação dos dados: consiste em transformar os dados seleccionados em valores numéricos ou difusos (*fuzzy*) para que possam ser analisados.

Data Mining: é o processo de estabelecer relações entre as informações já transformadas.

Interpretação: consiste em analisar as relações extraídas, para que sejam úteis no processo de decisão do usuário final. O objetivo deste processo não é somente apresentar graficamente os resultados da operação de *data mining*, mas também filtrar a informação para minimizar o esforço cognitivo do usuário.

5.3.4.2 OPERAÇÕES DE *DATA MINING*

Existem quatro operações básicas do processo de *data mining*, e numerosas técnicas que as suportam:

Indução supervisionada: esta operação cria automaticamente um modelo de classificação, a partir de um conjunto de registros, chamado conjunto de treinamento, que é geralmente um subconjunto de toda informação sendo analisada. Um exemplo desta operação é definir o limite de crédito de um cliente em função do bairro onde mora.

Descobrimto de associações: dada uma coleção de registros, cada um com um determinado número de campos, de um banco de dados, a operação de descobrimto por associação, consiste em descobrir associações de registros baseados em valores de alguns de seus campos. Um exemplo desta operação é utilizada em supermercados para correlacionar os produtos adquiridos pelos seus clientes.

Descobrimiento de seqüências: é similar ao descobrimiento por associação, sendo que um dos campos analisados é um *timestamp*. Esta operação permite descobrir relações temporais entre os registros. Por exemplo uma loja virtual, pode correlacionar a visita de um cliente ao seu catálogo com os produtos comprados.

Clustering: consiste em particionar os bancos de dados em subconjuntos baseados em critérios aplicados a alguns dos seus campos. As empresas de seguro utilizam esta técnica classificando os clientes por idade, sexo etc.

Aplicada a grandes projetos de engenharia, a operação de *data mining* são as de *clustering* de dados e a de descobrimiento de seqüências. A operação de *clustering* permite agrupar os registros de documentos conforme critérios aplicados aos seus campos (datas, emitentes, equipamentos etc.). A operação de seqüenciamento permite, por exemplo, estudar as atividades de projeto de uma empresa sobre um determinado equipamento (atividades de projeto civil precedem às atividades de montagem eletromecânica).

5.4 CLASSIFICAÇÃO DOS SISTEMAS DE INFORMAÇÃO GERENCIAIS

Na atualidade as necessidades competitivas das empresas fomentaram o aparecimento de numerosos programas que ajudam na gestão empresarial. Mesmo sendo quase impossível uma definição exata da área de atuação de cada um deles, é possível classificá-los nas seguintes categorias:

ERP: *Enterprise Resource Planning* (Sistemas de Gestão Empresarial) permite organizar e integrar os dados que circulam nos vários departamentos de uma empresa.

CRM: *Customer Relationship Manager*: Gerenciadores de Relações com Clientes permitem o acompanhamento do comportamento dos clientes da empresa

BI: *Business Intelligence*: (Inteligência nos Negócios)

SC: *Supply Chain*: (Cadeia de fornecimento) Visam integrar as corporações com os seus fornecedores, permitindo soluções do tipo *Just-in-time*, interligando toda a cadeia produtiva.

ERDS: *Electronic Retrieval Document System* (Sistema Eletrônico de Recuperação de documentos).

Considerando as características do "negócio da engenharia" e do objetivo da ferramenta de gerenciamento de informação proposta, entra na categoria de ERP e BI.

Já considerando a ferramenta como concebida para dar apoio à decisão, este entra já na categoria de ERDS (Backer et al (1998)[5.17]), na forma mostrada na fig. 5.6.

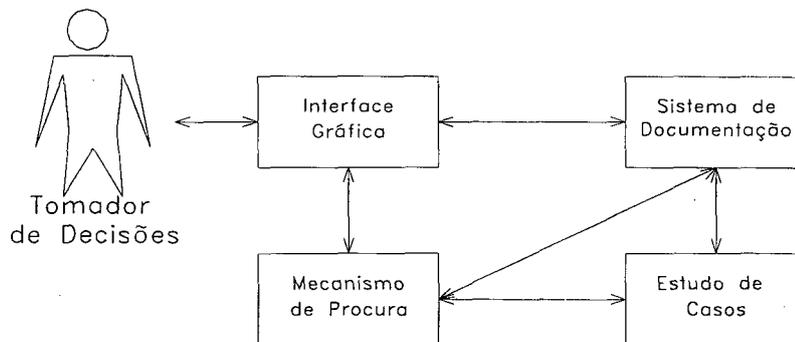


Figura 5.6: Desenho conceitual de um ERDS

Dentro de um sistema de ERDS, temos incorporado os seguintes conceitos:

- poda: consiste na eliminação de documentos não relevantes ao problema em estudo;
- hierarquia: trata da apresentação hierárquica dos documentos relevantes, utilizando conceitos cognitivos e de similaridade com outras pesquisas já realizadas;
- visão dos documentos: uma vez ordenados em forma hierárquica, deve ser possível a visualização dos documentos dentro da mesma interface;
- listas de problemas: trata do armazenamento de problemas de busca e recuperação de informação para auxiliar em problemas futuros.

6 ESTUDO DE CASO

Neste capítulo é apresentado um estudo de caso, sobre o qual são tomadas decisões sobre o processo de gerenciamento de informação a ser implantado. Estas escolhas são realizadas entre as alternativas mostradas anteriormente em função do cumprimento das hipóteses desta Tese.

O caso de estudo considerado é o projeto da UHE de Machadinho, descrito no anexo III. Considerando a complexidade do projeto, o grande número de participantes, o grande número de disciplinas da engenharia envolvidas e a distribuição física dos participantes tem-se, neste caso de estudo, todas as características de um Grande Projeto de Engenharia:

- multi-disciplinaridade;
- único dono;
- grande número de fornecedores e
- grande quantidade de informação.

Um problema particularmente sério no caso de empreendimentos hidroelétricos, deve-se ao longo período de tempo entre os estudos de viabilidade e a colocação em operação da usina, fato este que obriga a dispor de uma estrutura ágil e confiável para o manuseio das informações.

6.1 INFORMAÇÃO DENTRO DO PROJETO

Informações levantadas dentro deste estudo de caso revelam que dentro deste projeto circulam os seguintes tipos de documentos.

Documentos básicos (Contratos, *Work Statements*, etc.)

Documentos comerciais

Normas Técnicas

Correspondências:

Internas

Externas

E-mails

Atas de reunião (MOM)

"De-paras"

Desenhos:

Recebidos

Emitidos

Catálogos

É válido lembrar que cada tipo de documento tem um formato (físico e lógico) próprio, uma forma de consulta e procura de informação diferente segundo cada especialista que o manuseia (cada um busca, dentro de um mesmo documento, uma informação diferente). No desenvolvimento do sistema de informação se deve respeitar este fato.

6.2 CONSIDERAÇÕES PARA A CLASSIFICAÇÃO DOS DOCUMENTOS

A forma de classificação dos documentos deve ser realizada de forma facilitar a pesquisa posterior dentro do banco de documentos. A forma de pesquisa depende do problema a ser resolvido pelos engenheiros.

A forma mais comum de procura é pelo projeto, seguido pela data de emissão, pela pessoa responsável, pela empresa e pelo equipamento principal sobre o qual o documento se refere.

Desta forma se realizou um levantamento tradicional dos requisitos de software e chegou a um diagrama de fluxo de dados (DFD) o dicionário de dados (DD), que definiram os bancos de dados do programa a ser implementado no caso em estudo. (Yourdon [6.3]). Os estudos de engenharia de software aparecem no Anexo IV.

6.3 CONSIDERAÇÕES ERGONÔMICAS DO TRABALHO

Foi aplicada em engenheiros que trabalham em grandes projetos de engenharia uma pesquisa que revela a sua relação com o trabalho de engenharia, suas experiências e habilidades em relação aos computadores (EUC). Os formulários das pesquisas realizadas aparecem no Anexo I.

Os resultados da pesquisa mostram que:

A idade média está na faixa 40-50 anos, provavelmente sobreviventes do "Milagre Brasileiro", são profissionais de altíssima qualificação, altamente especializados com 20 a 30 anos de experiência. Deve-se ressaltar o fato da existência de pouquíssimos mestres e doutores.

No que se refere à sua relação com informática, a maioria possui entre 5 a 10 anos de experiência na utilização de computadores (mesma época da informatização maciça das empresas) Todos utilizam Internet no seu dia a dia.

Em relação aos programas utilizados, todos tem um comando muito bom dos navegadores, e domínio regular de outros programas (processadores de textos, CAD, planilhas, etc.)

Nenhum dos entrevistados, porém, sente algum tipo de pânico em relação ao computador.

A maioria se queixou do tempo gasto com a recuperação da informação em relação ao trabalho realmente gasto na tarefa (Este fato indica sistemas de arquivos ineficientes).

As atividades de maior dificuldade são aquelas de tomada de decisão. As mais simples são aquelas mais rotineiras: elaboração de relatórios (sem tomada de decisão).

6.3.1 UM DIA DE TRABALHO DE UM ENGENHEIRO NUM PROJETO

O que é que um engenheiro que trabalha num grande projeto faz? Qual é a carga cognitiva do seu trabalho?

Na resposta ao questionário, a principal fonte de stress apontada foi de tomada de decisão:

A tomada de decisão é particularmente difícil quando se trabalha em situações de incerteza (falta de informação).

Se está na presença de um problema mal estruturado, nos moldes apresentados no capítulo 3.

É conveniente mencionar que esta é também uma das atividades que consomem mais tempo, já que o volume de informações a considerar é muito grande.

A seguir listamos alguns problemas típicos que aparecem em decorrência das atividades de engenharia dentro de um projeto.

Ante cada problema, os questionamentos necessários para a caracterização do problema, os fatos/documentos a analisar para a chegar ao resultado esperado da atividade de engenharia são apresentados. Estes passos foram obtidos de entrevistas verbais com engenheiros e de experiência própria.

Problema 1:

Enunciado: Um fornecedor reivindica maiores custos, em função de desvios contratuais devido à mudanças (desvios) em relação ao projeto básico.

Questionamentos: Existiram realmente estas mudanças? Foram responsáveis de que participante do projeto?

Documentos a analisar:

- Contrato (só na parte em litígio);
- Projeto básico (na parte a ser alterada);
- Atas de reunião e correspondências que motivaram/comentaram o fato e

- Cronograma do empreendimento

Resultado esperado: As reclamações são justas?
Levantamento do histórico do problema de mudanças.

Problema 2:

Enunciado: Deve-se redigir um novo Contrato/Especificação Técnica de um determinado componente.

Questionamentos: Está conforme a contrato global?
Existiram problemas anteriores com o equipamento/pessoa a ser contratada?

Documentos a analisar:

- Contratos globais e
- Situações semelhantes

Resultado esperado: Contrato/Especificação adequados à situação do empreendimento e a filosofia da empresa

Problema 3:

Enunciado: Um fornecedor propõe introduzir uma mudança no seu fornecimento.

Questionamentos: Está conforme contrato? É seguro? Está conforme o projeto básico? Onde foi utilizada esta solução?

Documentos a analisar:

- Projeto básico;
- Catalogo de fabricantes;
- Manuais do fabricante;
- Projetos similares e
- Cronograma

Resultado esperado: Autorizar ou não a mudança. A mudança tem implicações comerciais? Levantamento do histórico do problema.

Embora de enunciado simples, estes problemas têm um grande conteúdo de estresse cognitivo mesmo para engenheiros experientes, pelos seguintes motivos:

- na maioria dos casos envolve dinheiro;
- na maioria dos casos envolve estima de empresas e pessoas;
- curto espaço de tempo para entrega dos resultados;
- grande volume de informação a ser consultada;
- incerteza quanto ao histórico do problema;
- muitas vezes a informação não é facilmente acessível:
 - documentos compartilhados por toda a equipe de trabalho;
 - dúvidas quanto à atualidade da informação e
 - pequeno espaço físico para realizar as pesquisas.
- existência de problemas similares no mesmo espaço temporal: o fato que em princípio traz vantagens do ponto de vista cognitivo, se transforma em um fator complicador, já ao se tratar de problemas referentes a diferentes projetos, se perde a referência do entorno do problema a ser tratado.

Um sistema automatizado de gerência de informações não consegue eliminar completamente a carga cognitiva da atividade, mas ao facilitar o acesso a informação, permite uma tomada de decisões mais precisa e menos estressante.

6.3.2 IMPACTO DA IMPLANTAÇÃO DO SISTEMA DE GERENCIAMENTO DE INFORMAÇÕES

O gerenciamento de informações dentro de um grande projeto de engenharia foi sempre um processo demorado e pouco eficiente, requerendo sempre a participação de um número razoável de pessoas dedicadas para este fim. Uma quantidade muito grande de recursos (cópias, carimbos etc.) e espaço físico era gasta no gerenciamento. O sistema não garantia o acesso à última versão de documentos, nem que a mesma revisão era utilizada por toda a equipe.

A implantação do sistema de gerenciamento vai provocar as seguintes mudanças (que vão alterar o estado de equilíbrio que existia anteriormente):

1. Mudanças para os engenheiros (nível individual):

Aumentos nos ganhos

- melhora o ambiente de trabalho: Menos arquivos, menos papel;
- maior tempo disponível para as tarefas específicas de engenharia;
- melhor resposta aos clientes: sejam estes a obra ou o chão de fábrica e

- menos dependência das pessoas responsáveis pelo arquivo.

Declínio nos ganhos

- menor identificação com o resultado final;
- perda de poder de barganha com a empresa, já que se perdem algumas habilidades e
- aumento na monitoração/medição da produtividade.

Aumento no esforço

- maior carga de trabalho: Mais projetos podem ser "tocados" pela mesma equipe;
- maior demanda de habilidades cognitivas por parte dos engenheiros e
- maior esforço de aprendizagem.

Declínio no esforço

- facilidade de uso: uma vez que o engenheiro aprendeu a usar o *software*, a informação é acessada facilmente;
- diminuição do tempo de procura de informação: Não são mais necessários deslocamentos, para procura de informação e
- menor número de erros: Toda a equipe vai trabalhar com a mesma informação.

A mudança bruta (analisando os pontos positivos e os negativos) foi considerada positiva pelos engenheiros, no sistema instalado, mesmo que a lista acima apresenta mudanças nos dois sentidos.

Mudanças para a empresa (nível de grupo): mesmo que as mudanças se apresentaram como favoráveis para os engenheiros, a empresa obteve também um grande número de vantagens:

- aumento da produtividade dos seus engenheiros;
- melhora da sua imagem frente aos clientes: menores erros, aparência de "alta tecnologia", diminuição dos prazos de projeto e
- menor gasto com cópias em papel, menos espaço físico etc.

Estas melhoras tiveram como contrapartida gastos na aquisição de software, novo servidor, treinamento etc.

6.3.3 ANÁLISE DA COMPETÊNCIA EM INFORMÁTICA (EUC) DOS ENGENHEIROS

Os resultados das pesquisas, mostraram que os engenheiros têm uma extensão de conhecimentos muito grande, porém só apresentam profundidade em um ou dois aplicativos.

Também apresentam alguma carência na sofisticação, porém a maioria argumentou capacidade de auto-aprendizagem.

Nos fatores demográficos se apresentou um grupo homogêneo e altamente cooperativo.

6.4 PESQUISA REALIZADA EM EMPRESAS DE ENGENHARIA QUE TRABALHAM EM GRANDES PROJETOS DE ENGENHARIA.

De forma similar ao caso dos engenheiros foi aplicada uma pesquisa para determinar a capacidade das empresas na área da informática. A pesquisa foi realizada de forma a garantir o anonimato das empresas, em função de falta de licenças em alguns produtos de software.

Os formulários das pesquisas realizadas então no Anexo II.

As empresas todas estão informatizadas, com os seus computadores ligados em rede local. Praticamente existe uma estação de trabalho por funcionário. Quanto ao tipo de rede, diferem, utilizando redes Novell ou Windows. A maioria das empresas utilizam maciçamente os servidores(Windows NT). Todas tem ou aspiram ter a ISO 9002, mesmo que isto represente maiores investimentos em dinheiro e tempo.

A maioria dos empregados é terceirizada.

As empresas apresentam uma mistura de arquivos em computador e em papel , a maioria não utiliza um programa gerador de informações.

Na organização, a maioria das empresas de engenharia utiliza um sistema matricial, onde existe um gerente por empreendimento e os especialistas de cada área são alocados conforme as necessidades e disponibilidade para cada empreendimento.

6.5 MATRIZ DE DISTRIBUIÇÃO DA INFORMAÇÃO

Os dados levantados através de entrevistas para o projeto do estudo de caso, numa das empresas de engenharia, sobre as características desejadas para a distribuição da informação estão mostrados na tabela 6.1.

É importante destacar que, no caso particular da empresa entrevistada, aparecem as áreas financeira e a obra responsável pelo escritório da empresa no canteiro de obras. Ambas áreas foram incluídas na matriz de distribuição, mesmo não fazendo parte das atividades de engenharia propriamente ditas.

Na construção da matriz se utilizaram as seguintes convenções: tt:mm:uu (características temporais:mídia:uso) onde:

tt: a= atual / c= congelado

mm: e= eletrônico / p= papel

uu: c= criação / a= atualização / l= leitura

Tabela 6.1: Matriz de uso da Informação

	Cronograma	Contrato	Projeto Básico	Correspon- den.	Dese- nhos	Atas Reunião	Normas Catalog
Financeira	a:e:ca	a:e:ca		a:ep:ca		a:e:ca	
Civil	a:e:l	a:e:l	a:e:ca	a:ep:ca	a:e:ca	a:e:ca	a:ep:l
Mecânica	a:e:l	a:e:l	a:e:ca	a:ep:ca	a:e:ca	a:e:ca	a:ep:l
Elétrica	a:e:l	a:e:l	a:e:ca	a:ep:ca	a:e:ca	a:e:ca	a:ep:l
Instrument	a:e:l	a:e:l	a:e:ca	a:ep:ca	a:e:ca	a:e:ca	a:ep:l
Médio Amb.	a:e:l	a:e:l	a:e:ca	a:ep:ca	a:e:ca	a:e:ca	a:ep:l
Obra	a:p:l	c:p:l	c:p:l		c:p:l		a:p:l

6.6 MATRIZ DE COMPARTILHAMENTO

O compartilhamento da informação levantada na mesma empresa é mostrada na tabela 6.2.

Tabela 6.2: Matriz de compartilhamento da Informação

	Cronograma	Contrato	Projeto Básico	Correspond.	Desenhos	Atas Reunião	Normas Catalog
Financeira	x	x		x		x	
Civil	x	x	x	x	x	x	x
Mecânica	x	x	x	x	x	x	x
Elétrica	x	x	x	x	x	x	x
Instrument	x	x	x	x	x	x	x
Médio Amb.	x	x	x	x	x	x	x
Obra	x	x	x		x		x

Na tabela se observa que existe uma grande necessidade de compartilhamento da informação dentro do âmbito do projeto. Muitos dos documentos são únicos ou não é viável a sua reprodução, fato este que pode acarretar atrasos nos cronogramas. Em alguns casos, revisões diferentes do mesmo desenho circulam em diferentes áreas, o que introduz o perigo de conclusões diferentes de acordo com a cópia analisada (para evitar estes problemas, se introduz o conceito de "cópia controlada" dentro da empresa, mais na prática não é um mecanismo eficaz).

Um sistema de informação deve fornecer mecanismos para permitir este compartilhamento de informação, da forma mais eficiente, segura e econômica possível.

6.7 CICLO DE VIDA DA INFORMAÇÃO DENTRO DE UM GRANDE PROJETO DE ENGENHARIA

Dentro do projeto considerado, os documentos seguem o seguinte ciclo:

Criação: o documento é criado utilizando-se da ferramenta mais adequada: programa de CAD, programa de elementos finitos, planilha eletrônica, processador de textos,

programa de e-mail etc. Em alguns casos os documentos podem ser escaneados.

Roteamento: conforme a matriz de distribuição da informação dentro da empresa, estabelecendo a forma de envio e os privilégios sobre a informação recebida que cada um dos receptores possui. No caso da obra em questão, por exemplo, a obra recebe toda a informação que circula, mas não tem privilégio de fazer alterações.

Armazenamento: o armazenamento da informação é duplo:

papel: da mesma forma tradicional devido fundamentalmente a questões legais, porém assumindo as características de "arquivo morto" e

eletrónico: armazenando em servidores imagens dos documentos. Estas imagens de documentos são referenciadas por sistemas de banco de dados que permitem a rápida localização dos documentos. Uma vantagem desta estratégia é a de que uma única versão do documento está disponível para todos os usuários, fazendo desnecessário o uso de "cópias controladas".

Marcação/Revisão: a revisão, os comentários e as marcações dos documentos poderá ser feita dentro do próprio sistema de informação gerando para isto uma cópia de trabalho do documento original. Esta cópia de trabalho permite que várias áreas comentem o revisem o documento. Os comentários e as marcas serão depois consolidadas e um novo documento será gerado.

Assinatura/autenticação: quando o documento é aprovado, este deve ser autenticado e assinado, para permitir a construção, compra e/ou montagem do elemento mencionado no documento. Esta assinatura pode ser efetuada em forma digital através do uso de mecanismos de criptografia.

6.8 PROPOSTA DE SISTEMA DE INFORMAÇÃO

Analisando as considerações ergonômicas do trabalho dos engenheiros em grandes projetos de Engenharia, se chega a conclusão de que se está na presença contínua de problemas mal estruturados, nos moldes dos problemas apresentados em 3.5.1. Sendo que o processo cognitivo mostrado na figura 3.1 a maior parte se desenvolve na mente dos engenheiros, o sistema de informação deverá atuar principalmente no fornecimento de conhecimento (informações), que permitam montar representações e elaborar raciocínios sobre determinadas situações, para resolver os problemas que se apresentam.

Para fornecer estes conhecimentos o sistema deverá apresentar as informações relevantes de forma ordenada, classificando-as e descartando-as conforme critérios de pesquisa definidos pelos usuários (Baker et al [5.17]).

Considerando a dinâmica do projeto de Engenharia, onde os documentos são continuamente revisados, perdendo atualidade rapidamente, o sistema de informação deverá acompanhar este processo através de mecanismos de *data warehousing*(5.3.2).

As características de multi-disciplinaridade e de grande número de fornecedores (em diferentes locais geográficos) obrigam ao sistema de informação a permitir o acesso remoto dos documentos: web-enabled (Intranet e Internet).

A quantidade de informação, existente em grandes projetos de engenharia, faz necessário que o manuseio da informação se dê não sobre a própria informação (documentos) mas sobre um conjunto bem menor: a metainformação.

Pela variedade de formatos e tipos de documentos manuseados em grandes projetos de Engenharia, se faz necessário apresentar junto com a metainformação, uma imagem dos documentos, de forma tal que esta imagem possa ser analisada.

Dos argumento apresentados e dos levantamentos dos requisitos de software, surge a proposta do sistema de informação:

processo de data warehousing, web-enabled, de metainformação dos documentos (incluindo imagens dos mesmos) manuseados num grande projeto de engenharia

6.8.1 META-INFORMAÇÃO

Ao se tratar de um processo complexo que envolve vários participantes, que criam informação e consomem informação gerada por outros, a procura de partes específicas de

informação dentro de um grande volume de informações disponíveis numa Intranet ou na Internet, é muito lenta.

Como os bibliotecários já descobriram, a melhor forma de procurar informação não é procurando na própria informação, mas num conjunto muito menor (fichas catalográficas) que ajude a encontrar a informação (livros) relevantes. Estas fichas catalográficas, definem o conjunto de informações do projeto (catálogo da biblioteca). Esta informação sobre informação se denomina metadata.

Cada participante criará e disponibilizará metadatas sobre seus documentos num formato adequado (o XML por exemplo) e este catálogo poderá ser consultado pelos outros participantes. Uma vez analisado o catálogo de metadatas, somente os documentos relevantes serão analisados/ transmitidos.

As metadatas dos documentos manuseados num grande projeto de engenharia, deverão conter informações sobre o sistema, datas, revisões, palavras chaves etc. No caso do sistema proposto, a metadatas deverão conter também imagens dos documentos.

6.8.2 FLUXO DE INFORMAÇÃO PROPOSTO

Com o sistema proposto, o fluxo da informação, será o mostrado na figura 6.1.

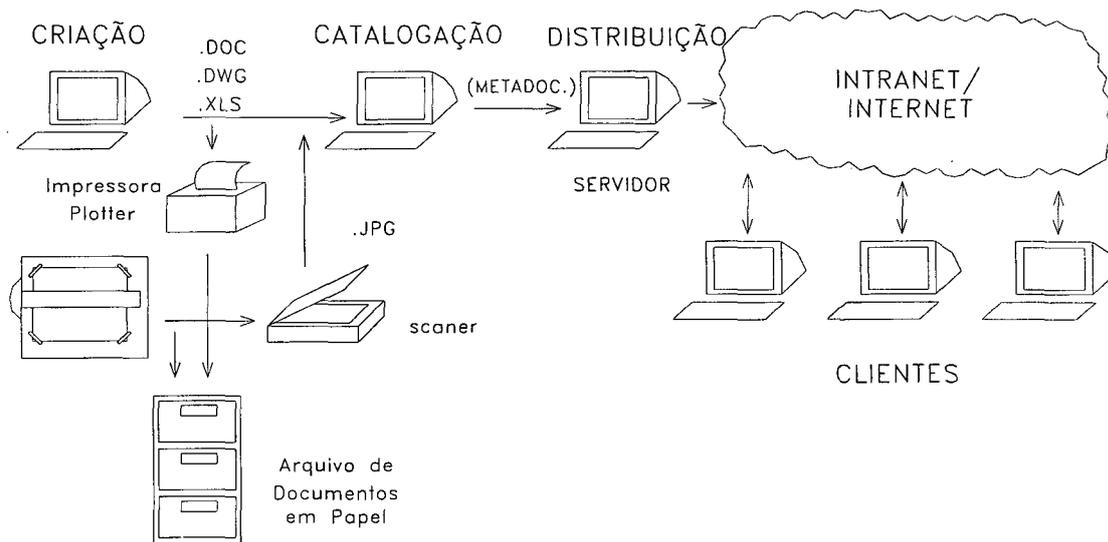


Figura 6.1: Proposta do fluxo de informações

Os atores do processo proposto, continuam os mesmos e com as mesmas funções e atribuições que no processo tradicional de criação/analise de documentos dentro de um grande projeto de engenharia:

Criação: os desenhistas e digitadores, realizam suas funções sob supervisão dos engenheiros e projetistas.

Catálogo: os coordenadores de projeto terão a responsabilidade de montagem dos metadocumentos: definição de responsáveis, definição de prioridades, definição dos privilégios de acesso, classificação por palavras chaves, áreas, equipamentos etc.

Distribuição: a equipe de informática, disponibilizará os metadocumentos nas redes Intranet/ Internet.

Uso: os participantes do projeto terão acesso aos metadocumentos disponíveis nas redes, conforme ao privilegio assinado no processo de catalogação.

6.9. CONSIDERAÇÕES SOBRE A INTERFACE

6.9.1 MUITOS DOCUMENTOS UM FORMATO

Da idéia de um sistema de gerenciamento de imagens de documentos, surge a necessidade de armazenar os documentos num único formato. Este formato deve permitir a visualização de todos os tipos de documentos que circulam dentro de um grande projeto de engenharia.

Do formato a ser escolhido para armazenar os documentos, se espera:

- universalidade: que permite a qualquer pessoa ou empresa gerar documentos neste formato, independente do software de origem e ler os documentos armazenados neste formato.
- multi-plataforma: o formato deve ser independente da plataforma de hardware e software utilizada.
- compacidade: os documentos gerados devem ser compactos de forma a ser transmitidos através de redes de computadores de baixa velocidade.
- segurança: deve permitir extensões de segurança por exemplo criptografia e assinaturas digitais.
- alterabilidade: deve permitir mudanças no seu conteúdo, para incluir por exemplo comentários.

Para armazenar os documentos, foram analisados os dois principais padrões em uso na atualidade. O formato .HTML (Hyper Text Marking Language) que é um padrão aberto e o .PDF (Portable Document Fomat) desenvolvido pela empresa ADOBE.

6.9.1.1 FORMATO .HTML

Segundo o World Wide Web Consortium (W3C) a linguagem HTML (*HyperText Marking Language*) é a *língua franca* para a publicação de hipertextos na Internet. É um formato não proprietário, baseado no SGML (*Standard Generalized Markup Language*), e pode ser criado e processado por uma grande quantidade de ferramentas, desde um simples processador de textos até sofisticadas ferramentas de autoria.

A linguagem HTML usa marcadores (*tags*) tais como `<h1>` e `</h1>` para estruturar textos na forma de cabeçalhos, parágrafos, listas, links etc.

A linguagem HTML teve suas origens já na idade medieval com o aparecimento de sistemas de referências cruzadas e definição de notas (*marginalia*) através de convenções para numerar as linhas e os versos dos textos.

Na década de 1940, Vannevar Bush descreve a sua visão de um sistema de hipertexto auxiliado por computador (chamado de memex). Sua descrição já incluía as idéias de navegar no documento e a de adicionar informações do próprio usuário nos documentos.

Ted Nelson apresentou nos seus livros "Literary Machines" e "Dream Machines" um sistema multimídia e criou o termo *hypertext*.

Em 1989 Tim Berners-Lee e Robert Caillau trabalhando no CERN, apresentaram idéias de um sistema de informação baseado em links que seriam acessíveis através da Internet por uma grande variedades de computadores. Nessa época os documentos eram definidos basicamente usando LaTeX e Postscript. Poucas pessoas usavam o SGML. Berners-Lee e Caillau notaram que uma solução muito mais simples era necessária. E criaram o HTML que tinha suporte do protocolo HTTP (*HiperText Transfer Protocol*)

Desde então numerosas versões da linguagem HTML foram homologadas pelo W3C, cada uma incrementando a funcionalidade da anterior (Introdução de quadros (*frames*), ingresso de dados dos usuários, características multimidia etc.)

A linguagem XML: As informações mostradas nas páginas de Internet são das mais variadas. Os seres humanos, observando uma página podem determinar se trata-se de uma receita ou de um extrato bancário. Os computadores, por outro lado devem ser informados exatamente do que se trata a informação contida na página, para poder, baseado nesta, tomar uma decisão. A linguagem XML (*extensive mark-up language*) foi criada para isto: descrever a informação. A linguagem XML foi introduzida em 1998 e virou padrão do World Wide Web Consortium (W3C).

A linguagem atual de publicação na Internet (HTML (*Hypertext Mark-up Language*)) é muito superficial: somente descreve como o *browser* deve combinar os textos, imagens e outros elementos na página HTML. A preocupação do HTML com a aparência faz desta uma linguagem fácil de se aprender mais isto também tem suas conseqüências: é

muito difícil criar um *site* da Internet, que vai além de ser uma "máquina de fax colorida".

Caso seja necessário enviar informação mais precisa através da Internet, por exemplo a composição de uma nova droga, os marcadores (*tags*) do HTML, não foram pensados para resolver este tipo de problema. A proposta para o XML é a de propor uma metalinguagem (uma linguagem que define para definir uma linguagem). A linguagem XML define regras que permitem que pessoas individuais e/ou grupos criem a sua própria linguagem de marcadores. Estas regras permitem que programas simples denominados *parsers* (incorporados aos *browsers* na forma de *plug-ins* ou diretamente) processem esta nova linguagem. Ao se tratar de uma linguagem aberta, grupos e organizações devem criar e padronizar suas linguagens XML nas suas respectivas áreas. A criação da linguagem, passa simplesmente pela definição dos marcadores (*tags*) a serem utilizados para codificar a informação.

Porque Hipertexto? O hipertexto é uma forma atrativa de apresentar informação, que é suportada por diversos mecanismos, dos quais o mais difundido é a Internet.

Hipertexto, permite aos usuários explorar informação através de caminhos individualizados, navegando através dos tópicos que satisfazem seus interesses e o seu nível de compreensão. Usando arquivos no formato .HTML e a Internet, o mecanismo de hipertexto também permite um mecanismo eficiente de publicação e atualização da informação.

Porque Multimidia? A partir de versões recentes da linguagem HTML, foi possível incluir a produtos multimidia nos visualizadores HTML (*browsers*). Este fato popularizou ainda mais este formato, permitindo aos usuários que opções de audio e vídeo sejam incorporadas ao texto e as imagens estáticas. Novos processos de visualização são incorporados dia a dia nos browsers através de mecanismos chamados de *plug-ins*.

Gerando arquivos .HTML: Numerosos programas fornecem mecanismos de geração de arquivos .HTML, particularmente a família de programas Office da Microsoft a partir da sua versão 97. Este mecanismo faz transparente ao usuário a conversão de textos e formatações para a linguagem HTML.

6.9.1.2 FORMATO .PDF

O formato .PDF é um formato de arquivo utilizado para representar documentos de uma forma independente do software aplicativo, hardware e o sistema operativo usado para criá-lo.

Um documento .PDF contém uma ou mais páginas, as quais na sua vez podem conter quaisquer combinação de textos e imagens numa forma que é independente do dispositivo de visualização e da resolução do mesmo. O documento .PDF pode conter outros tipos de informações em formato digital tais como *links* de hipertexto, sons e imagens. (ADOBE (1999) [6.2]).

6.9.1.2.1 USANDO O FORMATO .PDF

Para entender o formato .PDF, é necessário entender como os documentos .PDF são criados. Muitas aplicativos geram arquivos .PDF diretamente. O aplicativo da Adobe PDF Writer, disponível em muitas plataformas (Apple, UNIX e Windows) funciona como um *driver* de impressão. Um driver de impressão converte os gráficos e textos (próprios de cada sistema operacional commands (QuickDraw™ do Macintosh e GDI do Windows)) em comandos compreensíveis por uma dada impressora. Ao invés de enviar comandos para a impressora, o programa PDF Writer converte estes comandos em objetos que posteriormente são agrupados num arquivo .PDF. Este processo é mostrado na figura 6.2.

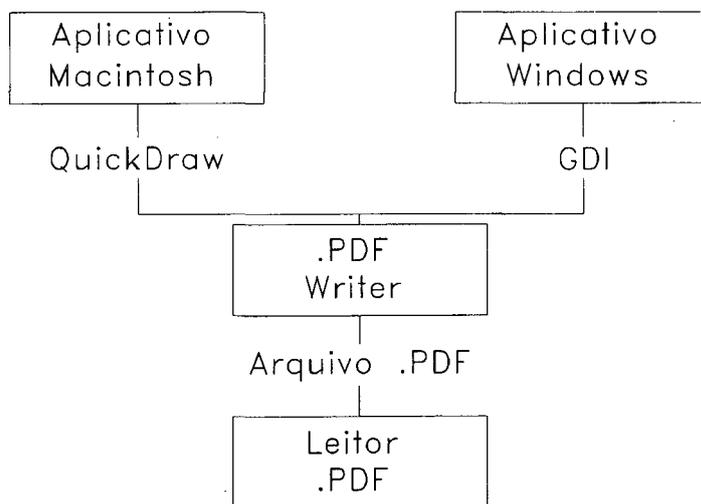


Figura 6.2: Criação de documentos no formato .PDF
Fonte: Adobe Inc. (1999)

Os arquivos .PDF gerados são independentes da plataforma. Independentemente do fato de ter sido gerados num computador Macintosh ou Windows, os arquivos .PDF podem ser visualizados em quaisquer plataforma.

Outra forma de se obter arquivos .PDF é conversão direta de arquivo no formato PostScript (.PS) utilizando o programa Acrobat Distiller da mesma ADOBE).

Uma vez que o arquivo .PDF foi criado, vários programas (por exemplo o Acrobat, ou o Acrobat Reader (*freeware*)) podem ser usados para visualizar e imprimir o documento contido no arquivo. O processo é mostrado na figura 6.3.

Os usuários podem navegar através do documento, usando vários mecanismos: *thumbnails* de páginas, *hyperlinks* e marcadores. É possível também localizar partes de textos ou acessar diretamente qualquer página. A visualização pode ser feita através de várias opções de *zoom*.

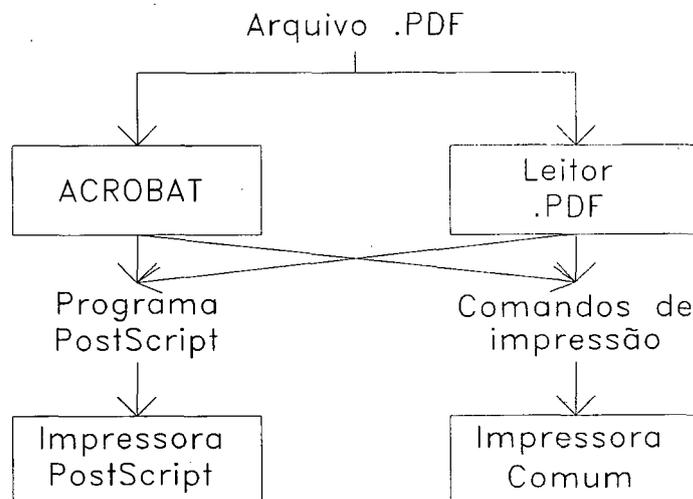


Figura 6.3: Leitura e impressão de documentos no formato .PDF
Fonte: Adobe Inc. (1999)

6.9.1.2.2 PROPIEDADES GERAIS DO FORMATO .PDF

O formato .PDF apresenta as seguintes características:

Modelo de imagens da ADOBE: O formato .PDF representa os textos e gráficos através de um mecanismo similar à utilizada pela linguagem PostScript desenvolvido em

inícios de 1980 pela própria ADOBE. Esta linguagem descreve uma página definindo a localização de objetos (*paints*) em áreas selecionadas. Da mesma forma que na linguagem PostScript no formato .PDF os objetos podem ser letras, formas, regiões definidas por combinações de linhas e curvas ou imagens digitalizadas e podem ser de qualquer color.

As diferenças entre o formato .PDF e a linguagem PostScript radicam fundamentalmente no fato de que o formato .PDF não é uma ferramenta de programação e portanto não contém procedimentos, variáveis ou estruturas de controle.

Portabilidade: Um arquivo .PDF é um arquivo binário, que utiliza palavras de 8 bits. Como tais podem ser transmitidos em quaisquer sistema que utilize este formato de transmissão.

Compactação: para reduzir o tamanho dos arquivos o formato .PDF suporta a maioria dos mecanismos de compactação aceitos pela indústria:

- JPEG compactação de imagens coloridas e de tonalidade de cinza.
- CCITT Group 3, CCITT Group 4, LZW (Lempel-Ziv-Welch), e Run Length compactação de tonalidades de cinza.
- LZWand Flate compressão de textos e gráficos.

A efetividade dos mecanismos de compressão depende do arquivo inicial e do mecanismo utilizado e o fator de compressão varia dentre 2 e 10.

Independência das fontes: Gerenciar fontes é um desafio para toda troca de documentos. Em geral o gerador e o receptor devem ter o mesmo conjunto de fontes instalados no seus computadores. Caso contrário é iniciado um processo de substituição de fontes, que nem sempre produz resultados satisfatórios. O gerador pode enviar junto com o documento o conjunto de fontes utilizados, mas isto aumenta o tamanho do arquivo entre 10Kb e 50Kb por fonte enviada (espaço ocupado por uma fonte *True Type* do sistema Windows). O formato .PDF inclui um descritor de fontes para cada fonte utilizada no documento. Este descritor de fontes inclui o nome, informações de estilo e métricas da fonte. O tamanho destes descritores é de 1Kb a 2Kb por fonte.

Uma nova característica do produto é a possibilidade de incluir a técnica de assinatura digital dos documentos, fato este, muito importante na validação de informações, que muitas vezes tem conseqüências comerciais.

6.9.1.3 ESCOLHA

A escolha do formato .HTML, parece tentadora enquanto a sua universalidade: ampla disponibilidade de leitores deste formato (*browsers*) grande quantidade de programas geradores deste formato (a maioria dos programas processadores de texto, planilhas eletrônicas, etc. geram automaticamente arquivos no formato .HTML). Alguns programas gráficos, permitem a visualização de seus arquivos via plug-ins (não gratuitos), como por exemplo o WHIP da AutoDesk que permite a visualização de arquivos de desenho gerados no programa de CAD AutoCAD. O ponto

alto do formato .HTML é sua característica de multiplataforma, já que na atualidade existem *browsers* para todas os tipos de computadores (incluindo TVs e *videogames*). Os arquivos gerados são relativamente compactos, mas no caso de textos com formação complexas, o grande número de marcadores, fazem que o código não seja pequeno em relação ao arquivo original.

Alguns dos problemas do formato .HTML, para a sua aplicação em sistemas de informação de grandes projetos de engenharia são:

- a sua filosofia de criação foi para a visualização de "páginas", em princípio do tamanho de uma tela de computador, fato este que a faz inadequada para mostrar, por exemplo, um documento de 50 páginas.
- Não tem suporte à formatação. O que é mostrado na tela nem sempre aparece como os autores planejaram. Por motivos de brevidade, existe um compromisso entre as fontes usadas pelos autores e as disponíveis no computador do leitor.
- Não é "wysiwyg" (*what you see is what you get*) Depende da resolução do monitor do leitor, número de cores utilizadas etc.
- O código fonte do documento sempre fica disponível no leitor, podendo este utilizá-lo posteriormente.
- Não oferece muitas opções de segurança.

Em relação ao formato .PDF, este satisfaz às necessidades expressas acima, tendo como principal objeção o fato de ser um formato semi-aberto e proprietário (os sistemas que utilizam este formato devem exibir um logotipo do

produto). Também deve-se ressaltar que o formato .PDF pode ser exibido nos *browsers* normais através da instalação de um *plug-in* (*freeware*) adequado.

Portanto, a escolha do formato .PDF oferece as vantagens da facilidade de geração de documentos *junto* com a disponibilidade que os *browsers* .HTML oferecem.

6.10 PADRÃO DE INTERFACE

Da pesquisa realizada entre os engenheiros, os navegadores de Internet (*browsers*) são um dos programas mais utilizados e mais conhecidos pelos engenheiros. Parece lógico, então, tentar implementar o Sistema de Informação baseado nesta interface.

O licenciamento deste tipo de programas é gratuito.

6.11 VANTAGENS ESPERADAS DA IMPLANTAÇÃO DO SISTEMA

A implantação de um sistema de informação para o gerenciamento de informações em grandes projetos de engenharia baseados no modelo conceitual proposto acima oferece as seguintes vantagens:

6.11.1 ASPECTOS OPERACIONAIS

Melhora no processo de decisão: os usuários com acesso a mais e melhor informação pode realizar análises mais

profundas e tomar melhores decisões, com uma menor carga cognitiva.

Acesso remoto à Informação: os usuários poderão acessar os dados desde praticamente qualquer computador, no caso de reuniões fora da empresa.

Melhora do atendimento aos clientes: rapidez de resposta, através de um gerenciamento mais inteligente das informações.

Melhora a comunicação entre os membros da equipe: incentivo ao uso de comunicações eletrônicas, permite consultas *on-line* entre os membros da equipe.

6.11.2 ASPECTOS ECONÔMICOS

Uso de estações "cliente" de baixo custo: desde que a maioria dos dados está armazenado em servidores, e basicamente o sistema só rodará um *browser*, as estações clientes não serão necessariamente o *state-of-the-art*. Outro aspecto reside no fato da independência de plataforma, tanto de hardware quanto de software.

Uso de *web-browsers* padrões: *web-browsers* como o Netscape Navigator custam entre U\$S10,00 e U\$S50,00 por cópia (ou já estão incorporados no sistema operacional como é o caso do Internet Explorer da Microsoft). O custo de programas de consulta padrões começa em U\$S500,00 e vai até U\$S2.000,00 por cópia. Este fato é importante no cálculo dos custos de licenciamento de software.

Baixos custos de treinamento: ao utilizar *web-browsers* padrões como interface principal do programa, as necessidades de treinamento específico de pessoal são mínimas.

Baixos custos de comunicação: ao se utilizar a Intranet e Internet como principais mecanismos de comunicação, os custos de comunicação são reduzidos.

6.11.3 ASPECTOS TECNOLÓGICOS

Poucos problemas de incompatibilidade: o fato de utilizar *web-browsers*, como interface padrão também reduz os problemas de incompatibilidades que irremediavelmente apareceriam com software proprietários.

Não existe a necessidade de expandir as redes das empresas: conforme corroborado nas pesquisas a, maioria das empresas já possuem praticamente uma estação ligada à Internet por empregado.

Administração simplificada da Rede da empresa: nada muda em relação à administração da rede da empresa.

6.12 CONSIDERAÇÕES DA ARQUITETURA DE INFORMÁTICA

No sistema proposto, os servidores são de vital importância. Estes servidores serão servidores de páginas, servidores de bancos de dados e outros serviços de informática. São características desejadas tanto para o hardware quanto para o software as seguintes:

Performance: é crítica já que sistemas de informação devem manter um tempo de resposta aceitável mesmo suportando muitos usuários simultaneamente. Os fatores que determinam esta performance são: requisitos de dados, requisitos dos discos, complexidade das consultas, tempo de resposta aceitável, número máximo de usuários simultâneos, ciclos de atualização e de *back-up*.

Escalabilidade: é a possibilidade de adicionar progressivamente capacidade de processamento ao sistema. Podemos falar de dois tipos de escalabilidade: a de Hardware e a de Software. A escalabilidade de Hardware implica que o sistema esteja baseado numa família de produtos compatíveis. Em termos de software a escalabilidade está baseada em linhas de sistemas operacionais e RDBMS (relational database management systems) que permitam acompanhar os avanços do hardware.

Alta disponibilidade: implica na disponibilidade de ferramentas *on-line* de *back-up* e recuperação de dados

Segurança dos Dados: tanto física quanto ao acesso às informações por pessoas não autorizadas.

As maioria das empresas pesquisadas, já tem este tipo de arquitetura já implementada através de servidores RISC, sistemas operacionais multiusuário/multitarefa e redes locais.

6.13 HUMANIZAÇÃO DA INTERFACE

Além da utilização do formato *browser-like*, para humanizar a interface foram introduzidos agentes

inteligentes, no programa que guiam as operações dos usuários. Estes agentes podem ser desligados uma vez que os usuários ganham experiência. O pacote de agentes utilizado foi o Microsoft Agent 2.0 da Microsoft.

Microsoft Agent permite aos desenvolvedores de software, incorporar uma nova forma de interação com os usuários, conhecida como "interface conversacional", tenta imitar alguns dos aspectos da comunicação humana. Os caracteres interagem com os usuários a través de mecanismos de reconhecimento de fala e voz sintetizada (com um ligeiro sotaque) e/ou através de um balão de *gibi*.

A interface conversacional proposta pelo Microsoft Agent não substitui a interface gráfica tradicional do Windows e simplesmente adiciona a estas outras facilidades, que podem ser desabilitadas dependendo da vontade do usuário.

O sistema de agentes é distribuído na forma de controles ActiveX, que facilitam sua incorporação deste mecanismo em linguagens de programação que suportam esta interface.

Foram introduzidos dois caracteres de agentes diferentes:

- Merlin(o mágico): que aparece em questões que requerem alguma atividade mental/ intelectual do usuário, por exemplo durante a procura de documentos, erros nas entrada de dados etc. O aparecimento de Merlin, implica em alguma ação a ser tomada pelo usuário.
- Peedy(o papagaio): que aparece somente para a confirmação de comandos (situações mais amenas). O aparecimento de Peedy indica o fluxo normal do programa.

A figura 6.4 mostra os caracteres Merlin e Peedy utilizados no sistema.

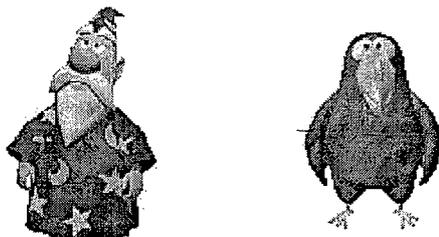


Figura 6.4: Caracteres usados no programa:
Merlin (d) e Peedy (e)

Foram realizadas experiências introduzindo comando por voz, suportada pelo próprio sistema de agentes, no programa, mais a idéia foi descartada por ter os programas que funcionar num ambiente de escritório.

6.14 O MODELO DEMOSTRAÇÃO

O modelo de demonstração foi dividido em duas partes:

Catalogador: cuja função é a de catalogar os documentos, definindo para cada documento projeto, palavras chave, áreas de projeto, pessoa emitente, datas, servidor onde o documento está localizado, localização do documento no servidor, etc. Uma vez catalogado, a informação do documento passa para um banco de dados que vai a ser lido pelos programas clientes.

Cliente: é o módulo que será utilizado efetivamente pelos engenheiros. Fornece basicamente uma interface padrão WEB, que permite uma procura de documentos por determinadas características. Os resultados das pesquisas aparecem ordenados baseados numa técnica de *scoring* mostrando primeiro os documentos que mais se aproximam à pesquisa.

Ambos módulos foram desenvolvidos na linguagem Visual Basic 5.0 da Microsoft. Esta linguagem foi escolhida, pelo seguintes motivos:

- ser fácil de utilizar;
- ser orientada a objetos;
- apresentar uma interface padrão Windows;
- permitir a utilização da metodologia Active X;

6.14.1 O MECANISMO DE PROCURA E APRESENTAÇÃO DA INFORMAÇÃO

Uma das características principais de um mecanismo para auxiliar na resolução de problemas mal estruturados (apresentados em 3.5.1) e em sistemas ERDS (5.4) são:

- filtrar a informação relevante,
- classificá-la em ordem crescente de relevância (hierarquia) e
- aproveitar o conhecimento subconsciente e cognitivo da pessoa que requer a informação.

Um fator complicador no caso de grandes projetos de engenharia é o grande volume de informação disponível nestes casos.

Os mecanismos de procura na Internet, atacam em parte o problema de procura, recuperação e apresentação de grandes volume de informação. Dentre é possível destacar (Chen et al[6.4]):

- SuperBook [6.5] que agrupa os resultados das pesquisas em capítulos e seções para melhorar o acesso a informação,
- WebTOC [6.6] que ordena hierarquicamente os conteúdos segundo uma tabela de conteúdo (TOC). Este mecanismo é usado em grandes sites de procura como o YAHOO.
- WebGlimpse [6.7] que fornece mecanismos de varredura e indexação de automática do conteúdo de determinados sites.
- Cha-Cha [6.4] que limita a varredura a Intranets, e armazena localmente um espelho das informações desta Intranet. Os resultados são classificados conforme a "distância" em links entre as páginas.
- O Clever project [6.8] usa a idéia de *clustering* de informações, detectando os sites, mais relevantes sobre um determinado assunto.

No caso particular de grandes projetos de engenharia temos as seguintes considerações:

- Processo de procura e recuperação: a idéia apresentada no Clever Project aparece como a mais viável, já que a formação de clusters é natural, neste tipo de aplicação, pela existência de especialistas (empresas especializadas em fabricar determinado tipo de equipamentos ou prestar determinados serviços).
- Processo de apresentação: foi utilizada uma técnica de *scoring*, para a apresentação os resultados da pesquisa. Esta pontuação leva em consideração o número de acertos da pesquisa, a ordem com que os elementos da pesquisa são ingressados (fator subconsciente e cognitivo) e a data do documento.

6.14.2 O MECANISMO DE BANCO DE DADOS

Foi realizado através de bibliotecas da CodeBasic, que permitem um rápido acesso a bancos de dados de diferentes tecnologias: X-base, cliente-servidor, etc. Esta escolha foi realizada, já pensando na migração de um sistema só Windows para um sistema cliente-servidor aberto (Java-Linux-Oracle).

A tecnologia Active X permitiu a incorporação do próprio programa, o *browser* Internet Explorer e o Adobe Acrobat reader (leitor de formatos .PDF).

As figuras 6.5 até 6.11 mostram diferentes aspectos da interface do programa catalogador (que também pode realizar as pesquisas).

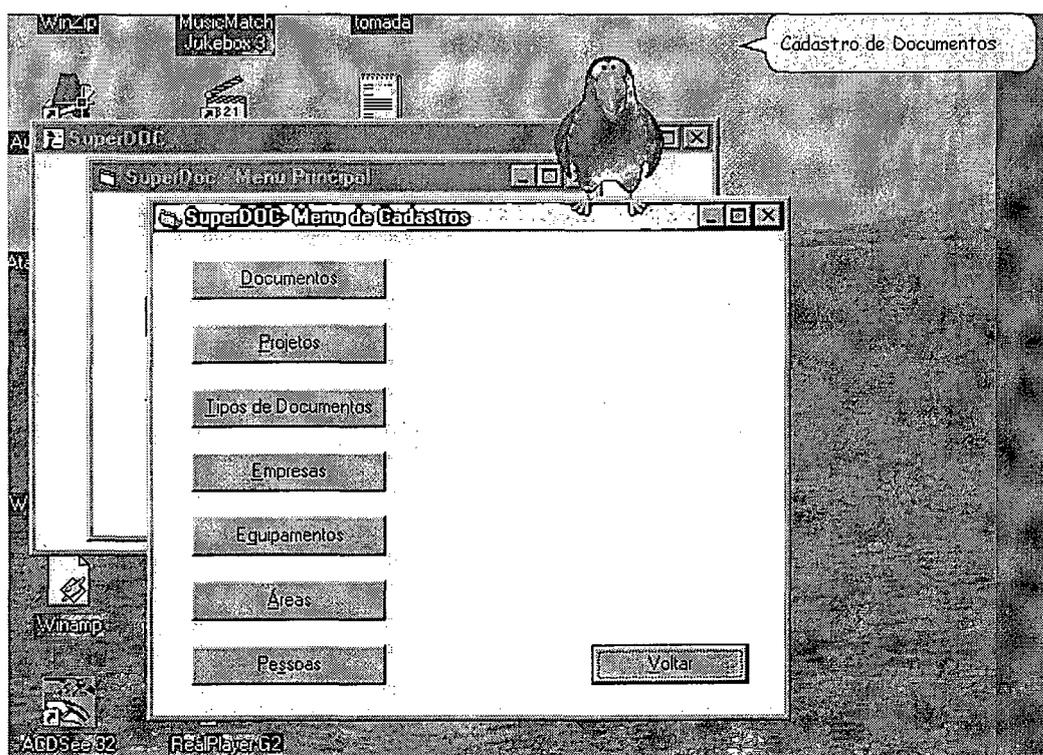


Figura 6.5: Peddy confirma que foi clicado o botão de cadastro de documentos

SuperDOC - Documentos

Nro. Empresa Emitente: Responsavel Emitente:

Data: Área: Equipamento:

Projeto Responsavel Interno:

Tipo:

Titulo:

Respondida:

Palavras Chave

Arquivo:

c: [C-LUIS]

C:\

- superdoc
- agente
- documentos
- public_html

acad.err
acadstk.dmp
addarea.frm
addempr.frm
addequi.frm
address.frm
AREA.DBF
AREA.NTX

Figura 6.6: Tela de cadastro de documentos

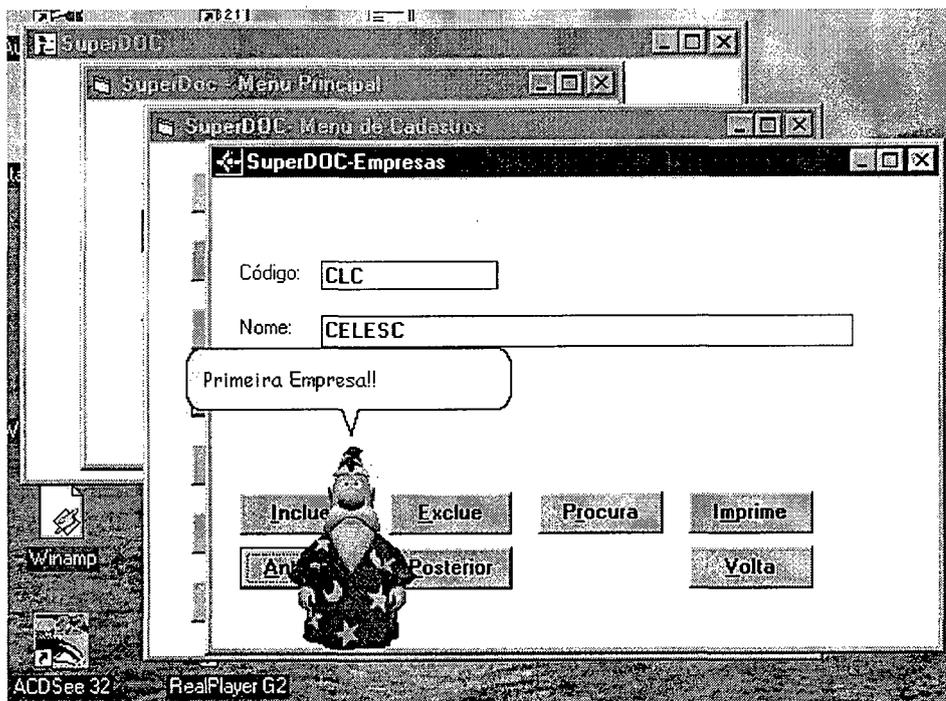


Figura 6.7: Merlin informa que se tentou ler um registro anterior ao primeiro registro do banco de dados

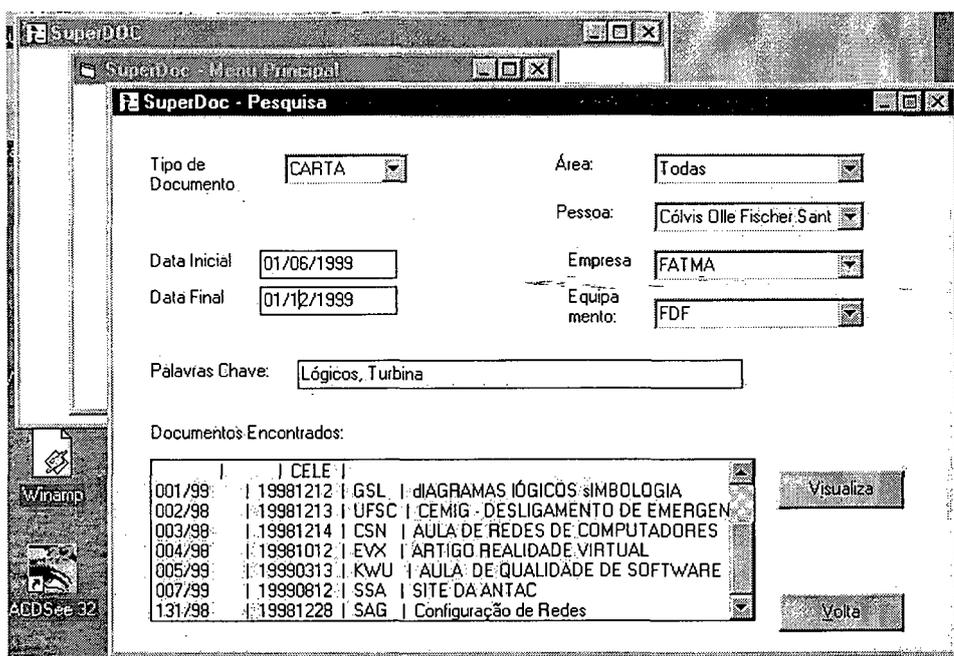


Figura 6.8: Tela de procura de documentos

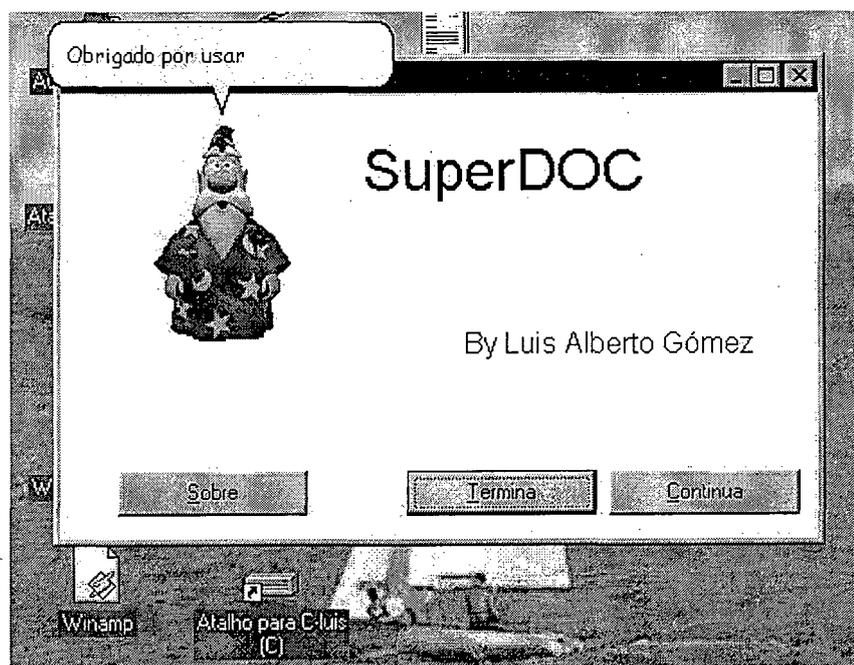


Figura 6.9: Tela de entrada/saída do sistema

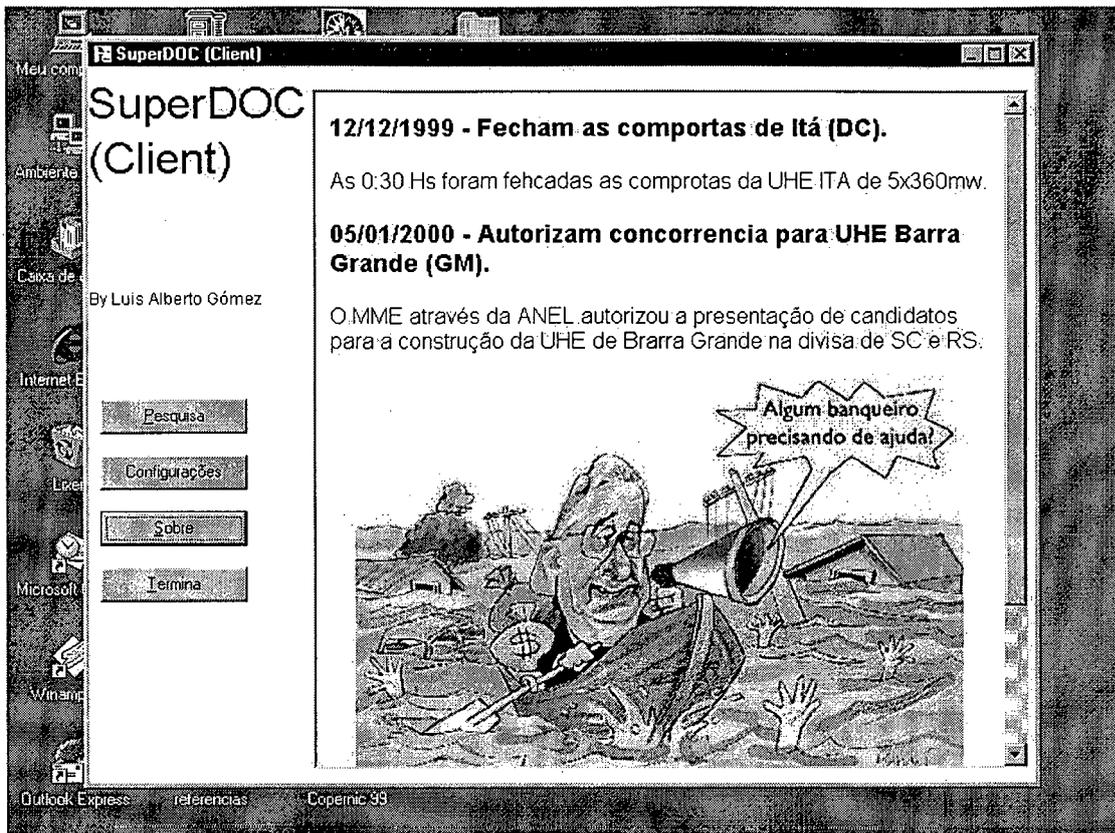


Figura 6.10: Tela de entrada do programa cliente

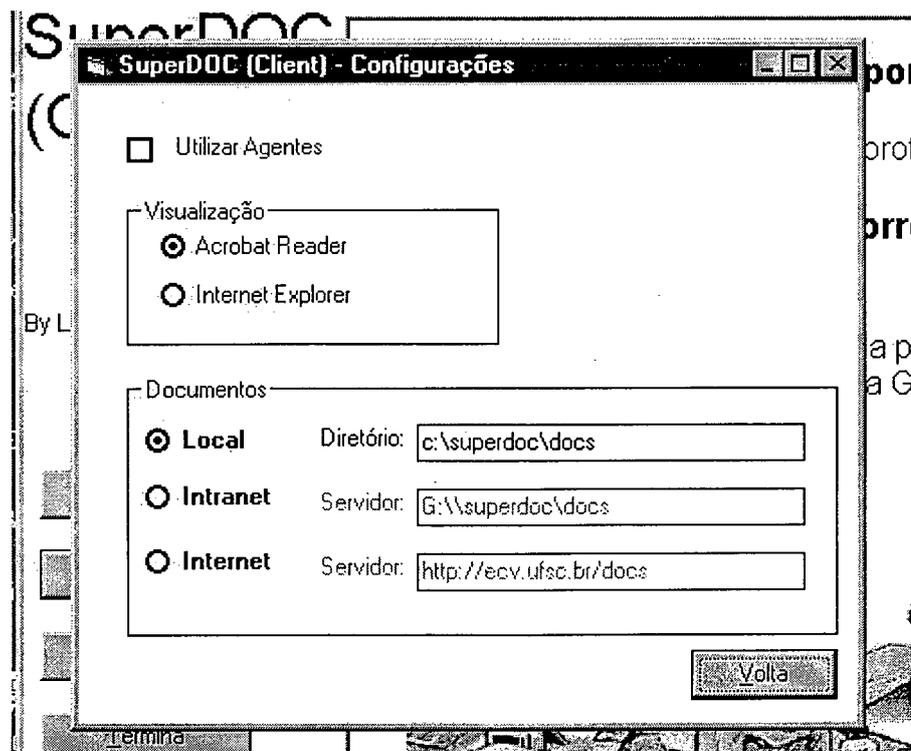


Figura 6.11: Tela de configuração do programa cliente

6.15 PROPOSTA DE METODOLOGIA DE DESENVOLVIMENTO

Para o desenvolvimento e implantação de sistemas de informação como o proposto, se sugerem os seguintes passos:

1. Estudo dos requisitos de informação no processo que será automatizado. Devem ser analisadas questões de volume de informação, formato dos documentos, acessibilidade, segurança, privacidade etc.
2. Levantamento das necessidades de informação dos usuários a nível cognitivo: necessidade de amplitude ou de profundidade?
3. Levantamento da capacidade em informática dos usuários: Através de questionários deve-se avaliar se os usuários tem a capacidade de lidar com o sistema de informação a ser implantado. Caso contrario deve-se analisar a possibilidade de se criar esta capacidade em informática.
4. Consideração das mudanças (positivas e negativas) que serão introduzidas pela implantação do novo sistema.
5. Levantamento da capacidade tecnológica da empresa para determinar se a infra-estrutura existente é capaz de suportar o novo sistema.
6. Determinação dos requisitos de software, para o efetivo desenvolvimento do sistema.
7. Elaboração de um protótipo.
8. Avaliação do desempenho do protótipo a nível ergonômico (cognitivo) e funcional.
9. Implantação do produto final.

7 CONCLUSÕES DO TRABALHO DE TESE

Neste capítulo são apresentadas as respostas às hipóteses. Por problemas operacionais, o programa não foi instalado para gerenciar as atividades da UHE Machadinho, mas foi instalado, com pequenas alterações, numa empresa de engenharia especialista em cálculo de estruturas. O grau de complexidade na nova situação foi menor ao previsto para Machadinho. A implantação deste sistema é simples, porém o carregamento inicial dos documentos é trabalhosa, já que muitos dos documentos deverão ser escaneados e outros convertidos no formato .PDF. A implantação foi realizada com os documentos mais recentes (gerados ou recebidos no mês anterior) para posteriormente ir aumentando o acervo digitalizado. Uma vez o sistema implantado a sua manutenção é simples, já que somente devem ir sendo incluídos novos documentos recebidos ou gerados.

7.1 HIPÓTESE PRINCIPAL

A hipótese principal levantada no capítulo 2 foi corroboradas através de entrevistas onde basicamente se questionavam os tempos de procura de informação e a facilidade de se achar um determinado documento. Também foi mencionado o fato da menor necessidade de deslocamentos entre os postos de trabalho e os arquivos físicos.

7.2 HIPÓTESES SUBJACENTES

As hipóteses subjacentes também foram corroboradas:

- O sistema de informações foi desenvolvido a partir de uma análise ergonômica ao nível cognitivo do trabalho do Engenheiro dentro de um grande projeto em conjunto com os métodos tradicionais de levantamento dos requisitos de software.
- A metodologia de desenvolvimento do sistema de informação pode ser estendida para mais de uma organização/projeto (de fato foi implantado numa empresa diferente de aquela para a qual foi desenhado).
- O sistema de informação deve permitir, segundo estimativas preliminares, uma redução significativa nos custos e tempos do projeto, aumento da qualidade de projeto e maior satisfação dos usuários.

7.4 FUTUROS DESENVOLVIMENTOS

7.4.1 Programa: o programa cliente será desenvolvido na linguagem JAVA, fato que permitirá uma maior portabilidade e independência total de plataforma e sistema operacional. Este fato é importante, já que devido ao alto custo das licenças muitas empresas estão migrando para sistemas operacionais mais baratos ou que não requerem licenciamento (ex. Linux ou Free BSD)

7.4.2 Áreas de aplicação: será estudada a aplicação de bancos de dados baseados em imagens de documentos em outras áreas, particularmente na área médica onde existe necessidade de manuseio de grande quantidade de informações, de formatos diferentes (análises, prontuários, exames radiológicos e por ondas (ultra-sons,

tomografias etc.), histórias clínicas etc. que devem estar disponíveis aos profissionais.

7.4.3 Bancos de Dados: serão implementados bancos de dados distribuídos, permitindo a consulta remota, utilizando os recursos disponibilizados pela linguagem XML (Bosak (1999) [7.1]) (*Extensive Markup Language*).

7.4.3 Similaridade: serão implementados mecanismos que avaliem a similaridade entre projetos de engenharia.

REFERÊNCIAS

- 3.1. BENITO, G.A.V., Sistema de Informação de Apoio à Organização do Trabalho na Enfermagem: Uma abordagem Ergonômica, Proposta de Tese de Exame de Qualificação. Florianópolis, UFSC, 1998, Curso de Pós-graduação em Engenharia de Produção. UFSC.
- 3.2. BENITO, G.A.V., Análise de exigências cognitivas das atividades do trabalhador de enfermagem, Dissertação de Mestrado. Florianópolis, UFSC, 1994, Curso de Pós-Graduação em Enfermagem. UFSC.
- 3.3. PAYNE, J., Contingent decision behavior, Psychological Bulletin 92(2) 1982.
- 3.4. MARSHALL, T. BYRD, T., Perceived task complexity as a criterion for information support, Information and Management 34 (1982) pp 251-263.
- 3.5. BAKER, J. SIRCAR, S. SCHKADE, L., Complex document Search for decision making, Information and Management 34 (1998) pp 243-250.
- 4.1. PROJECT MANAGEMENT INSTITUTE, Guide to the project management body of knowledge, PMI Publishing Division, North Carolina, USA, 1996
- 4.2. ADAMS, S., O Principio de Dilbert, Ed. Ediouro, Rio de Janeiro, 1997.
- 4.3. HIRSH, J., Planejamento Utilizando PERT-CPM, Ed. Ediouro, Rio de Janeiro, 1985.
- 4.4. SUBRAMANIAN, A. et al., Strategic Planning for a Data Warehousing, Information and Management 33 (1997), pp 99-113.
- 5.1. SIPIOR, J., WARD, B., RAINONE, S., Etical Management of employee E-mail Privacy, Information Systems and Mangement, winter 1998.
- 5.2. THE APPLIED TECNOLOGIES GROUP, Using Java computing for web enabled Data Warehousing, ATG, 1999.

- 5.3 SCHAFFER, E. SORFLATEN, J. "Screen Writing: Brevity the Soul of Wit". Human Factors International INC. [ON LINE]. [Cited 10-01-1999]. Available from <<http://www.humanfactor.com/xjornal/writing.htm>>
- 5.4 BAILEY, J. PEARSON, S. "Development of a tool for measuring and analyzing computer user satisfaction" Management Science 29 - 1983 pp.530-545.
- 5.3 FISHBEIN, M. AJZEN, I. "Belief, Atitude, Intention and behaviour. An introduction to theory and research" Addison-Wesley, Massachusetts - 1984.
- 5.4 ANDERSON, N. "Foundation of Informantion integration" Academic Press, New York - 1981.
- 5.5 SETHI, V. KING, R. "An application of the cusp catastrophe model to user information satisfaction" Information & Management 34 - 1988 pp.41-53.
- 5.6 ZEEMAN, E. "Catastrofe Theory" Scientific American 234 - 1976 pp.65-83.
- 5.7 JOSHI, K., LAUER, T., Impact of Information Tecnology on User's Work Enviroment: A Case of Computer aided Design (CAD) System Implementation, Information and Management 34 (1998), pp 349-360.
- 5.8 MUNRO, M.C., HUFF, S.L., MARCOLIN, B.L., COMPEAU, D.R., Understanding and measuring user competence, Information and Management, 33(1997) 45-57.
- 5.9 CROOK, C. KUMAR, R., Electronic Data Interchange a multi-industry investigation using grounded theory, Information & Management 34 - 1988 pp.75-89.
- 5.10 MASSETTI, B., ZMUD, R., Measuring the extent of EDI in complex organizations: Strategies and ilustrative examples, MIS Quarterly, 20 (3), 1996 pp. 309-340.
- 5.11 INMON, H., Como construir Data Warehouse, Editora Campus, São Paulo.

- 5.12 OLIVEIRA, J. ,Data Warehouse: Conceitos e Soluções, Editora Advanced, São Paulo.
- 5.13 BRACKETT, M., The data ware house challenge, Willey, New York, 1996.
- 5.14 WOOLDRIDGE, M., Intelligent Agents: Theory and Practice, [ON LINE].[Cited 10-06-1998]. Available from <<http://www.doc.mmu.ac.uk/STAFF/mike/ker95-html.html>>
- 5.15 EMBRECHTS, M., Neural Networks for Data Mining, Intelligent Engineering Systems Trough Artificial Neural Networks, ANNIE, vol.7, Missouri, 1997.
- 5.16 INTERNATIONAL BUSSINESS MACHINES, IBM's Data Mining Technology - White Paper, IBM Corporation, 1996.
- 5.17 BACKER, J. SIRCAR, S. SCHKADE, L., Complex document search for decision making, Information and Management 34 (1998) pp 243-250.
- 5.18 NATIONAL CASH REGISTER Corporation, Data Warehousing: clearing the confusion, NCR Corp., 1998.
- 5.19 INTERNATIONAL BUSSINES MACHINES, Data Warehousing - White paper, IBM Corp. (1998).
- 5.20 HEILMAN, K. KIHANDA, D. LIGHT, A. MUSEMBWA, P., Intelligent Agents: A technology and bussines application analysis, [ON LINE].[Cited 10-06-1998]. Available from <<http://www.mines.unancy.fr/~gueniffe/CourseMN/I31/heilman/heilman.html>>
- 5.21 INTERNATIONAL BUSSINES MACHINES, Java Aglet Application Programming Interface (J-AAPI) White Paper, ON LINE].[Cited 10-01-2000]. Available from <<http://www.trl.ibm.co.jp/aglets/about.html>>
- 6.1 ELETROSUL, UHE Machadinho-Adequação do Projeto Básico, 1997
- 6.2. Adobe System, Portable Document Format Reference Manual - Versão 1.3, 1999
- 6.3 Yourdon, E, Analise Estuturada de Sistemas, Editora Campus, Rio de Janeiro.

- 6.4 CHEN, M., HEARST, M., HONG, J., LIN, J., Cha-cha: a system for organizing Intranet search results, ON LINE <<http://cha-cha.berkeley.edu>> acessado em 10/01/2000.
- 6.5 EGAN, D., REMDE, J., LANDAUER, T., LOCHBAUM, C., GOMEZ, L., Behavioral evaluation and analysis of a hypertext browser. Proceedings of the ACM SIGCHI Conference on Human Factors in Computing Systems, pp 205-210, 1989.
- 6.6 NATION, A., Visualizing websites using a hierarchical table of contents browser: Webtoc, Proceedings of the Third Conference on Human Factors and the Web, 1997.
- 6.7 MANBER, U., SMITH, M., GOPAL, B., WebGlimpse - combining browsing and searching, Proceedings of 1997 Usenix Technical Conference, 1997.
- 6.8 CHAKRABARTI, S., DOM, B., KUMAR, R. RAGHAVAN, P., RAJAGOPALAN, TOMKINS, A., Hyperseraching the WEB, Scientific American, Junho, 1999.
- 7.1 Bosak, J., Bray, T., XML and the Second-Generation Web, Scientific American, may 1999.

ANEXO I**PESQUISA ENGENHEIROS****1. Tempo de Uso de Computador**

- 0-1 ano
- 1-3 anos
- 1.3. 3-5 anos
- 1.4. 5-10 anos
- 1.5. mais de 10 anos

Marcar onde corresponde

2. Usa Internet no trabalho

- 2.1. Browser
- 2.2. E-,mail
- 2.3. FTP
- 2.4. Mensagens instantâneas (ICQ)

Marcar onde corresponde

3. Tipos de Programa que Usa

- 3.1. Processador de Texto
- 3.2. Planilha Eletrônica
- 3.3. Navegadores de Internet
- 3.4.. Programas de CAD
- 3.5. Gerenciadores de Projetos
- 3.6. Cálculo
- 3.7 Programas Customizados

Habilidade (0-5):

- 0- Desconhece
- 5- Domina

4. Grau de formação

- 4.1 Engenharia
- 4.2 Especializacao
- 4.3 Mestrado Incompleto
- 4.4 Mestrado
- 4.5 Doutorado Incompleto
- 4.6 Doutorado
- 4.7 Especialização

Marcar onde corresponde

5. Idade

- 5.1 de 20 a 30 anos
- 5.2 de 31 a 40 anos
- 5.3 de 41 a 50 anos
- 5.4 de 51 a 60 anos
- 5.5 de 60 a 70 anos
- 5.6 Mais de 71 anos

Marcar onde corresponde

6. Tipo de Informação manuseada

- 6.1 Desenhos
- 6.2 Contratos
- 6.3 Catálogos
- 6.4 Especificações

Marcar onde corresponde

7. Outras

- 7.1. Problemas psicológicos em relação aos computadores: pânico, angustia, ansiedade, stress etc.
- 7.2. Tempo gasto, na recuperação da Informação

(SIM/NÃO)

(0-5)
0 pouco até 3 min
5 muito > 30min

--

8. Dificuldade das Atividades

- 8.1. Solução de problemas na sua área
- 8.2. Tomadas de decisões
- 8.3. Resposta a correspondência
- 8.4. Análise de soluções técnicas
- 8.5. Preparação de relatórios e "dossiers"

(0-5)
0 muito fácil
5 muito difícil

ANEXO II**PESQUISA EMPRESAS****1. Número total de Colaboradores**

- 1.1. Empregados
1.2. Terceirizados

2. Informática

- 2.1. Número de Computadores
2.2. Rede Local
2.3. Nro de pontos
2.4. Servidor (Hardware/Software)
2.5. Conexão Internet direta

(SIM/NÃO)

(SIM/NÃO)

2.6. Sistemas de Arquivos

- 3.1. Papel
3.2. Informática
3.3. Programas Gerenciadores de
informação

(SIM/NÃO)

(SIM/NÃO)

(SIM/NÃO)

4. ISO 9000

- 4.1. Possui
4.2. Em processo de Certificação
4.3. Planeja Certificação

(SIM/NÃO)

(SIM/NÃO)

(SIM/NÃO)

5. TIPO DE ORGANIZAÇÃO

- 5.1 Matricial
5.2 Mista
5.3 Linear

(SIM/NÃO)

(SIM/NÃO)

(SIM/NÃO)

ANEXO III

AIII.1 CASO DE ESTUDO PROPOSTO

Está sendo proposto como objeto deste estudo de caso, o projeto de engenharia da UHE de Machadinho 3x 380MW, do Consórcio MAESA, que consta da participação acionária de várias empresas. A participação acionária de cada uma delas (ELETROSUL (1997)[6.1]) é mostrada na tabela AIII.1.

Tabela AIII.1: Participação Acionária do Consorcio MAESA
Fonte: ELETROSUL, UHE Machadinho-Adequação do Projeto Básico, 1997

Empresa	Participação [%]
Alcoa Alumínio S.A.	19,72
ELETROSUL (GERASUL)	16,94
CELESC	12,16
Companhia Brasileira de Alumínio	9,04
Votorantin	7,88
Cia de Cimento Portland Rio Branco	7,88
Valesul Alumínio SA	7,28
CEEE	4,86
Camargo Correia Industrial	4,63
COPEL	4,31
Inepar SA	2,89
Departamento Municipal de Eletricidade	2,40

A usina foi concebida com 1.140MW de potência instalada, localizada no rio Pelotas e aproveitará o desnível entre o lago da UHE Itá no rio Uruguai (em construção) a jusante e outros aproveitamentos hidroelétricos a montante do rio Pelotas.

A usina será operada pela empresa Centrais Geradoras do Sul do Brasil (GERASUL que pertence ao grupo belga Tractebel). A empresa de engenharia Coyne et Bellier também do grupo Tractebel gerencia tecnicamente o projeto. A equipe da Coyne et Bellier que realiza esta tarefa está sediada em Florinópolis-SC. A equipe de engenharia é própria (não terceirizada).

A função de empresa de engenharia está sendo realizada pelo CNEC Consórcio Nacional de Engenheiros Consultores que é uma empresa do grupo Camargo Correia. O CNEC está sediado na cidade de São Paulo-SP. O CNEC tem equipe própria e terceirizada para realizar esta tarefa.

Do lado dos fornecedores tem-se empresas nacionais e multinacionais, as quais fornecem materiais fabricados no país e no exterior, e a engenharia dos mesmos. Dentro dos fornecedores dos equipamentos principais, pode-se mencionar:

Tabela AIII.2: Tabela de Fornecedores da UHE-Machadinho
Fonte: GERASUL, 1999

Equipamento	Fornecedor
Turbina	Voith
Gerador	Siemens SA
Subestação	Alston
Auxiliares elétricos	ABB
Transformador Elevador	Ansaldo
Sistema de Controle SCSD	ABB

Nenhum dos participantes atua com exclusividade neste projeto sendo que as mesmas equipes são utilizadas para outros projetos das suas respectivas empresas (não necessariamente nas áreas de engenharia). A organização da maioria das empresas participantes é matricial.

Os estudos de viabilidade do aproveitamento hidroelétrico da UHE Machadinho foram iniciados com a realização do inventário da bacia do rio Uruguai, pelo Comitê de Estudos Energéticos da Região Sul (ENERSUL) em 1966. Um Novo inventário foi realizado pela ELETROSUL em 1977. Em 1979 a ELETROSUL solicita ao DNAEE autorização para a realização de Estudo de Viabilidade da UHE Machadinho. Estes estudos de viabilidade foram aprovados

em 1981 e em janeiro de 1982, a ELETROSUL recebe a Concessão para o aproveitamento de energia hidráulica do rio Pelotas em Machadinho. O "Memorial Descritivo do Projeto Básico" foi aprovado em 1986 pelo DNAEE. Nesta data foi fixada a data de início de operação comercial da Usina em 30 de Setembro de 1993. Algumas mudanças no projeto básico foram introduzidas em função de alterações no perfil hidrológico causadas por chuvas excepcionais em 1986-1987. Em 1995 foi aprovado o "Plano Efetivo de Construção". Em 1996 foi lançado o Edital de Licitação baseado nas leis 8.666 e 9.074 (que regulamentam as licitações públicas).

AIII.2 CARACTERÍSTICAS BÁSICAS

As principais características físicas do aproveitamento de Machadinho, conforme definidas no Projeto Básico (com as alterações sofridas no decorrer do tempo) são as mostradas na tabela AIII.3.

Tabela AIII.3: Características Técnicas da UHE Machadinho

Fonte: ELETROSUL, UHE Machadinho-Adequação do Projeto Básico, 1997

Dados Gerais		
Área de Drenagem	32.500	km ²
Vazão média do Rio Pelotas	738	m ³ /s
Vazão máxima (média diária)	19.642	m ³ /s
Vazão mínima (média diária)	22	m ³ /s
Nível máximo normal a montante	480,00	m
Nível mínimo normal a jusante	373,40	m
Volume útil do reservatório	3,339x10 ⁹	m ³
Área total reservatório	79,0	km ²
Área inundada reservatório	56,7	km ²
Queda de projeto	101,00	m
Queda Nominal	97,00	m
Potência instalada	1.140 (3x380)	MW
Energia Firme	506	MW
Geração Anual Média	4.433	GWh

. As figuras AIII.1, AIII.2 e AIII.3 mostram características gerais do empreendimento

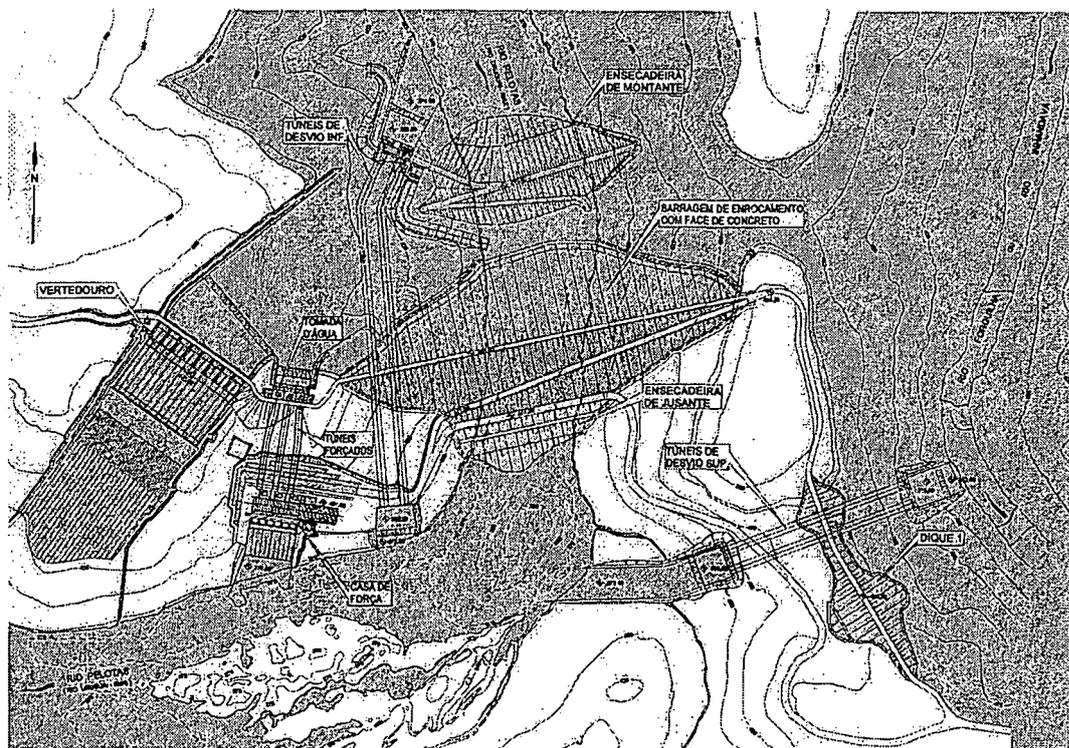


Figura AIII.1: Arranjo geral da Usina

Fonte: GERASUL, 1999

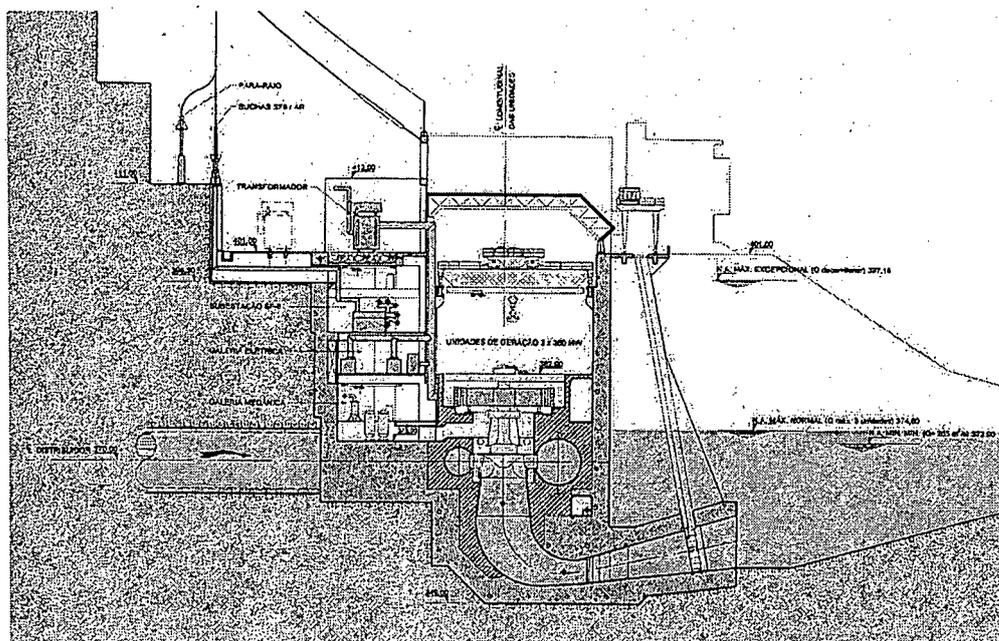


Figura AIII.2: Corte da casa de máquinas
 Fonte: GERASUL, 1999

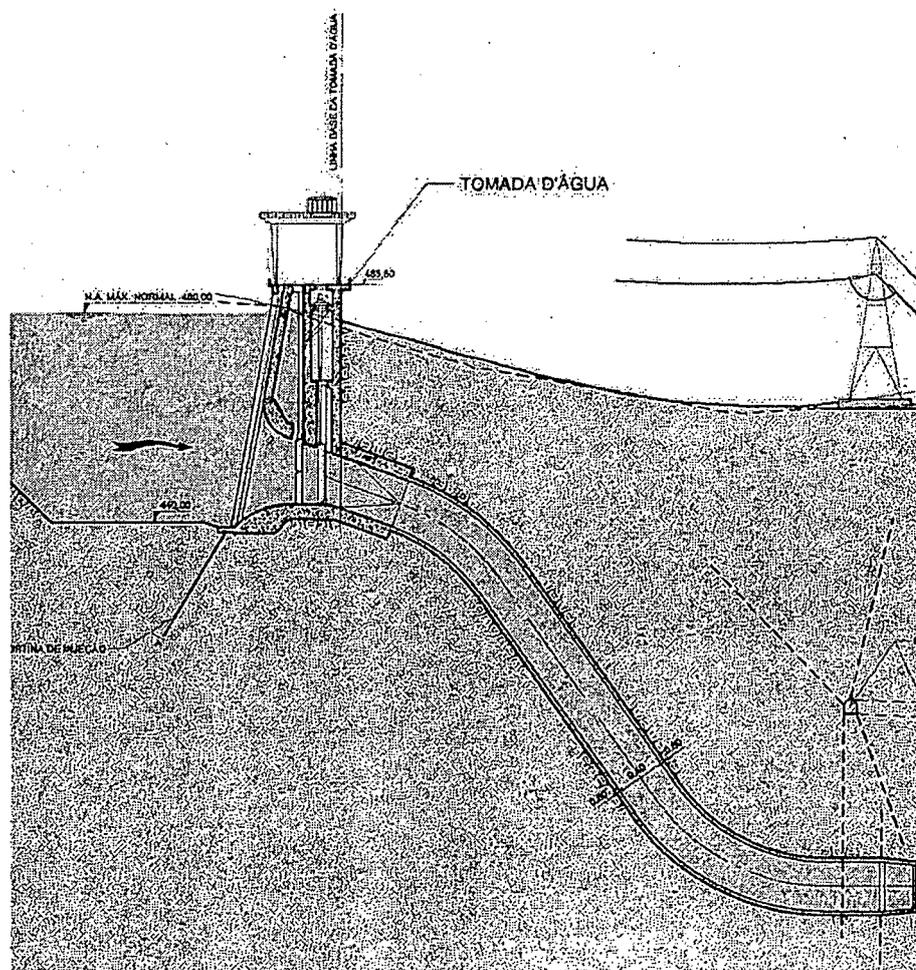


Figura AIII.3: Corte da área de tomada d'água
 Fonte: GERASUL, 1999

ANEXO IV**AIV.1 DIAGRAMAS DE FLUXO DE DADOS****AIV.1.1 DEFINIÇÃO**

O Diagrama de fluxo de dados (DFD) é uma ferramenta simples, lógica, gráfica e hierárquica de modelagem que permite imaginar um sistema como uma rede de processos funcionais, interligados por "dutos" e "tanques de armazenamento" de dados.

AIV.1.2 SIMBOLOGIA

O DFD utiliza apenas 4 símbolos gráficos para representar quaisquer processo computacional:

- O PROCESSO: o primeiro componente de um DFD é conhecido como processo. O processo mostra uma parte do sistema, a que transforma entradas em saídas - isto é, mostra como uma ou mais entradas são convertidas em saídas. O processo é representado graficamente por um círculo, como se vê na figura AIV.1

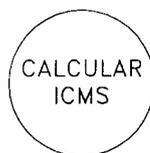


Figura AIV.1 Um exemplo de processo

- O FLUXO: um fluxo é graficamente representado por uma seta que entra ou sai de um processo; a figura AIV.2 apresenta um exemplo de fluxo. O fluxo é utilizado para mostrar o movimento de fragmentos ou de pacotes de informações de um ponto a outro do sistema. Desse modo, o fluxo representa dados

em movimento, enquanto os depósitos (descritos mais adiante) representam dados em repouso.



CONSULTA
DE CLIENTE

Figura AIV.2: Um exemplo de fluxo

- O DEPÓSITO: O depósito é utilizado para se modelar uma coleção de pacotes de dados em repouso.



PEDIDOS

Figura AIV.3 Um exemplo de depósito

- O TERMINADOR: O componente seguinte do DFD é o terminador, ele é graficamente representado por um retângulo, como mostrado na figura AIV.4. terminadores representam entidades externas com as quais o sistema se comunica. Tipicamente, o terminador é uma pessoa ou um grupo de pessoas, por exemplo, uma organização externa ou uma empresa do governo ou um grupo ou setor que esteja *dentro* da mesma companhia ou organização, mas fora do controle do sistema que está sendo modelado.



DEPARTAMENTO
CONTABILIDADE

Figura AIV.4 Um exemplo de terminador

AIV.1.3 DFDS PROGRAMA CATALOGADOR

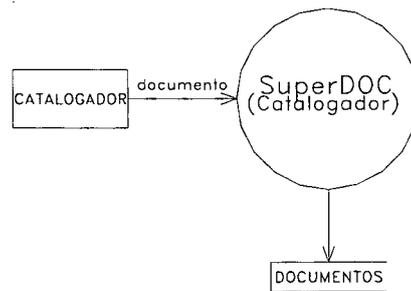


Figura AIV.5: DFD nível 1 do Programa Catalogador

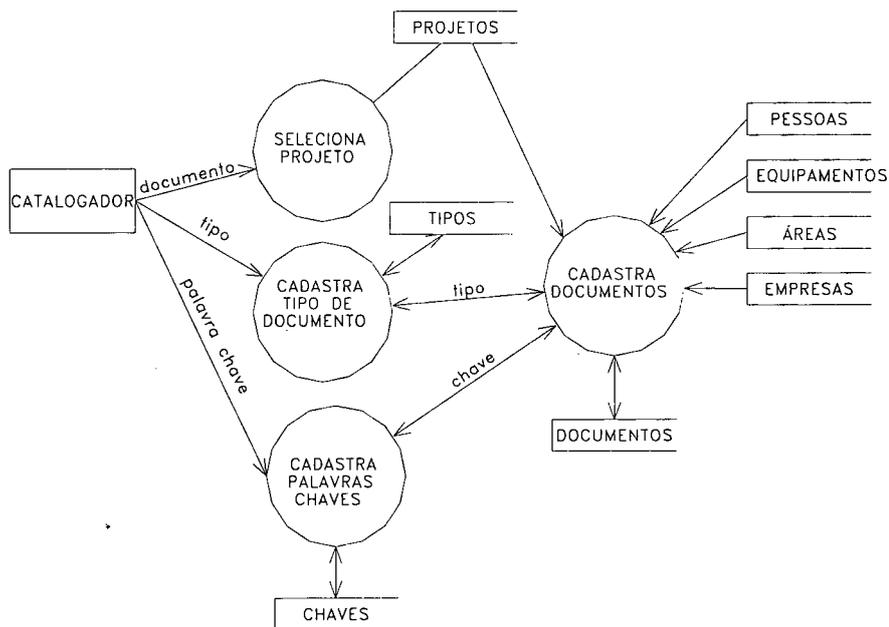


Figura AIV.6: DFD nível 2 do Programa Catalogador

AIV.1.4 DFDS PROGRAMA CLIENTE

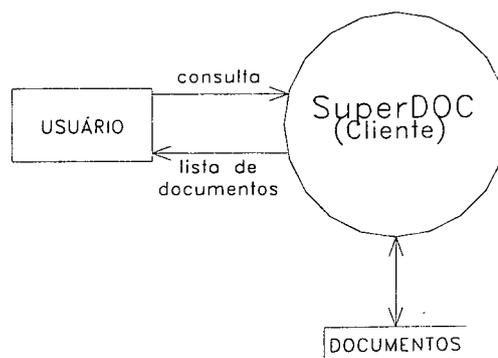


Figura AIV.7: DFD nível 1 do Programa Cliente

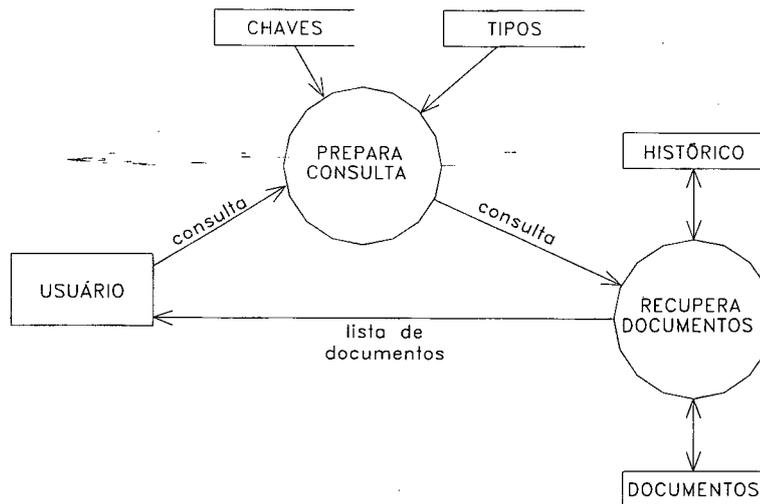


Figura AIV.8: DFD nível 2 do Programa Cliente

AIV.2 DICIONÁRIO DE DADOS

AIV.2.1 DEFINIÇÃO

O dicionário de dados é uma listagem organizada de todos os elementos de dados pertinentes a um sistema, com definições precisas e rigorosas para que o usuário e o analista de sistemas possam conhecer todas as entradas, saídas, componentes de depósitos e cálculos intermediários. O dicionário de dados define os elementos de dados da seguinte maneira:

- Descrevendo o significado dos fluxos e depósitos mostrados nos diagramas de fluxo de dados.
- Descrevendo a composição de pacotes agregados de dados que se movimentam pelos fluxos, isto é, pacotes complexos (como o endereço de um cliente) que podem ser divididos em itens mais elementares (como cidade, estado e código postal).
- Descrevendo a composição dos pacotes de dados nos depósitos.

- Especificando os relevantes valores e unidades de partes elementares de informações dos fluxos de dados e depósito de dados.

AIV.2.2 NOTAÇÃO DE DICIONÁRIO DE DADOS

Existem muitos esquemas de notação comuns usadas pelos analistas de sistemas. O que está mostrado a seguir está entre os -mais comuns, e usa alguns símbolos simples

= *é composto de*
 + *e*
 () *opcional (pode estar presente ou ausente)*
 { } *iteração*
 [] *escolha uma das opções alternativas*
 ** *comentário*
 @ *identificador (campo chave) de um depósito*
 | *separa opções alternativas na construção []*

AIV.2.3 DICIONÁRIO DE DADOS SIMPLIFICADO DOS PROGRAMAS CLIENTE E CATALOGADOR

DOCUMENTOS = NÚMERO@ + PROJETO + DATA + TIPO + IMGAGEM + {CHAVE}

PROJETO = {PESSOA} + {EQUIPAMENTO} + {ÁREA} + {EMPRESA}

PESSOA = NOME_PESSOA@ + ENDREÇO + E-MAIL + TELEFONE

EQUIPAMENTO = NOME_EQUIPAMENTO@ + EMPRESA_FABRICANTE

ÁREA = NOME_AREA@ + CORDENADOR

EMPRESA = NOME_EMPRESA@ + ENDEREÇO + TELEFONE + E-MAIL + WEB

TIPO = [CARTA | DESENHO | E-MAIL | FAX]

CHAVE = PALAVRA_CHAVE

GLOSARIO

.PDF	Portable Document Format - Formato de intercambio de documentos criado pela empresa ADOBE.
BI	Bussiness Intelligence (Inteligência nos Negocios)
CAD	Computer Aided Design - Se refere a uma categoria de programa que auxilia no desenho.
CRM	Customer Relationship Manager (Gerenciadores de Relações com Clientes)
DD	Diccionario de Dados
DFD	Diagrama de Fluxo de Dados
DNAEE	Departamento Nacional de Água e Engenharia Eletrica.
ELETROSUL	Centrais Elétricas do Sul do Brasil
ERDS	Electronic Retrieval Document System
ERP	<i>Enterprise Resorce Planning</i> (Sistemas de Gestão Empresarial)
EUC	End User Capability
GPE	Grande Projeto de Engenharia
HTML	Hiper-Text Marking Language
OLE	Object Link Embeded
PMI	Project Management Institute
RBDMS	Relational DataBase Mangement System
RISC	Reduced Instruction Set Computing
SC	<i>Supply Chain</i> (Cadeia de fornecimento)
SGML	Standard Generalized Marking Language
SQL	Structured Query Language