

UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA

CURSO DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA MECÂNICA

" ESTUDO E PROJETO DE SISTEMA CAE/CAD PARA A ACESITA "

DISSERTAÇÃO SUBMETIDA À UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA
PARA A OBTENÇÃO DO GRAU DE MESTRE EM ENGENHARIA MECÂNICA

TADEU ANTONIO PEÇANHA BALBI

FLORIANÓPOLIS, FEVEREIRO DE 1991

" ESTUDO E PROJETO DE SISTEMA CAE/CAD PARA A ACESITA "

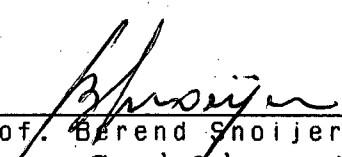
TADEU ANTONIO PEÇANHA BALBI

ESTA DISSERTAÇÃO FOI JULGADA ADEQUADA PARA A OBTENÇÃO DO TÍTULO DE

MESTRE EM ENGENHARIA

ESPECIALIDADE ENGENHARIA MECÂNICA

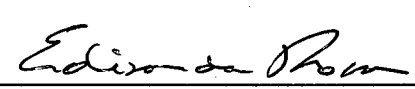
E APROVADA EM SUA FORMA FINAL PELO PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO.



Prof. Berend Snoijer, Ph.D.
Coordenador




Prof. Nelson Back, Ph.D. - Orientador



Prof. Edison da Rosa, M.Sc. - Co-orientador

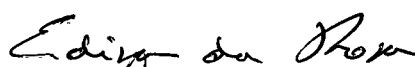
BANCA EXAMINADORA



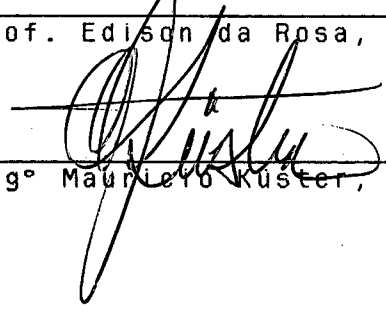
Prof. Nelson Back, Ph.D.



Prof. Aúreo Campos Ferreira, Ph.D.



Prof. Edison da Rosa, M.Sc.



Engº Maurício Kuster, M.Sc.

AGRADECIMENTOS

À minha esposa, Socorro, e aos meus filhos, Diego, Bruno e Alita, pela paciência, pela compreensão e pelo incentivo, que me animaram e possibilitaram concluir este trabalho.

Ao professor Nelson Back, pelo apoio, pelo tratamento dispensado, pela consideração e pela orientação.

Ao professor Edison da Rosa, pela orientação.

À ACESITA, em particular às pessoas de José Vitório Tavares Moreira (EEF), Mario Antonio Porto Fonseca (EE) e Breno Borges Ferreira (DITEC) pela oportunidade.

Ao professor Newton Ribeiro Rocha, a Anfilófilo Sales e a todo pessoal da AHDT, pelo apoio e colaboração.

A Wagner Cosenza Arruda, pela contribuição na revisão dos textos e nas discussões das idéias.

A Jussara S. Madeira e Alessandro L. F. Aguiar, pelos desenhos de gráficos e figuras.

Aos professores e colegas da UFSC, pelo aprendizado e pelo tratamento que me foi dispensado.

A Aldair Bueno, José das Graças Oliveira, Guilherme Stein, Ormi Silveira, Solón Araujo, Newton Prado, Roberto Sávio e Luiz Oliveira pela ajuda na elaboração do trabalho.

A Marcos Martins (Comicro) e Wagner Porcelli (Villares) pelas informações sobre programas e equipamentos.

Ao pessoal da ADAI, Regina, Lulude, Cida, Sofia, Islene e Luciene, pela grande ajuda prestada na obtenção de livros e textos.

Ao meu filho Diego pela ajuda na digitação dos textos.

Dedico este trabalho a todos que acreditam no aprendizado como a forma mais correta e eficaz de elevar e harmonizar os homens e, principalmente, aos que lutam por essa crença.

ÍNDICE

RESUMO

ABSTRACT

CAPÍTULOS

1.	INTRODUÇÃO	1
2.	VISÃO GERAL DA ÁREA DE CAE/CAD	11
2.1.	Introdução	11
2.2.	Descrição de CAE/CAD e sistemas correlatos	12
2.2.1.	CAD	12
2.2.2.	CAM	13
2.2.3.	CAE	14
2.2.4.	CIM	14
2.3.	Histórico do desenvolvimento dos sistemas CAE/CAD ..	16
2.3.1.	Resumo histórico	16
2.3.2.	Retrospectiva do desenvolvimento dos sistemas	19
2.4.	Resumo descritivo dos sistemas CAE/CAD	21
2.4.1.	Funcionamento dos sistemas	21
2.4.2.	Configuração dos sistemas	24
2.4.2.1.	Sistemas de grande porte centralizados	26
2.4.2.2.	Sistemas de minicomputadores distribuídos	26
2.4.2.3.	Estações de trabalho com processamento próprio	26
2.4.2.4.	Sistemas de microcomputadores de capacidade estendida	27
2.4.2.5.	Microcomputador como terminal de computador central	27
2.4.2.6.	Sistemas em rede	28

2.5.	Situação atual e perspectivas na área de CAE/CAD	28
2.5.1.	Considerações gerais	28
2.5.2.	Considerações sobre estações de trabalho	32
2.5.3.	Aplicações na siderurgia	39
2.5.4.	Perspectivas gerais para CAE/CAD	42
3.	CONSIDERAÇÕES SOBRE A ESPECIFICAÇÃO E IMPLANTAÇÃO DE SISTEMAS CAE/CAD	45
3.1.	Introdução	45
3.2.	Estudo preliminar de aplicação	46
3.2.1.	Descrição do ambiente envolvido	46
3.2.2.	Esboço preliminar do sistema	48
3.2.3.	Análise preliminar de custo-benefício	48
3.3.	Análise detalhada da organização	49
3.4.	Definição dos requisitos funcionais do sistema	51
3.5.	Especificação do sistema	51
3.5.1.	Estudar alternativas	51
3.5.2.	Definir estrutura funcional	54
3.5.3.	Definir e especificar o sistema	56
3.6.	Estudo detalhado de custo-benefício	57
3.7.	Aprovação do investimento	58
3.8.	Avaliação e seleção de um sistema	59
3.8.1.	Avaliação das propostas técnicas	59
3.8.2.	Avaliação de desempenho dos sistemas (benchmarking)	60
3.9.	Implantação	62
4.	IDENTIFICAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDOS E PROJETOS DA ACESITA	64
4.1.	Descrição da área de estudos e projetos	64
4.1.1.	Gerência de engenharia de projetos	65
4.1.1.1.	Estudos e projetos de melhorias e reformas	68

4.1.1.2.	Estudos e projetos de engenharia ...	66
4.1.1.3.	Estudos e projetos para venda de tecnologia	67
4.1.2.	Estudos e projetos de calibração	67
4.1.3.	Estudos e projetos de fundição	67
4.1.4.	Engenharia de manutenção	67
4.1.5.	Estudos e projetos de urbanismo	68
4.1.6.	Metalurgia	68
4.2.	Objetivos da área de estudos e projetos da empresa .	68
4.3.	Análise do sistema atual	69
4.3.1.	Gerência de engenharia de projetos	69
4.3.1.1.	Estudos e projetos de melhorias e reformas	70
4.3.1.2.	Estudos e projetos de engenharia ...	77
4.3.1.3.	Estudos e projetos para venda de tecnologia	83
4.3.1.4.	Arquivo técnico	87
4.3.2.	Estudos e projetos de urbanismo	88
4.3.3.	Estudos e projetos de calibração	90
4.3.4.	Estudos e projetos de fundição	94
4.3.5.	Engenharia de manutenção	98
4.3.6.	Metalurgia	103
5.	DEFINIÇÃO DE REQUISITOS PARA SISTEMA CAE/CAD DA AGESITA	107
5.1.	Introdução	107
5.2.	Escopo do projeto	108
5.2.1.	Uso projetado para o sistema	108
5.2.2.	Requisitos do sistema CAE/CAD	109
5.3.	Vantagens previstas	113
6.	ESTRUTURA FUNCIONAL DO SISTEMA CAE/CAD	117
6.1.	Integração do sistema	117

6.1.1.	Integração direta de todos os grupos	119
6.1.2.	Integração parcial dos grupos	120
6.1.3.	Integração apenas dentro dos grupos	121
6.1.4.	Modo de integração escolhido	122
6.2.	Organização do sistema	122
6.2.1.	Sistema centralizado x sistema distribuído .	122
6.2.2.	Estrutura funcional	127
6.2.2.1.	Grupo de usuários	128
6.2.2.2.	Grupo de administração	129
6.2.2.3.	Grupo de desenvolvimento	130
6.2.2.4.	Grupo de planejamento	132
6.3.	Metodologia de trabalho	133
6.4.	Programas e equipamentos	136
6.4.1.	Programas	136
6.4.2.	Equipamentos	140
7.	DIMENSIONAMENTO E ESPECIFICAÇÃO DO SISTEMA	141
7.1.	Introdução	141
7.2.	Dimensionamento de estações e programas de trabalho	141
7.2.1.	Determinação da quantidade de postos de trabalho	142
7.2.2.	Determinação dos programas a serem usados ..	144
7.2.2.1.	Programas para o sub-sistema ABCD	145
7.2.2.2.	Programas para o sub-sistema EFGH	148
7.2.3.	Definição das estações de trabalho	151
7.3.	Microcomputadores e terminais de computador central	152
7.4.	Copiadores de desenhos	153
7.4.1.	Copiadores para o sub-sistema ABCD	157
7.4.2.	Copiadores para o sub-sistema EFGH	159
7.4.3.	Copias em microfimes	160

7.5.	Arquivamento dos desenhos e modelos	161
7.5.1.	Arquivamento do sub-sistema ABCD	162
7.5.2.	Arquivamento do sub-sistema EFGH	163
7.6.	Configuração do sistema	164
8.	PLANO E JUSTIFICATIVA DE IMPLANTAÇÃO DO SISTEMA CAE/CAD	166
8.1.	Implantação	166
8.1.1.	Aquisição de equipamentos e programas	166
8.1.2.	Instalações	168
8.1.3.	Preparação para funcionamento	169
8.1.4.	Armazenagem de desenhos	169
8.2.	Treinamento de pessoal	170
8.2.1.	Plano de treinamento	171
8.3.	Estudo de viabilidade econômica	176
8.3.1.	Custos e benefícios relacionados ao sistema	176
8.3.1.1.	Custos ligados a microfilmagem	177
8.3.1.2.	Custos de cópias de desenhos no sistema manual	177
8.3.1.3.	Custos de cópias de desenhos no sistema CAE/CAD	178
8.3.1.4.	Custos de equipamentos do sistema CAE/CAD	178
8.3.1.5.	Custos de mão-de-obra	178
8.3.2.	Ganho de produtividade	178
8.3.3.	Estudo de viabilidade do sistema CAE/CAD ...	179
8.3.4.	Estudo de viabilidade do sistema COM	184
9.	CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES	188
	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	192
	ANEXO 1	218
	ANEXO 2	248

RESUMO

Este trabalho contém o estudo e projeto de um sistema CAE/CAD para a Cia. de Aços Especiais Itabira - ACESITA. Contém, de início, uma retrospectiva histórica do desenvolvimento da computação gráfica, desde seus primórdios até nossos dias, e uma visão geral atual de CAE/CAD e das disciplinas a eles associadas, com perspectivas futuras na área. Uma breve discussão acerca de planejamento e requisitos de implementação para tais sistemas encerra a parte conceitual.

A parte aplicada apresenta um estudo e uma análise detalhados do Ambiente de Estudos e Projetos da ACESITA, o dimensionamento e a especificação de um sistema CAE/CAD equivalente e uma justificativa para o mesmo, com análise de custo x benefício.

ABSTRACT

This work covers the study and design of a CAE/CAD system at Cia. de Aços Especiais Itabira - ACESITA. Presents firstly, a computer graphics historical retrospective, from the roots until the present day, and a actual overview of CAE/CAD and associated disciplines with perspectives to the future. A brief discussion about CAE/CAD implementation planning and requirements, closes the conceptual part.

The applied part presents a detailed description and analysis of ACESITA's Study and Design Environment, followed by dimensioning and specification of a CAE/CAD system with justification and cost x benefits analysis.

CAPÍTULO I

INTRODUÇÃO

Com o início do nosso século veio a adoção do método de produção em massa. Foi, então, instaurado o sistema voltado para atender aos requisitos impostos pelo produto. Essa tendência permaneceu por muito tempo como dominante nos meios de produção, e teve como uma de suas conseqüências a segmentação dos processos e a especialização isolada de atividades, que somadas, sempre na mesma seqüência, levavam a um mesmo produto acabado.

Desde a II Guerra Mundial, no entanto, tem aumentado a preocupação quanto aos problemas de fabricação em lotes. Paralelo a isso, porém, persistiu a idéia de que mais e mais itens seriam fabricados em ambientes de produção em massa e que a fabricação em lotes não se desenvolveria.

Pode-se, no entanto, observar que a tendência é de se adotar a fabricação de lotes cada vez menores. Regulamentações governamentais, custos de energia, custos de estocagem, inflação, demanda para produtos mais personalizados, considerações de mercado e outros fatores têm levado a esse caminho. Atualmente, apenas nos EUA, 75% da produção de bens manufaturados é feita em lotes pequenos - variando de um a poucos milhares. [149, 222]

Além disso, a situação do mercado tem mudado, passando o consumidor a ser mais exigente e a variar suas preferências em um período mais curto de tempo, fazendo com que os requisitos dos produtos mudem com mais freqüência e, conseqüentemente, com que as empresas tenham que flexibilizar suas linhas produtivas para atender a essas mudanças.

Mesmo assim, até recentemente, pouco havia sido feito para desenvolver os processos ligados à fabricação em lotes. A natureza, aparentemente aleatória, das atividades de projeto e fabricação, sempre foi obstáculo para sua otimização. Com a disponibilidade de recursos computacionais de mais alto nível ligados ao projeto, ao planejamento, à pesquisa operacional e ao controle, no entanto, passou-se a investir cada vez mais nessa área.

Muitos esforços têm sido feitos no sentido de melhorar a

produtividade. Nas décadas de 70 e 80, investiu-se muito em automação buscando isso. Viu-se, porém, que é necessário saber como investir para não gastar sem resultados.

Fato bastante significativo é o ocorrido com a indústria automobilística americana frente à japonesa. A crença de que o sucesso dos fabricantes japoneses era devido a um alto grau de automatismo em suas empresas, levou as empresas americanas de maior porte a investirem, apenas no período entre 1976 e 1985 a soma de US\$ 90 bilhões em automação de suas instalações. O diferencial de produtividade, porém, foi aumentando. Analisando as causas do sucesso japonês, no entanto, viu-se que não era devido a isso. Em fins da década de 70 e início da de 80, o grau de automação da indústria japonesa era menor que o da americana. A vantagem advinha de processos organizacionais melhores, baseados em técnicas, agora largamente divulgadas, como TQC (Total Quality Control) e Just-in-Time. [210]

Após constatarem tais fatos depois de suas tentativas frustradas de melhorar apenas automatizando - os americanos passaram a investir na organização. Convém lembrar que nesta década, o Japão passou a investir pesadamente em automação, uma vez que os resultados obtíveis com organização já haviam sido alcançados.

Aqui, cabe citar Jean Ulmo [209], quando diz que hoje, as máquinas desenvolvidas pelo homem não apenas multiplicam sua força mas também multiplicam sua inteligência e ampliam seu poder de pensamento. É uma revolução e é preciso que se entenda as implicações dessa entrada na era dos computadores.

Por isso, para que se aproveite a maior velocidade de trabalho, a repetibilidade das operações, a precisão, a automação de processos, a facilidade de processar e veicular informações, a possibilidade de trabalhar e armazenar entidades gráficas, o potencial de cálculo e correlacionamento de atributos e eventos, torna-se necessário que se organize o ambiente onde se pretende aplicá-los.

Os computadores, muito diferentemente das máquinas anteriormente desenvolvidas, reproduzem, em seu funcionamento, os mesmos procedimentos pelos quais a evolução constituiu e desenvolveu o cérebro humano. Ele fornece aos grupos que o utilizam, uma capacidade e uma rapidez de reação aperfeiçoadas e até transformadas:

admitindo-se que as necessidades técnicas da economia em larga escala, obrigam, hoje, as empresas a levarem em conta importâncias sempre crescentes, admite-se imediatamente que, para não retardar suas reações, têm que empregar computadores. Esse argumento, fundamental por sua generalização na indústria e na administração, escapa ao cálculo clássico de rentabilidade, de economia de pessoal e coloca em causa a própria sobrevivência das empresas maiores, que devem se adaptar a um mundo em constante evolução, a uma técnica em constante progresso, a uma competição em formas sempre novas, a prazos sempre mais apertados. [209]

O desenvolvimento tecnológico alcançado pelo homem leva todos aqueles que trabalham, a um contato constante com um volume muito grande de informações novas, variadas e complexas. Essas informações tem que ser absorvidas e aplicadas, para não se ficar ultrapassado. A necessidade de desenvolver novas soluções para a produção de bens e para problemas do dia-a-dia, tem levado as organizações a buscarem, cada vez mais, formas de integrarem suas áreas, para poderem otimizar seus métodos de trabalho. Essa busca de um modo de trabalho conjunto levou ao conceito, hoje bastante consolidado, da necessidade de implantação do CIM (Computer Integrated Manufacturing) - a Fabricação Integrada por Computador, onde as atividades de Projeto, Planejamento e Produção passam a atuar integradas por recursos computacionais.

Como ressalta Hawkes [182], a boa comunicação é a chave para a organização eficiente. Comunicar-se bem, contudo, dentro de uma organização, principalmente se de grande porte, não é uma tarefa fácil. Muito esforço tem sido feito no sentido de melhorar a comunicação e, através disso, dotar as empresas de uma capacidade maior de reação frente aos fatos ocorrentes em seu ambiente de atuação, principalmente frente às variações do mercado.

Os procedimentos tradicionais de projeto e fabricação, porém, levaram, no passado, ao desenvolvimento de departamentos isolados dentro das empresas: células isoladas com um contato mínimo necessário entre si. Transferência de informações passou a ser consumidora de tempo e a boa comunicação encarada como um obstáculo às prioridades departamentais de curto prazo. A consequência mais direta acabou sendo o uso das informações que estivessem mais a mão, independente de sua confiabilidade no

momento. Como o sistema requeria repetição de desenhos de componentes e de dados registrados, tal situação levou a existência de perdas de tempo e ao aumento progressivo da probabilidade de ocorrência de erros. Infelizmente, essas barreiras continuam a existir mesmo dentro de empresas que estão supostamente convertidas a novas tecnologias. [182]

Conhecendo-se, porém, as empresas de maior porte, sabe-se das dificuldades que existem para a implementação de processos integrados de trabalho.

O processo de geração de um produto, começando na definição da necessidade até a entrega do mesmo ao usuário/consumidor é formado por um número de etapas muito grande, cada uma com práticas e procedimentos já estabelecidos e que, normalmente, gastaram muito tempo para serem acertados e se encaixarem no processo global.

A idéia de se mexer em um processo já em funcionamento, muitas vezes, se assemelha à de se mexer em um time que está vencendo por um placar muito apertado: não se sabe, na maioria das vezes, como o sistema completo vai se comportar, com a alteração proposta. Esse medo de mudar, leva, normalmente, a uma retração e a um imobilismo que pode colocar a empresa obsoleta ou sem condições de participar competitivamente do mercado.

Um dos aspectos que mais saltam aos olhos quando se fala em mudanças é o ligado à resistência a elas gerada pelos mecanismos de manutenção do poder dentro do ambiente onde elas podem vir a ocorrer. Esses mecanismos tem uma composição diversificada, mas quando se relacionam com mudanças estão, normalmente, associados ao desconhecimento. Desconhecimento do que existe realmente dentro da empresa e desconhecimento do que possa vir a existir.

O desconhecido sempre causou medo ao ser humano mas, causa maior medo ainda, a imagem que se cria na mente para explicar e/ou preencher uma situação desconhecida possível de ocorrer. Na empresa não é diferente. Cada um que trabalha estabelece em sua mente um modelo representativo de seu ambiente. Esse modelo é tanto mais abrangente quanto maior for a área de visão/interação do indivíduo na empresa. Com o tempo, esse modelo vai se afinando, vai se completando, mas, também, vai se ajustando ao padrão de quem o constrói - pois ninguém gosta de construir e manter em sua mente algo que lhe é estranho ou que lhe incomoda. Isso faz com que se

tenha dentro de um mesmo ambiente, modelos bem diferentes de um mesmo processo, funcionando na mente de cada um, gerando, conseqüentemente, reações diferentes para um mesmo impulso.

Por isso, para se organizar um ambiente, objetivando flexibilidade, agilidade empresarial, produtividade, qualidade e competitividade, tem que ser feita, inicialmente, uma equalização e explicitação dos conhecimentos existentes sobre os processos que ocorrem no mesmo. A partir daí, pode-se estabelecer diretrizes e procedimentos com muito mais eficácia. Em termos ilustrativos, pode-se comparar com o funcionamento do corpo humano. Um ser é tanto mais ágil e flexível quanto mais seus órgãos conseguem funcionar concatenados, trabalhando em conjunto e executando, no tempo e com a intensidade certa, os movimentos que lhe são propostos pelo cérebro ante cada configuração objetivada. O mesmo ocorre com uma orquestra, onde cada músico tem que conhecer bem sua partitura, para saber o que fazer a cada instante ou a cada movimento do maestro.

O conhecimento claro do que e de como deve ser feito é, portanto, fundamental. Pois, cada parte atuante, se estiver preparada, reconhece o impulso e reage adequadamente, se souber como, assim como quem comanda, deve saber como as partes irão reagir a cada comando emitido.

Numa empresa, tem-se, normalmente, que trabalhar deslocando algo, criando fluxos e executando funções transformadoras entre cada deslocamento. Esses fluxos, basicamente, são:

- De informações ou dados
- De materiais

O conhecimento dos caminhos que percorrem esses fluxos dentro da organização dá a segurança necessária aos seus membros para decidirem sobre qualquer situação que surja. Por isso, é necessário que as empresas não se contentem em ter explicitado nos seus manuais apenas os fluxos aparentes e superficiais, mas sim os fluxos completos com suas particularidades e suas interligações. Com isso, elimina-se o medo de se executar movimentos desconhecidos e passa-se para a atuação num terreno conhecido.

Assim, para criar-se dentro da empresa um ambiente adequado à sua modernização, à sua flexibilização, precisa-se, acima de tudo, de conhecê-la, conhecer os fluxos que a percorrem e as funções

transformadoras que ela executa nos seus processos produtivos e suas dependências. A partir daí, pode-se especificar configurações que levem à sua otimização, ao seu desenvolvimento.

A ACESITA é uma empresa de grande porte, produtora de uma gama muito grande de produtos, alguns bem diferentes entre si, em termos de composição química, forma e processo de fabricação. Se for considerada a diversidade das matérias primas empregadas, a grande quantidade de variáveis de processo a serem mantidas sob controle e os muitos e diferentes equipamentos usados, ver-se-á a grande variedade de fluxos de materiais e de informações que circulam a cada instante dentro dela. Cada informação inexata, cada atraso de informação ou de material provoca sérios problemas à organização, causando, em alguns casos, grandes perdas. É um trabalho árduo, pois, tornar transparentes todos os fluxos existentes dentro da empresa para facilitar seu auto-conhecimento e possibilitar maior segurança operacional e evolutiva. No entanto, frente às necessidades impostas pelo mercado e pelo avanço tecnológico, bem como pelo conhecimento que se consolidou da necessidade de estruturação e organização para que uma empresa funcione bem, torna-se imperioso que seja feito um esforço -um grande esforço- para que se tornem conhecidos tais fluxos.

Alliada a essa tomada de consciência, já bastante consolidada entre quem estuda meios de melhorar a produtividade e a garantia de qualidade, estão os recursos computacionais hoje disponíveis. Existem equipamentos e programas que podem atender à grande maioria das necessidades de processamento existentes na indústria, mas, como citado anteriormente, deve-se conhecê-los para usá-los.

Partindo do princípio de que a boa comunicação é a chave para a organização eficiente, chegamos ao fato de que a empresa tem que se integrar para possibilitar isso. Ou seja, para alcançar um nível mais elevado de produtividade e flexibilidade com a qualidade exigida, torna-se necessário que as ferramentas disponíveis sejam usadas em conjunto. As técnicas envolvidas para isso podem ser sumarizadas no termo CIM (Computer Integrated Manufacturing).

Todas as técnicas do CIM têm em comum a contribuição para a integração do planejamento produtivo e especificação de atividades, com objetivos estratégicos de melhorar a produtividade, a flexibilidade e a qualidade, etc... As fábricas modernas usam,

Intensivamente, técnicas de CIM.

A filosofia do CIM ideal visa integrar diretamente as informações entre planejamento do produto, projeto, fabricação, informações administrativas e controle.

Um sistema integrado deste tipo permite, por exemplo: [182]

- . Que o pessoal de engenharia e projetos tenha acesso a informações sempre atualizadas sobre componentes padronizados, custos de matérias primas e ferramental, fluxos que estão sendo seguidos, etc...
- . Que os administradores da produção controlem projetos complexos com base em tempo real;
- . Que a administração obtenha relatórios rápidos e precisos sobre as situações;
- . Que a área contábil tenha informações imediatas de custo global ou de atividades isoladas;
- . Que a companhia possa reagir mais rapidamente a alguma nova exigência do cliente;
- . Que a empresa possa se adequar rapidamente às necessidades que surjam no mercado.

Como partes que possibilitam a implantação de tal filosofia no ambiente industrial, estão outras como:

- CAD - Computer Aided Design ou Projeto Auxiliado por Computador;
- CAM - Computer Aided Manufacturing ou Fabricação Auxiliada por Computador;
- CAE - Computer Aided Engineering ou Engenharia Auxiliada por Computador;
- DBMS - Database Management System ou Sistema de Administração de Banco de Dados;
- TIP - Total Information Processing ou Processamento Total de informações;
- CAPP - Computer Aided Process Planning ou Planejamento de Processos Auxiliado por Computador;
- CAPM - Computer Aided Production Management ou Administração da Produção Auxiliada por Computador;
- FMS - Flexible Manufacturing System ou Sistema Flexível de Manufatura.

Juntas elas permitem que se crie dentro da empresa uma integração tal que os objetivos possam ser alcançados e mantidos sob controle, permitindo sempre que a administração saiba, em tempo, o que está ocorrendo em seu ambiente e possa tomar as decisões mais corretas para direcionar adequadamente a organização.

Partindo de um conhecimento genérico dos equipamentos computacionais existentes e de sua potencialidade para atender aos requisitos técnicos hoje exigidos das empresas, bem como do conhecimento da realidade da ACESITA, de sua grande variedade de processos e produtos e de sua preocupação sempre presente de atuar no mercado de forma competitiva e com alto nível de qualidade foi que se fez o estudo de um sistema CAD/CAE para a mesma.

O sistema CAE/CAD é parte da filosofia CIM apresentada anteriormente, e se constitui, juntamente com a organização dos fluxos da empresa, na base para sua realização.

Dentro do CAD tem-se o processo de estudos e projetos de peças e produtos, bem como um banco de dados capaz de fornecer informações técnicas em forma gráfica, ou de texto ou em forma de listas de materiais, a qualquer instante, via terminal de computador. Dentro do CAE tem-se as análises de materiais, estruturas, peças, custos, etc..., o planejamento da produção, a especificação de materiais, a programação operacional, a gestão da qualidade, o controle de processos, etc.. Ambos baseados em recursos computacionais e na organização dos fluxos e procedimentos para melhorar o processo produtivo.

A implantação de um sistema CAE/CAD, portanto, deve fazer parte de uma estratégia de âmbito maior da empresa, com uma visão bem mais abrangente e, com o cuidado de uma implementação progressiva por partes.

Embora conscientes da potencialidade dos sistemas CAE/CAD e de sua inquestionável contribuição para o aumento de produtividade e de competitividade das empresas, não se poderia partir para a especificação pura e simples de um sistema, sem antes se fazer um estudo detalhado de todos os fatores que interferem com sua aplicação. Exemplos mal sucedidos mostram os resultados de implantações de sistemas sem o devido estudo e sem a visão sistêmica adequada.

Para ter-se o conhecimento necessário à elaboração da proposta de um sistema para a empresa foi feito um estudo detalhado do ambiente de projeto da AGESITA, descrevendo suas funções e seus fluxos de dados, bem como o volume de trabalho nele processado.

Além disso, foi feita uma pesquisa bibliográfica bastante extensa, para que se pudesse ter uma noção mais aprofundada do que existe hoje nessa área e do que já foi feito. Outra finalidade era conhecer experiências de outras empresas que adotaram sistemas semelhantes; para isso, em paralelo participou-se de vários encontros e seminários ligados ao assunto em pauta, bem como visitas a usuários. Além disso, foram feitos contatos, à distância, com vários usuários de sistemas CAE/CAD (mais de CAD) no Brasil.

Para um melhor conhecimento do que existe de "software" e "hardware" disponíveis no Brasil, foram feitos contatos com várias empresas fornecedoras, que prestaram informações muito úteis.

Como foi citado anteriormente, o uso de recursos computacionais é muito grande, tendendo a aumentar no futuro próximo. Com essa disponibilidade de recursos à mão, foram criadas várias ferramentas que dotaram a atividade de projeto de uma capacidade de trabalho enorme: elevando sua produtividade, possibilitando a resolução de problemas de alta complexidade em tempos mínimos e possibilitando o desenvolvimento de projetos com altíssimo grau de confiabilidade e qualidade.

Essas ferramentas, contidas no CAD, dão à equipe de projeto a capacidade de realizar tarefas antes impossíveis de serem executadas, pelo tempo que consumiam ou mesmo pelas dificuldades gráficas inerentes ao processo, além de facilitar a realização das tarefas tradicionais.

Esse trabalho tem por objetivo apresentar uma proposta de aquisição e implantação de um sistema CAE/CAD para a AGESITA, fornecendo como conteúdo: um estudo da situação dessa tecnologia hoje - estado da arte-; uma proposta de sistema de projeto para a empresa, com etapas de implementação e a especificação de um sistema base a ser implantado, de modo a possibilitar à direção da empresa se posicionar quanto à sua realização.

Deve-se, no entanto, para efeito de qualquer avaliação,

considerar as palavras de W. Eversheim [214] : " os métodos de avaliação de investimentos e cálculos de custos existentes hoje, são insuficientes para dar suporte a decisões concernentes às modernas tecnologias de fabricação, ou seja sistemas flexíveis de manufatura. Estes métodos são inadequados para valorizar adequadamente as vantagens específicas de tais sistemas de manufatura. Deverão ser desenvolvidos métodos para preencher esse vazio."

O trabalho foi feito desenvolvendo um método que explicita as vantagens do uso do sistema e sua influência no processo de estudos e projetos, na busca de facilitar o processo de avaliação pelos órgãos administrativos da empresa. É necessário, no entanto, que se tenha em mente, que para se perceber as vantagens totais de um sistema CAE/CAD, deve-se considerar, também, os fatores qualitativos, competitivos e de desenvolvimento que envolvem o ambiente onde ele será aplicado.

VISÃO GERAL DA ÁREA DE CAE/CAD

2.1. INTRODUÇÃO

Com o desenvolvimento alcançado pela indústria e os conseqüentes requisitos gerados para a obtenção de um nível de desempenho cada vez maior, os equipamentos passaram a ser projetados e fabricados, visando uma melhor relação peso/capacidade, uma forma mais adequada, melhor adequação dinâmica e o aproveitamento dos novos materiais que têm surgido. Além disso, a pressão para se colocar, no mercado, produtos com alta qualidade e baixo custo, em um tempo cada vez menor para chegar ao usuário, tem sido tremenda. Os produtos eletrônicos já vêm passando por isso há algum tempo e o fato agora também está ocorrendo nos demais setores da indústria. [149]

Para atender a essas necessidades, o processo de projeto tem passado por uma série de evoluções nas últimas décadas e, as mais significativas, sem dúvida, estão ligadas ao uso de recursos computacionais no ambiente de projeto e de fabricação. Estes recursos, usados mundialmente, se agrupam de forma mais global com as siglas de CAE/CAD/CAM, que significam o estudo, o projeto e a manufatura feitos com o auxílio de computadores. [149]

Com a possibilidade de se fabricar peças cada vez dentro de faixas de tolerâncias mais estreitas e com um nível de repetibilidade extremamente alto, passou-se a exigir dos projetos mais e mais, para que essa potencialidade da fabricação pudesse ser integralmente aproveitada. Com isso, os recursos usados no desenvolvimento de equipamentos e programas para este fim têm crescido a cada ano, o que tem gerado um grande aprimoramento no processo de projeto e um avanço muito grande no processo de fabricação. [149, 223, 281]

Com essas ferramentas disponíveis, o homem passou a se esforçar cada vez mais no sentido de utilizá-los bem e os equipamentos e programas têm se tornado cada vez mais potentes.

Neste capítulo pretende-se dar uma visão geral do estado-arte na área de CAE/CAD, e de como ela se desenvolveu.

2.2. DESCRIÇÃO DE CAE/CAD E SISTEMAS CORRELATOS

A área de CAE/CAD abrange uma larga faixa de produtos e de recursos para uso em trabalhos de engenharia e projetos. Além disso, se relaciona diretamente com outras disciplinas formando um conceito integrado de uso computacional no ambiente de fabricação. As principais áreas ligadas a CAE/CAD, são: CAM e CIM. Sendo que o CIM, contém as áreas de CAE, CAD e CAM.

2.2.1. CAD

O termo CAD (Computer Aided Design ou Projeto Auxiliado por Computador) é, geralmente, tido como oriundo de uma série de conferências proferidas por um dos pioneiros nesse campo, Ivan Sutherland e das teorias de Steve Coons, na década de 60. [182]

Na verdade, os engenheiros usaram computadores para auxiliá-los nas tarefas de executar cálculos complexos desde o desenvolvimento, pós-guerra, dos grandes computadores: versões primitivas dos equipamentos de CAD atuais já existiam pelos meados de 1950. Contudo, o CAD veio a tomar vida, tal como é conhecido, quando o desenvolvimento do microprocessador tornou possível criar, modificar e manipular, rapidamente, informações gráficas complexas numa tela de vídeo, com a computação gráfica interativa do trabalho de Ivan Sutherland. [182]

No conceito moderno, CAD significa um processo de projeto que usa técnicas gráficas computadorizadas, suportadas por programas que auxiliam na resolução de problemas ligados a análise, desenvolvimento, custos, desenhos, etc... O sistema incorpora funções que permitem ao engenheiro/projetista desenvolver os estudos e projetos diretamente no computador, criando representações gráficas, em duas e três dimensões, dos elementos gerados. Representações de modelos sólidos também são elaboradas para o desenvolvimento do projeto. [182]

Um sistema CAD completo consiste dos equipamentos (hardware) e dos programas de aplicação (software).

As principais vantagens do CAD, são: [182, 149, 180, 185, 222]

Maior produtividade do ambiente de projeto;

Maior produtividade na elaboração de desenhos;

Maior precisão dos desenhos;

Melhor qualidade do produto final;

Menor custo do produto final;

Não repetição de desenhos e melhor documentação;

Menor número de revisões no projeto;

Maior facilidade para revisar e atualizar os desenhos;

Maior rapidez nos trabalhos de cálculos e análises;

Facilidade para trabalhar com formas mais complexas;

Menor gasto de Homens/hora no desenvolvimento de projetos;

Integração do projeto com outros ambientes;

Maior confiabilidade no projeto;

Gerenciamento mais eficaz do projeto;

Maior eficácia na estimativa de custo e no planejamento.

2.2.2. CAM

CAM (Computer Aided Manufacturing) ou Fabricação Auxiliada por Computador, indica qualquer processo de fabricação automático que é controlado por computador. Sua origem remonta ao desenvolvimento de maquinário controlado numericamente (CN), nos anos de 1940-50. [182]

Quando essas técnicas passaram a ser controladas por computadores - 1950-60 -o termo CNC foi adotado. CNC (Computer Numerical Control) ou Controle Numérico por Computador, incorpora, atualmente, muitos diferentes tipos de processos de fabricação automáticos, tais como furar, torneiar, cortar com chama, cortar com laser e soldar. [182]

Desenvolvimentos paralelos levaram à evolução de unidades completas de manufatura, controladas por sistemas de computadores e organizados sob uma filosofia conhecida como FMS (Flexible Manufacturing Systems) ou Sistemas Flexíveis de Manufatura. [182]

O termo CAM passou a ser usado como um definidor geral para todas essas disciplinas e para qualquer outra tecnologia de

fabricação emergente controlada por computador .[182]

As principais vantagens do CAM, são: [182, 149, 180, 185, 222]

- Maior produtividade;
- Menor influência do erro humano e das conseqüências da perda de rendimento humano;
- Grande versatilidade para alterar a forma manufaturada, atendendo mais rapidamente às mudanças de pedidos;
- Economia de custos devido à eficiência de fabricação e melhor controle sobre o estoque;
- Maior precisão na repetibilidade dos processos de produção pela armazenagem mais completa e confiável de dados;
- Maior facilidade para estabelecer controle estatístico sobre os processos;
- Produto de qualidade superior.

2.2.3. CAE

CAE (Computer Aided Engineering) ou Engenharia Auxiliada por Computador, abrange todas as disciplinas de engenharia que usam o computador. Além de CAD e CAM, CAE inclui, também:[180, 182]

- Computer Aided Process Planning (CAPP) ou Planejamento de Processo Auxiliado por Computador;
- Planejamento de projetos usando programas de computador;
- Projeto de ferramentas e processos auxiliados por computador;
- Projeto de ambientes de fabricação auxiliado por computador (incluindo simulação gráfica de robótica).

2.2.4. CIM

Pode-se definir o CIM (Computer Integrated Manufacturing), ou Fabricação Integrada por Computador, como a organização lógica das funções de engenharia, planejamento, administração, produção e suporte de marketing, em um sistema integrado suportado por computador. [180, 214, 215]

As principais vantagens do CIM, são: [228, 180, 182, 214]

- Redução do tempo de manipulação de materiais e de preparação de equipamentos;

Num artigo publicado na American Machinist [182], um estudo mostrou que apenas em 5% do tempo de produção de uma peça, ela se encontra em manipulação concreta em uma máquina ou ferramenta. Mais ainda, que desses 5%, apenas 30% é operação real; sendo 70% tempo de preparação da operação.

- Maior capacidade de resposta a mudanças no mercado;
- Maior facilidade para administrar o ambiente produtivo;
- Redução de custos de estocagem e de produção;
- Aumento de produtividade;
- Melhor qualidade do produto.

Um exemplo destas vantagens é dado pelo resultado de um estudo solicitado pela NASA, em 1984, ao National Research Council para verificar o impacto dos esforços de integração na McDonnell Aircraft Co., Deere and Co., Westinghouse Defense and Electronics Center, General Motors e Ingersoll Milling Machine Co. O Comitê verificou que estas companhias haviam obtido benefícios significativos em seus 10 a 20 anos de esforços de integração. Pode-se ver um sumário desses benefícios na relação abaixo [228]:

Redução nos custos de projetos de engenharia	15 a 30%
Redução no tempo perdido total	30 a 60%
Aumento de produtividade no ambiente de produção (conjuntos completos)	40 a 70%
Redução do trabalho em processo	30 a 60%
Aumento da qualidade do produto(aceitação)	2 a 5vezes
Aumento da capacidade dos engenheiros, medida pela extensão e profundidade da análises no mesmo tempo ou em menos	3 a 35 vezes
Aumento de produtividade do equipamento principal	2 a 3 vezes.

2.3 HISTÓRICO DO DESENVOLVIMENTO DOS SISTEMAS CAE/CAD

2.3.1 RESUMO HISTÓRICO

Em 1960 e princípios de 1970, computação gráfica e CAD eram considerados, por muitos, como sendo brinquedos caros que poderiam ser usados apenas por agências governamentais, pelas maiores empresas do mundo e unidades de pesquisa de universidades. Computação Gráfica era, efetivamente, conhecida como "solução para nenhuma situação conhecida" [149].

Com o avanço dos equipamentos e dos aplicativos, porém, o crescimento do setor foi enorme e, de menos de 100 terminais gráficos instalados em 1964, chegou-se a 1977 com algo em torno de 50.000 terminais. [149]

Fazendo uma síntese histórica de alguns fatos importantes no desenvolvimento dos sistemas relativos à Computação Gráfica até o presente momento, tem-se: [149, 170, 180, 206, 197, 130]

1950 - 1960

De 1951 a 1953 o MIT desenvolveu uma programação para, num computador Whirlwind I, fazer representações gráficas num tubo CRT (Cathode Ray Tube). Em seguida, o Comando de Defesa Aérea dos E.U.A implementou o projeto SAGE e, existem informações de que obtiveram imagens oriundas de um radar em um CRT, em forma de símbolos e sendo manipuladas pela primeira light-pen. Também nesse ano apareceu o primeiro traçador (plotter).

Por volta de 1959, surgiu o primeiro sistema de controle numérico, do MIT-APT (Automatically Programed Tooling). Ainda em 1959, foi desenvolvido o sistema SC 4020, que permitia a criação de imagens em CRT, papel sensível ou filme. Foi, no entanto, o aparecimento dos sistemas TX1 e TX2 do MIT para o DEC-30 (Digital Equipment Corp.) que permitiu a manipulação de imagens em termos práticos.

1960 - 1970

No início da década de 60 é que realmente tudo começou em termos de Computação Gráfica, com o desenvolvimento de aplicações para a indústria automobilística e aeroespacial. Em

1963, a tese de Ivan Sutherland no MIT "A Man Machine Communication System", produziu o sistema Sketchpad, que se tornou o primeiro sistema interativo de Computação Gráfica. Em 1964 surgiu o termo CAD, com a apresentação das teorias de Steve Coons, do MIT, para a geração de superfícies e modelos a partir de técnicas geométricas. Nesse ano empresas privadas resolveram entrar nessa área. Outro programa gráfico com significado histórico, nasceu independentemente na General Motors: o DAC/1 (Design Augmented by Computer), que se tornou um elemento chave no projeto dos veículos da GM. O DAC/1 usava um console gráfico IBM 2250 introduzido com os computadores da série 360 em 1964.

Ao mesmo tempo em que se trabalhava no Sketchpad e DAC/1, estava sendo desenvolvido o programa da Digigraphic -Itek- que tornou-se a base para a linha de Computação Gráfica Interativa da Control Data.

Em outubro de 1966 o Wall Street Journal começou a escrever sobre o assunto. Nessa época, a IBM organizou o programa chamado Projeto Demand, se envolvendo no desenvolvimento de técnicas de CAD. Esse projeto teve influência no CADD, da McDonnell e no CADAM da Lockheed.

Em 1967, Valdam e Matsa fundaram o Siggraf da ACM e, em 1968 teve início a primeira publicação do periódico CAD. Ainda em 1968, foi introduzido o DEC 338, provavelmente, o primeiro terminal gráfico inteligente disponível comercialmente.

Em 1969, foi apresentada ao público a primeira linguagem para manipulação de gráficos: a Grail, da Rand Corp..

Em 1968, a Tektronix lançou no mercado um tubo de imagem com armazenamento, o T4002A, com preço muito baixo (US\$ 9,000), seguido logo depois pelo 4010, com o preço de US\$ 4,000, passando a dominar o mercado de vídeos com tubos de armazenagem e, por extensão, o mercado de computação gráfica. Esse lançamento foi muito importante para o desenvolvimento e crescimento do setor. [149]

1970 - 1980

Surgiram, no início da década, novas empresas dedicadas ao setor: Vector, Computervision, Calcomp, etc...

Por volta de 1970, a Tektronix lançou um copiador - o modelo 4610 - por menos de US\$ 5.000 (um preço baixo) e, pode-se dizer que esta foi uma das maiores contribuições para o crescimento da Computação Gráfica. [149]

Em 1972, foi montado o primeiro sistema CAD/CAM completo baseado em minicomputador.

Ainda em 1972, foi organizada a USA-JAPAN Computer Graphics Conference, em Tóquio. Em 1974, realizada a 1ª Conferência Siggraf, em Boulder, Colorado, tendo início os trabalhos do Graphics Standard Planning Committee, que levou à primeira proposta normativa CORE/Siggraph.

Em 1975, o IEEE promoveu a Conference on Computer Graphics, Pattern and Data Structures. Ainda esse ano, tornaram-se viáveis os vídeos gráficos raster de baixo custo.

Em 1976, apareceram os microcomputadores com capacidade gráfica, tais como: Pet, Apple, TRS, etc... Em 1979, foi realizada uma conferência em Bolonha, Itália, onde foram lançadas as bases da Eurographics.

1980 - 1989

O crescimento do mercado de microcomputadores tornou-se muito grande. As imagens e gráficos se tornaram características indispensáveis dos softwares disponíveis no mercado. Em 1980 foi realizada a primeira conferência da NCGA (National Comp. Graphics Association) em Washington e da Eurographics, em Genebra. O lançamento do PC/AT da IBM de 16-bit e o do programa AUTOCAD da Autodesk, no início da década, foi de grande importância para o desenvolvimento do setor. De repente, um computador de mesa, barato, passou a executar funções de um sistema completo ("turnkey"). Além disso, pode-se citar o lançamento pela Apollo Computer Co. de uma estação de trabalho baseada em microprocessador de 32-bit.

Em 1981, a IEEE lança o periódico Computer Graphics and Applications junto com a NCGA. Em 1982, a ISO (International Standard Organization) adota a norma GKS (Graphical Kernel System).

A partir de 1984, os sistemas passaram a contar com vídeos de alta resolução, grande número de cores e dispositivos a

laser. Um dos fatores que têm contribuído para o crescimento do uso do CAD é o poder de processamento dos sistemas baseados em estações de trabalho e microcomputadores, comparado aos mainframes de outrora mas com um custo muito mais baixo. [170]

2.3.2. RETROSPECTIVA DO DESENVOLVIMENTO DOS SISTEMAS

Os sistemas CAE/CAD hoje estão bastante difundidos, o caminho percorrido para tal, no entanto, foi difícil. Os primeiros programas para CAD/CAM eram orientados em lotes, o que levava o usuário a entrar com os dados e esperar muito tempo para obter o resultado. Caso houvesse erro, o processo teria que ser repetido e o tempo de trabalho era muito grande. Hoje, porém, os programas são interativos, o que permite ao usuário entrar com pequenas porções do problema e obter os resultados instantaneamente, compondo a solução do todo. [170]

Programas para análise têm tido um desenvolvimento similar aos de desenho em CAD e programas em CAM. São programas complexos e difíceis de serem colocados em forma gráfica. Há vinte anos atrás, a análise por elementos finitos só podia ser feita por pessoas altamente especializadas, que colocavam os dados de cada nó dos elementos nos cartões de computadores de grande porte, para processamento em lote. Erros inseridos com os cartões eram difíceis de localizar e frequentemente só apareciam após horas de cálculo na máquina. Hoje, preprocessadores gráficos podem ser usados para descrever o problema de forma interativa e, embora muitas análises sejam feitas em mainframes e supercomputadores, o uso de estações de trabalho e de micros é muito grande nesta aplicação.

No quadro 2.1, abaixo, temos uma mostra do crescimento no uso de sistemas CAD/CAM desde 1979 até 1984, desenvolvido pela Machover Associates Co. [149].

Segundo a empresa Interbusiness este setor foi o que mais cresceu nos últimos anos - 698% de 1985 a 1988 [225]. Em 1981, a área de CAD/CAM teve um volume de negócios de US\$ 810 milhões, e em 1988 teve US\$ 2,77 bilhões [006].

QUADRO 2.1
CRESCIMENTO NO USO DE SISTEMA CAD/CAM

ANO	CRESCIMENTO % NO ANO	SISTEMAS INSTALADOS NO ANO	ESTAÇÕES INSTALADAS	TOTAL DE SISTEMAS INSTALADOS	TOTAL DE ESTAÇÕES INSTAL.
1979	-	-	-	3.200	12.000
1980	40	1.200	4.500	4.400	16.500
1981	40	1.600	6.300	6.000	22.800
1982	40	2.200	8.800	8.200	31.600
1983	40	3.000	12.300	11.200	43.900
1984	40	4.200	17.200	15.400	61.100

Fonte: Machover Associates Corporation [149]

No Brasil, o crescimento do mercado de CAE/CAD/CAM tem sido menor que no países mais industrializados, mas nem por isso deixa de ser expressivo. Aqui, o segmento cresceu 22% em 1988 [225], faturando perto de US\$ 35 milhões (US\$ 36 milhões [227]), com 700 unidades vendidas, sendo a maioria baseada em microcomputadores [286]. Nos EUA, em 1988, o setor movimentou perto de US\$ 820 milhões em 1988, seguido pela Alemanha Ocidental com US\$ 750 milhões e pelo Japão com US\$ 700 milhões. [286]

Em 1989, 2.658 unidades para computação gráfica foram vendidas no Brasil, com um faturamento de US\$ 99,3 milhões. [271] Bem acima da expectativa da Sobracon, que no início do ano estimava que seriam vendidos cerca de 1.340 sistemas com um faturamento de US\$ 53 milhões. [286, 227]

Segundo Dataquest [268], o mercado mundial de computadores para aplicação técnica teve um volume de vendas de US\$ 23,6 bilhões em 1989, sendo que as mesmas foram divididas da seguinte forma: [268]

Superminicomputadores	28,3 %
Estações de Trabalho	25,7 %
PCs	19,7 %
Mainframes	17,0 %
Supercomputadores	6,0 %
Outros	3,3 %

Mesmo com o grande crescimento do uso de estações de trabalho e microcomputadores, a maior base instalada isolada de CAE/CAD, em 1989, estava baseada em mainframe trabalhando com programas CADAM e CATIA. [282]

2.4 RESUMO DESCRITIVO DOS SISTEMAS CAE/CAD

Os sistemas CAE/CAD funcionam usando equipamentos e programas computacionais desenvolvidos e/ou configurados, na maioria das vezes, especificamente para tais aplicações. Em termos funcionais gerais, no entanto, o processamento dos dados é feito da mesma forma que nos demais computadores.

2.4.1 FUNCIONAMENTO DOS SISTEMAS

Um sistema de computação gráfica funciona de forma similar a um sistema não gráfico, a não ser por um tipo de dado adicional e importante que ele pode manipular: imagens. O sistema gráfico aceita imagem como entrada e fornece imagem como saída. [170] Sua configuração dependerá das necessidades do ambiente onde deverá trabalhar. Essas necessidades, seguidas pelos requisitos a serem cumpridos e pelos objetivos a serem alcançados, determinam os programas e os equipamentos a serem usados.

Basicamente, os sistemas funcionam como mostra a figura 2.1.

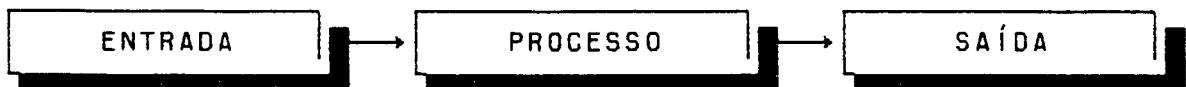


Figura 2.1. Modo básico de processamento computacional [170]

Tanto a entrada quanto a saída dos sistemas computacionais tem que estar adequados aos seres humanos que inserem e extraem informações dos mesmos. Considerando a atuação do ser humano no sistema, a interface homem-máquina aparece como pode ser visto na figura 2.2. -baseado em diagrama de Kantowitz e Sorkin.

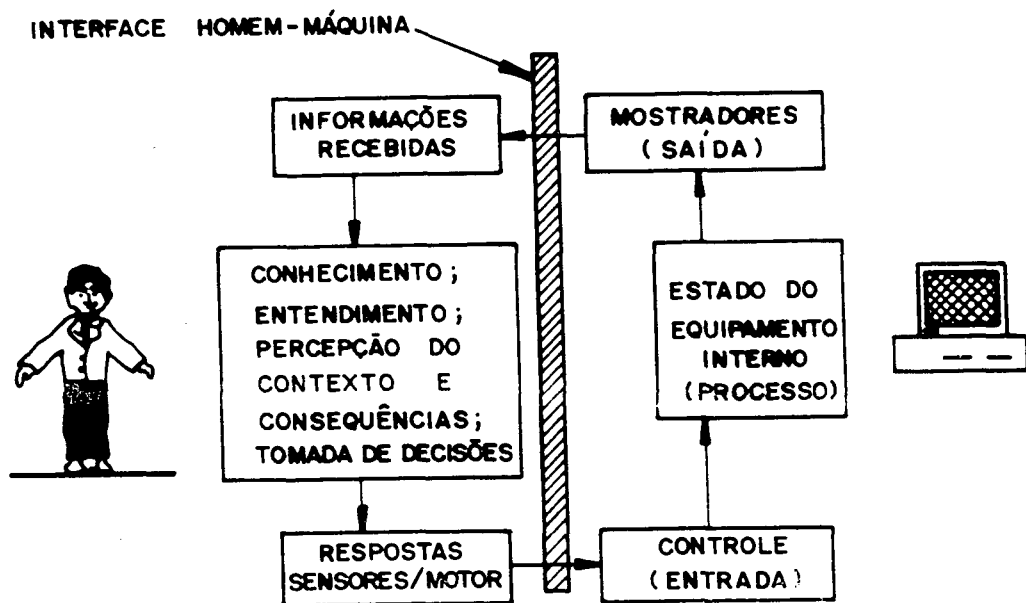


Figura 2.2. A interface homem-máquina no processamento interativo. [170]

Na figura, o lado humano pode aparecer como uma repetição do lado máquina, mas a similaridade é apenas aparente. Uma pessoa é mais que um processador de informações, ou seja, não se pode deixar levar pela tentação de visualizar o componente humano do sistema contribuindo apenas com o processamento de informações seguido pela tomada de decisão. Tem-se que se levar em conta a percepção humana de contexto e consequência. A informação, do lado humano, é transformada a medida que se move pelo sistema, ao invés de ser simplesmente transportada. [170]

Considerada, inicialmente, como uma barreira no sistema, a interface homem-máquina tem se tornado cada vez mais amigável para o usuário, devido às medidas tomadas para adaptá-la aos requisitos dos seres humanos. [170]

Num sistema computacional comum, as entradas normalmente são feitas via teclado e, em alguns casos, via mouse, e se referem, na maioria dos casos, a dados alfa-numéricos; as saídas são, normalmente, em forma de relatórios com dados alfa-numéricos e gráficos. Nos sistemas gráficos, as entradas, além de

alfa-numéricas podem ser figuras e desenhos. Os dispositivos usados são vários, tanto para entrada quanto para saída de dados, como pode ser visto na figura 2.3.

Dentro do sistema, as entradas são processadas e os resultados mostrados no vídeo. Para isto, são usados programas gráficos especiais, trabalhando em equipamentos configurados para este fim.

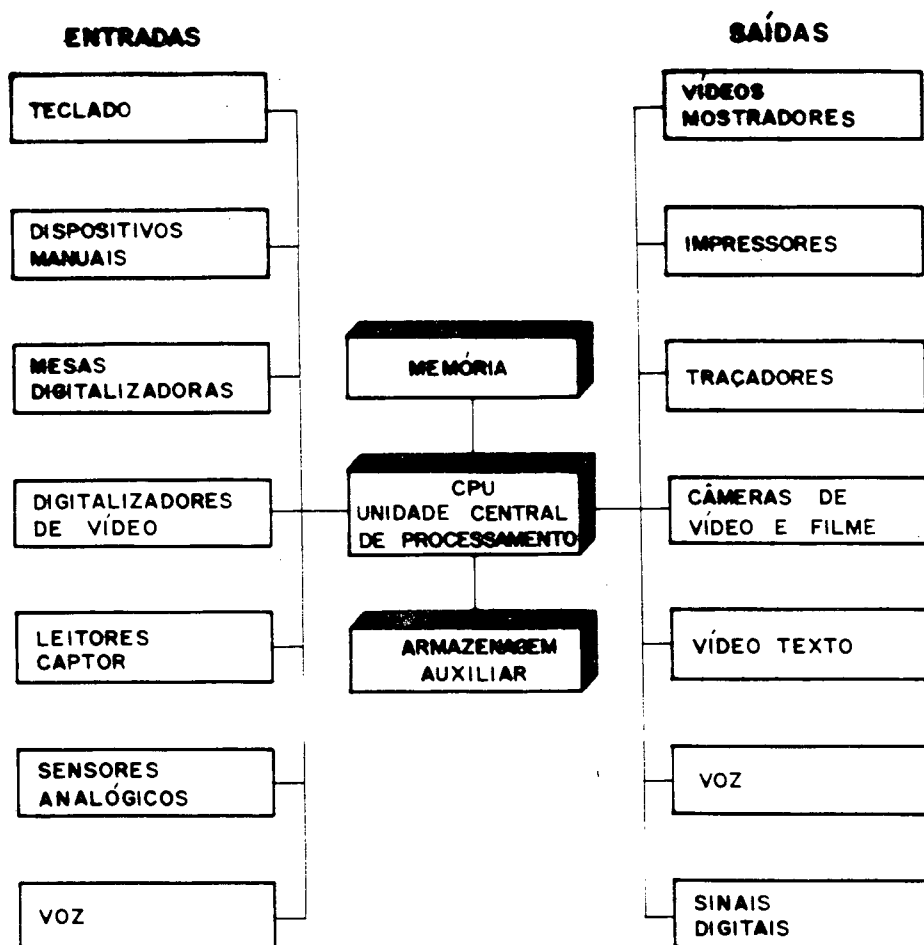


Figura 2.3. Dispositivos de entradas e saídas dos sistemas [170]

O uso dos dispositivos nos sistemas depende da forma de trabalho e do programa a ser utilizado. A maioria das estações de trabalho tem sido configuradas, em sua forma básica, com um monitor de vídeo para dados gráficos e alfa-numéricos, um teclado e um mouse (figura 2.4). O uso de uma mesa digitalizadora de pequeno porte com cursor, em anexo, também é comum. Alguns programas, como os de mapeamento, exigem o uso de mesa

digitalizadora de maior porte, outros tem possibilidade de trabalhar com teclados e botoeiras auxiliares.

Para agilizar a comunicação de dados dentro do ambiente de trabalho, cada vez mais os sistemas computacionais estão sendo ligados em rede. Isso possibilita que os computadores estabeleçam comunicação direta de seus dados entre si. Os sistemas mais próximos são interligados em redes locais, por meios de cabos, enquanto os sistemas mais distantes são interligados por meios de estações de transmissão por microondas. [170]

Trabalhando dentro do sistema, tem-se as Bases de Dados, que formam uma parte fundamental do mesmo. A base de dados corresponde à coleção compreensiva de informações correlacionadas armazenadas no sistema. Pode armazenar dados gráficos e não-gráficos. A facilidade ou dificuldade de se trabalhar com um sistema CAE/CAD depende, em muito, de como está estruturado o Sistema de Administração da Base de Dados (DBMS - Database Management System), que pode ser hierárquico, em rede ou relacional. [267, 134, 041, 278]

A administração dos documentos gerados, também, é um ponto importante no trabalho do sistema. Esta tarefa pode ser feita usando sistemas: baseados em camadas, orientados por objetos ou indexados por objetos tri-dimensionais. [267]

Possibilitando todo este trabalho estão os programas aplicativos, que existem para todas as disciplinas da área de engenharia e fabricação. Cada programa, por mais genérico que seja, tem uma área preferencial de aplicação. Entre os mais genéricos pode-se citar: desenho em 2D e 3D, modelamento de sólidos, projeto industrial, análise por elementos finitos, projeto de circuitos, etc... [267, 149, 257,...]

2.4.2. CONFIGURAÇÕES DOS SISTEMAS

Os sistemas gráficos são formados pelos seguintes componentes principais: [149]

- Software de sistemas;
- Software gráfico e correlacionados;
- Dados gráficos e correlacionados;

- Uma CPU (Unidade Central de Processamento), que é parte de um microcomputador, mini ou mainframe;
- Uma GPU (Unidade de Processamento Gráfico) para manipular todas as funções gráficas interativas. (O uso de uma GPU agiliza muito o trabalho dos sistemas.)
- Armazenagem de dados do sistema- usualmente disco rígido;
- Armazenagem de arquivo de backup;
- Memória principal (RAM) de maior capacidade, para trabalhar com a CPU e a GPU;
- Em sistemas grandes existe uma unidade de controle separada para a CPU; em sistemas menores ela é a própria estação em si, ou uma das estações gráficas se encarrega de executar essa função, se existe mais de uma trabalhando em conjunto.
- Estações de trabalho gráficas;
- Dispositivo de saída para cópia: impressora ou traçador;
- Saída opcional para comunicação com outros sistemas.

A diferença entre sistemas está no tamanho, número de estações de trabalho, forma de entrada de dados, tipo e tamanho de vídeo, velocidade de processamento e dos recursos disponíveis pelo software em aplicação.

Segundo Marshall [170], os sistemas gráficos podem ser agrupados em 6 classes ou categorias:

1. Computador de grande porte, centralizado, com terminais gráficos ou estações trabalhando em tempo compartilhado;
2. Minicomputadores distribuídos, com estações ligadas a cada um deles, trabalhando em tempo compartilhado;
3. Estações de trabalho gráficas com processamento próprio a base de microprocessador (trabalhando de forma isolada - "standalone" ou ligadas a um servidor);
4. Sistemas de microcomputadores com capacidade estendida;
5. Microcomputadores como terminais de mainframe;
6. Sistemas em rede;

Usa-se muito a referência a sistemas "turnkey", mas este não é um termo técnico: significa apenas um sistema completamente configurado e montado pelo fornecedor e entregue pronto para uso, pronto para virar a chave - "turn the key". [170]

2.4.2.1. SISTEMAS DE GRANDE PORTE CENTRALIZADOS

São formados por computadores de grande porte que suportam várias estações de trabalho. Nele, nenhuma estação é independente; todas acessam recursos comuns de memória, armazenagem, impressoras e traçadores. Existem casos onde todo o processamento é feito na CPU principal e outros onde as estações, mesmo sendo dependentes, são capazes de processar boa parte do que precisam.

São sistemas indicados para aplicações onde se necessite manipular grandes volumes de dados e compartilhar o trabalho de muitos terminais - mais de 100 [275].

É um equipamento recomendado para análises, principalmente as relativas a sistemas estruturais de grande complexidade construtiva e de carregamento. [130]

2.4.2.2. SISTEMAS DE MINICOMPUTADORES DISTRIBUÍDOS

Sistemas configurados com vários minicomputadores distribuídos, cada um com estações de trabalho ligadas a si e trabalhando em tempo compartilhado. Os minicomputadores podem servir apenas para base de dados e como base de programas se estiverem ligados com estações independentes; se as estações não tiverem capacidade de processamento interno, a CPU do minicomputador será a encarregada de processar os dados para as mesmas. [170, 206]

A base de dados e os programas ficam armazenados no minicomputador servidor.

2.4.2.3. ESTAÇÕES DE TRABALHO COM PROCESSAMENTO PRÓPRIO

São máquinas baseadas em microprocessadores, com alta capacidade de processamento local e com grandes recursos de armazenagem em disco. Cada estação dispõe de todos os recursos necessários para processar os programas de CAE/CAD, e podem trabalhar isoladas ou interligadas em redes. [170, 006]

As estações de trabalho podem ser classificadas, de forma

genérica, de acordo com sua configuração e seu desempenho, em estações de alto, médio e baixo nível.

As de baixo nível, custam menos, podem ter vídeo colorido ou preto-e-branco e são usadas, freqüentemente, com trabalhos em 2D.

Em nível médio, tem-se estações coloridas, 3D, usadas para modelamento em wire-frame e modelamento sólido simples. Embora possam dispor de alguma animação, não são suficientemente rápidas para manipulação em tempo real. [254]

No nível mais alto da tecnologia de estações de trabalho, estão aquelas capazes de trabalhar com manipulação de modelos sólidos em tempo real e trabalhar com sistemas mais complexos.

2.4.2.4. SISTEMAS DE MICROCOMPUTADORES DE CAPACIDADE ESTENDIDA

São sistemas baseados em microcomputadores de alta capacidade que podem se tornar atraentes pelas opções e pelo baixo custo, mas tem possibilidade de expansão limitada. Usam como base uma estrutura de PC AT ou 386, com co-processador aritmético, vídeo de alta resolução colorido, disco rígido de alta capacidade - podendo incluir unidade de fita para backup - além dos acessórios de entrada e saída normais, como mesa digitalizadora e traçador. [170, 135]

Os computadores pessoais são usados, hoje, em todos os níveis de atividades de projeto e manufatura. A maioria dos PC's usados em engenharia, são máquinas de 16 bits tipo IBM AT, sendo que vem aumentando muito o número de micros de 32 bits com processadores Intel 80X86 ou Motorola 680XX. [206, 275]

Muitas empresas tem inserido PCs nas suas redes de estações de trabalho de engenharia, em conjunto com estações de trabalho de maior capacidade. [275]

2.4.2.5. MICROCOMPUTADOR COMO TERMINAL DE COMPUTADOR CENTRAL

São sistemas que usam microcomputadores com capacidade de processamento local, ligados à base de dados de um computador central de grande porte. O micro deve ser dotado de monitor de vídeo e de dispositivos de entrada compatíveis com a aplicação. [170]

Esses microcomputadores geralmente trabalham sem unidades de discos locais, armazenando apenas no computador central. [275]

2.4.2.6. SISTEMAS EM REDE

São sistemas de estações de trabalho, minicomputadores, micro ou mainframes, ou misturas deles, interligados e compartilhando dados entre si. [170]

A rede pode ser configurada em linha, em estrela ou em anel, para o caso de redes locais. Além disso, podem ser interligadas via telecomunicações para o caso de redes de longa distância. [170]

A maioria dos usuários requer três coisas de uma rede: compartilhamento de informações, uso comum de periféricos de alto custo - como impressora a laser, plotter, drives de alta capacidade - e transferência de arquivos de uma estação para outra. Além disso, é interessante que se compartilhe os programas mais caros.

2.5. SITUAÇÃO ATUAL E PERSPECTIVAS NA ÁREA DE CAE/CAD

2.5.1. CONSIDERAÇÕES GERAIS

Mudando de sistemas de alto custo e baseados em mainframe com programas específicos da década de 60, a área de CAE/CAD segue atualmente no impulso do incremento do uso dos computadores pessoais e das estações de trabalho iniciado em fins da década de 80. O aumento do poder de processamento dos computadores pessoais (PCs) e a queda nos preços das estações de trabalho contribuíram decisivamente para o crescimento do setor. [275]

Seguindo a tendência de uso de sistemas menores e mais independentes, tem aumentado a produção de sistemas abertos, onde programas de um fabricante funcionam em equipamentos de outro, sem problemas de compatibilidade. Além disso, a proliferação de sistemas mais baratos, mais poderosos, mais fáceis de usar e mais fáceis de serem adquiridos, tem possibilitado que empresas menores

possam ter acesso a um nível tecnológico do qual antes estavam totalmente afastadas. [275]

De acordo com muitos especialistas, muitas das instalações de CAE/CAD/CAM não tem conseguido salvar muito tempo no ciclo total de projeto. Os maiores ganhos tem sido conseguidos na automação e manutenção de desenhos. [206] Limitações dos programas, aliadas a deficiências de especificação e de utilização dos mesmos, tem contribuído para isso.

Esta situação, no entanto, tem mudado. A última geração de programas para engenharia tem a capacidade de antecipar o que o usuário realmente necessita e realizar, automaticamente, tarefas que previamente requeriam ação humana. Embora não sejam dotados de inteligência artificial, estes programas incluem características e funções que tornam o trabalho do engenheiro e do projetista mais fácil, rápido e preciso. Tais programas prometem aumentar a produtividade e a qualidade da engenharia porque os recursos computacionais passam a ser usados nas atividades onde realmente rendem mais. [275, 284]

Embora a quantidade usada de programas de projeto conceitual ainda seja pequena, vários tipos de sistemas deste tipo já estão disponíveis - sistemas interativos, orientados graficamente, tais como da Aries Technology, e baseados em árvores lógicas, tais como da ICAD e Wisdom Systems. [206, 275, 248]

Os sistemas atuais mais avançados tem algumas características que os diferem dos comuns. Embora isso, às vezes, não seja tão distinto, elas podem ser listadas como sendo: [275, 248]

- . Interface gráfica com o usuário, que fornece menus, operações de apontar e ligar e janelas. A tendência é de se prover os sistemas de interface gráfica padronizada, que permita aos usuários passarem de um programa para outro sem perder o treino adquirido;
- . Comunicação aberta com o usuário, permitindo um alto nível de interatividade;
- . Nível de automação do programa determinado pela necessidade do usuário. Redução da ocupação do usuário com rotinas e maior tempo para trabalho criativo;
- . Integração com outros programas aplicativos;
- . Ajuda on-line -a um toque de botão- com explanação clara das

funções disponíveis no programa:

- . Modelamento sólido com recursos de parametrização e geometria variacional;
- . Capacidade de trabalhar com esboços em 2D, com solucionadores de equações, planilhas e relatórios. Uso de parametrização e geometria variacional em 2D, em conjunto com análise de mecanismos e cinemática;
- . Desenvolvimento de projetos através de regras pré-estabelecidas;
- . Geração de desenhos 2D a partir de modelos em 3D, com recursos de parametrização e de geometria variacional;
- . Geração de imagens mais realistas dos modelos;
- . Analisador por elementos finitos com: capacidade de construir modelos, geração automática de malha, capacidade para adaptação de malha, capacidade de amplificar a precisão dos elementos (versão p) e análise de elementos de contorno;
- . Simulação de processo de fabricação: [157]
- . Alta taxa de interatividade com a base de dados: [157]
- . Alta capacidade de trabalhar em rede. [157, 285]

Dentre os desenvolvimentos alcançados nos últimos tempos, tem se firmado, como realidade e como tendência, o esforço para integração dos sistemas computacionais das indústrias, através de técnicas de CIM e CAD/CAM. [206, 284]

Seguindo esta tendência, o esforço de integração tem prosseguido. Somente nos EUA foram gastos, em 1988, US\$ 2,2 bilhões e um estudo de Frost & Sullivan preve que se gaste US\$ 4,9 bilhões até 1993. [271]

Acompanhando o desenvolvimento dos equipamentos e programas, os administradores das empresas usuárias, tem se conscientizado da necessidade de promover mudanças nas suas organizações, para aproveitar melhor os recursos computacionais disponíveis. Esse procedimento, considerado como tendência, tem possibilitado que novos sistemas, implantados com tal filosofia e com um bom planejamento estratégico, apresentem resultados mais adequados para as empresas. [275]

Outra tendência que tem sido notada é a de aumentar o volume de sistemas trabalhando em rede, sejam baseados em PCs ou em esta-

ções de trabalho, ou mistos dos dois. O trabalho em rede diminui os custos de aquisição e agiliza o fluxo de dados dentro do ambiente de estudos e projetos. [275]

Nota-se, entre os fabricantes de sistemas para CAE/CAD, uma tendência a desenvolver seus produtos com capacidades cada vez maiores de comunicação com outros e seguindo padrões de referência comuns, tais como a adoção do uso de X-Windows - padrão desenvolvido no MIT e adotado por vários fornecedores. Alguns sistemas já permitem que se trabalhe com mais de um sistema operacional num mesmo conjunto, e pode-se prever que a integração tende a aumentar. [275, 206, 254]

Existe uma necessidade clara de se aproveitar melhor o tempo dos equipamentos. Em função disso tem se firmado como sistema operacional mais usado o Unix, cujo uso, ao que tudo indica, deverá continuar a crescer. [275, 281, 268]

Nota-se uma tendência para se definir melhor as normas a serem usadas para desenvolver produtos e tende a aumentar a concordância com relação aos padrões a serem usados. [206, 247]

Compartilhando desse desenvolvimento vem caminhado os meios de análise de modelos por elementos finitos, que podem ser muito beneficiados pela integração que se descortina para os sistemas CAD/CAE. Programas para otimização de estruturas, possibilitando aos engenheiros estabelecer os limites de deflexão; solução de problemas não-lineares, tal como dobramentos; análise de eventos dinâmicos não-lineares, tais como impactos; determinação dos efeitos da interação entre superfícies de contato; resposta de estrutura a impactos explosivos; análise de modelos de materiais compostos, isotrópicos e ortotrópicos, com propriedades dependentes de temperatura; modelos com mais de 100.000 graus de liberdade; são algumas das capacidades encontradas nos novos programas de análise. [223, 257, 254] Análise de modelos submetidos a carregamento combinado térmico e mecânico é uma realidade nos novos programas. [289]

Outra faixa que tem se desenvolvido, é a voltada para estudar o comportamento dos materiais nos processos de fabricação através de modelos matemáticos, onde já existem vários programas genéricos para tal fim, além daqueles desenvolvidos por usuários. [141, 1] Aliados a esta estão os programas que permitem simulação de fluxos

produtivos e de funcionamento de mecanismos. [3, 213]

O aumento do poder de processamento dos PCs tem possibilitado que se realize análises com elementos finitos tão rapidamente quanto nas estações de trabalho (conforme o porte do problema), e já se dispõe de programas completos para funcionar nos mesmos, o que tem difundido o seu uso ainda mais. [289]

Outro elemento de avanço no processo de CAE/CAD é o de se poder construir modelos físicos, em três dimensões, diretamente a partir da base de dados do CAD (estéreoilitografia). Equipamentos a base de laser direcionado sobre resina de cura rápida possibilitam isto, agilizando em muito a obtenção de maquetes de peças. [288]

Dataquest acredita que o mercado de CAD/CAM está no terceiro estágio de evolução industrial. O primeiro foi caracterizado pelos fornecedores ofertando programas gráficos de aplicação geral em uma grande variedade de disciplinas. O segundo estágio teve a introdução de fornecedores que construíam sistemas para uma disciplina específica. O terceiro estágio é caracterizado por fornecedores que oferecem ferramentas que complementam os sistemas existentes ou que levam a aumentos significativos de produtividade de certas classes de tarefas ou problemas de engenharia. [287]

2.5.2. CONSIDERAÇÕES SOBRE ESTAÇÕES DE TRABALHO

Devido a sua utilização em larga escala nos sistemas CAE/CAD, as estações de trabalho merecem um comentário à parte, pois o que tem acontecido com elas tem se refletido diretamente no ambiente onde atuam.

É grande a variedade de estações no mercado e a compatibilidade entre elas ainda é pequena ou nenhuma. A maioria trabalha apenas com programas feitos exclusivamente para elas. Outro fator de incompatibilidade é a diversidade de sistemas operacionais com que trabalham. Embora a maioria dos fabricantes use sistema operacional UNIX, existem versões do mesmo e elas não são plenamente compatíveis. Existe um esforço dos fabricantes para reduzir as diferenças e se chegar a um sistema que possa compatibilizar as estações a nível de sistema operacional. [275]

Com uma perspectiva de vendas de US\$ 8 bilhões para 1990 [281] e de US\$ 16,2 bilhões [281] a 17,3 bilhões [288] para 1993, o mercado de estações de trabalho vem crescendo cada vez mais.

Seguindo esta tendência, as empresas tem desenvolvido um grande número de programas para as estações de trabalho. A Sun Microsystems, por exemplo, já dispõe de mais de 2.000 produtos para suas estações SPARC, que foram lançadas no ano passado. [281]

Basicamente, um equipamento de CAE/CAD é configurado conforme mostra a figura 2.4, abaixo, onde aparece uma estação de trabalho em conjunto com um traçador gráfico.

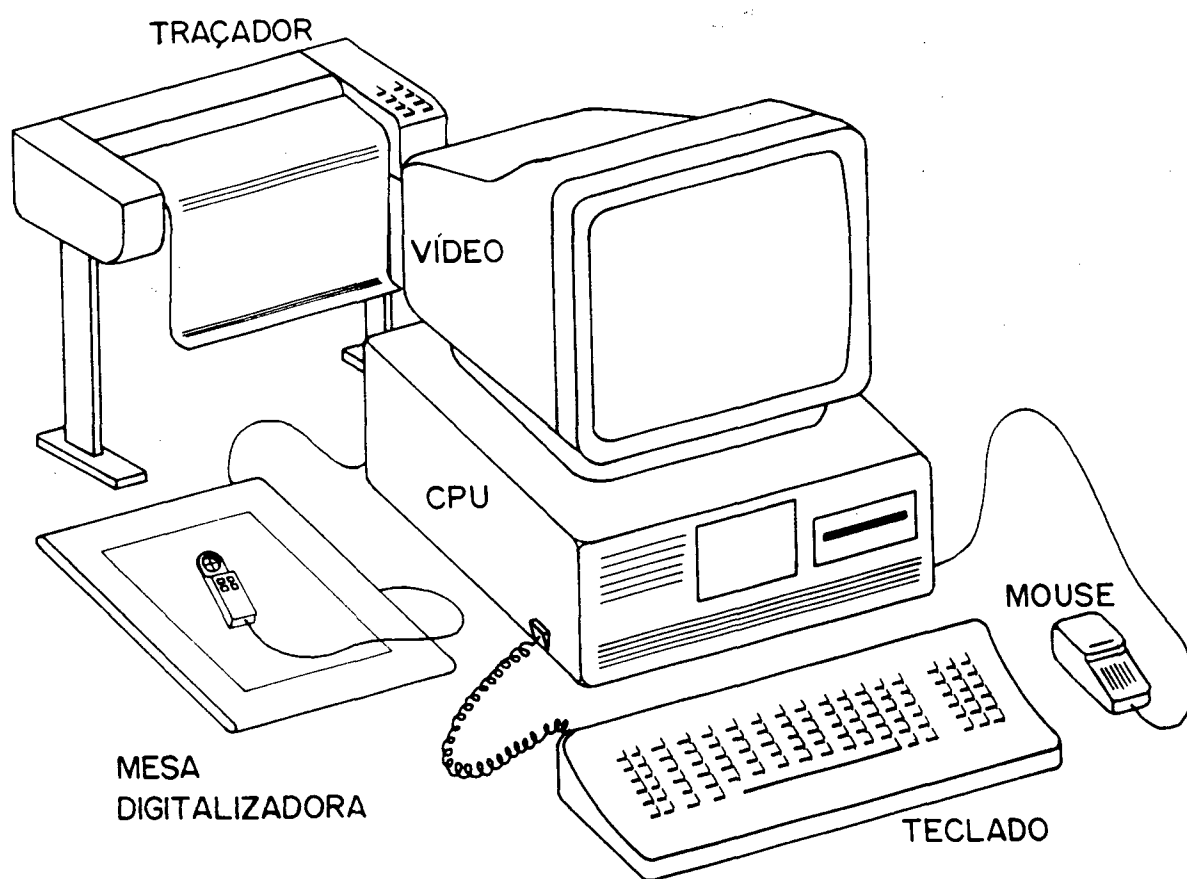


Figura 2.4 Equipamento básico de CAE/CAD.

Existem muitos tipos de estações de trabalho no mercado. Um resumo das características básicas de desempenho das estações em 1990 pode ser visto no quadro 2.2.

QUADRO 2.2

RESUMO DAS CARACTERÍSTICAS DE DESEMPENHO DAS ESTAÇÕES DE TRABALHO

PERFORMANCE COM INTEIROS	1 a 34,5 MIPS
PERFORMANCE COM PONTO FLUTUANTE	0,5 a 10,9 MFLOPS
PROCESSADOR	Motorola, Fairchild, POWER/IBM Intel, MIPS Computer, SPARC/Sun
FREQÜÊNCIA DE CLOCK	16 a 60 MHz
CHIP DE PONTO FLUTUANTE	Intel, Motorola, Weitek
MEMÓRIA PRINCIPAL	4 a 128 Mbyte
CAPACIDADE DE DISCO INTERNO.....	90 Mbyte a 2,5 Gbyte
PROCESSADOR GRÁFICO	Na CPU ou separado

O desempenho das estações de trabalho continua a aumentar numa taxa incrível. Nos quadros a seguir, pode-se comparar como foi a evolução do desempenho, das configurações e dos preços nos últimos anos.

QUADRO 2.3

ESTAÇÕES DE TRABALHO DE NÍVEL MAIS BAIXO, EM 1986 [170]

FORNECEDOR	APOLLO	DEC	IBM	SGCS	SUN
CPU	MC68020	MicroVAX II	RISC	MC68010	MC68020
Memória	2-4 Mb	2-9 Mb	1-4 Mb	2-12 Mb	4 Mb
Vídeo	19"	19"	14"	15"	19"
Cor	P&B	P&B	cor	cor	P&B
Resolução	1280 x 1024	1024 x 864	720 x 512	1024 x 768	1152 x 900
Capacidade Disco		31 Mb	40 Mb	22 Mb	
Custo US\$	15.000	42.000	25.000	28.000	12.000

QUADRO 2.4

ESTAÇÕES DE TRABALHO DE NÍVEL MAIS ALTO, EM 1986 [170]

Fornecedor	APOLLO	DEC	IBM	SGCS	SUN
CPU	MC68020	MicroVAX II	RISC	MC68010	MC68020
Memória	2-4 Mb	3-9 Mb	2-4 Mb	2-16 Mb	4-16 Mb
Vídeo	19"	19"	19"	19"	19"
Cor	cor	cor	cor	cor	cor
Resolução	1280 x 1024	1024 x 864	1024 x 1024	1024 x 768	1152 x 900
Capacidade Disco	86 Mb	71 Mb	70 Mb	170 Mb	71 Mb
Custo US\$	108.000	64.000	72.000	88.000	87.000

QUADRO 2.5

RESUMO DE DESEMPENHO DAS ESTAÇÕES DE TRABALHO (84 a 88) [206]

	1984	1985	1986	1987	1988
MIPS da CPU	1	2	4	8	16
Kflops LINPACK DP	100	250	500	1.000	2.000
VETORES/s em 3D	20.000	40.000	75.000	150.000	300.000
POLIGONOS/s Gouraud	N/A	N/A	2.500	5.000	20.000
Exemplos	Apollo DN 660	Sun 3/160	HP 350	SGI 40/60	

Além do aumento no poder de processamento, as estações de trabalho tem se tornado bem melhor equipadas em termos de dispositivos de armazenagem de massa (discos rígidos internos de grande capacidade e unidades de fita magnética) e de dispositivos de apresentação de imagens (vídeos de alta resolução de maior tamanho, com imagens coloridas e grande capacidade de cores simultâneas.

Em Computer Aided Design Report de março 1990 [268], tem-se alguns quadros comparativos de desempenho de estações de trabalho feitos em 1990, e que servem para visualizar quanto se avançou

neste campo.

QUADRO 2.6
COMPARATIVO DE ESTAÇÕES DE TRABALHO DE NÍVEL BAIXO [268]

FABRICANTE DADOS DE DESEMPENHO	MODELO		Sun SPARCstation 1	DEC DECstation 3100	HP 9000-834 CH
	IBM RS/6000-320	IBM PS/2 70-486			
FREQ. DE CLOCK (MHz)	20	25	20	16,67	15
MEMÓRIA PRINCIPAL (Mbytes)	8	8	8	8	8
TAMANHO BARRAMENTO (bits)	64	32	32	32	32
TRANSF. BARRAMENTO (Mbyte/s)	160	100	80	66,67	40
BARRAM. ENT/SAÍDA	Microchannel	Microchannel	SBus	SCSI	HP
ENCAIXES EXPANSÃO	4	3	3	—	3
BENCHMARK DHRYSTONE (s ⁻¹)	48.317	—	22.049	25.826	21.901
BENCHMARK LINPACK (MFLOPS)	7,4	0,94	0,884	1,6	1,75
BENCHMARK SPEC	22,3	8,7	8,3	10,1	9,5
TAMANHO DE VÍDEO (polegadas)	19	16	19	19	19
RESOLUÇÃO (pixels)	1280 x 1024	1024 x 768	1152 x 900	1024 X 864	1280 X 1024
CORES SIMULTÂNEAS	256	256	256	256	256
CAPACIDADE DE DISCO (Mbytes)	320	120	327	332	335
TEMPO DE ACESSO (ns)	12,5	25	16,5	24	17
CUSTO (US\$)	19.330	17.636	20.095	24.400	27.500
DATA ENTRADA NO MERCADO	jun 1990	dec 1989	jun 1989	abr 1989	fev 1990

Deve-se observar que no quadro comparativo 2.6 e nos seguintes, não estão citados os valores de capacidade de processamento em MIPS. Das estações citadas, porém, as capacidades são as seguintes:

IBM RS/6000-320 27,5 MIPS
Sun SPARCstation 1 12,5 MIPS

QUADRO 2.7

COMPARATIVO DE ESTAÇÕES DE TRABALHO DE NÍVEL MÉDIO [268]

FABRICANTE		IBM	Sun	HP	Intergraph
MODELO		RS/6000-530	SPARCstation 330-GXP	9000-834 SRX	Interpro 6240-112
DADOS DE DESEMPENHO					
FREQ. DE CLOCK	(MHz)	25	25	15	60
MEMÓRIA PRINCIPAL	(Mbytes)	16	16	16	16
TAMANHO BARRAMENTO	(bits)	128	32	32	32
TRANSF. BARRAMENTO	(Mbytes/s)	400	100	40	80
BARRAM. ENT/SAÍDA		Microchannel	VME	HP	VME
ENCAIXES EXPANSÃO		8	5	3	5
BENCHMARK DHRYSTONE	(s ⁻¹)	60.616	27.777	21.901	23.000
BENCHMARK LINPACK	(MFLOPS)	10,9	1,757	1,75	2,9
BENCHMARK SPEC		20,9	11,3	9.5	—
TAMANHO DE VÍDEO	(polegadas)	19	19	19	19
RESOLUÇÃO	(pixels)	1200 x 1024	1152 x 900	1200 x 1024	1104 x 804
CORES SIMULTÂNEAS		256	256	256	256
TRANSF. VETORES 3D	(s ⁻¹)	90.000	90.000	67.000	75.000
TRIANG. SOMBREADOS	(milhares/s)	10.000	5.500	7.500	1.000
CAPACIDADE DE DISCO	(Mbytes)	355	327	304	355
TEMPO DE ACESSO	(ms)	12,5	16	17	10
CUSTO	(US\$)	50.815	50.900	44.575	33.900
DATA ENTRADA NO MERCADO		jun 1990	jun 1989		fev 1990

Deve-se considerar que, mesmo com o grande crescimento de desempenho das estações de trabalho, elas não são capazes de resolver todos os problemas de CAE/CAD. Para suprir o espaço de cálculo logo acima do atendido pelas estações de trabalho, usa-se os recursos de mainframes ou de supercomputadores ou uma solução mais barata, os mini-supercomputadores (near-supercomputers). Os

mini-supercomputadores executam processamento escalar e vetorial de alto desempenho com um custo bem menor que os super. [279, 282]

QUADRO 2.8

COMPARATIVO DE ESTAÇÕES DE TRABALHO DE NÍVEL ALTO [268]

FABRICANTE						
	MODELO	IBM	HP	Intergraph	Silicon	Tektronix
DADOS		RS/6000-730	9000-835	Interpro	Graphics	XD00/30
DE DESEMPENHO			Turbo SRX	6200-413	Powervision	
					4D/210VGB	
FREQ. DE CLOCK	(MHz)	25	15	60	25	20
MEMÓRIA PRINCIPAL	(Mbyte)	48	48	48	48	48
TAMANHO BARRAMENTO	(bits)	128	32	32	64	32
TRANSF. BARRAMENTO	(Mbyte/s)	400	40	120	200	80
BARRAM. ENT/SAÍDA		Microchannel	HP	UME	UME	UME
ENCAIXES EXPANSÃO		7	7	5	6	1
BENCHMARK DHRYSTONE	(s ⁻¹)	60.616	23.430	23.000	33.112	34.000
BENCHMARK LINPACK	(MFLOPS)	10,9	2,0	2,9	2,9	1,7
BENCHMARK SPEC		28,9	9,5	—	—	12.5
TAMANHO DE VÍDEO	(pol)	19	19	19	19	19
RESOLUÇÃO	(pixels)	1200 x 1024	1200 x 1024	1200 x 1024	1200 x 1024	1200 x 1024
CORES SIMULTÂNEAS		16,7 milhoes	16,7 milhoes	16,7 milhoes	16,7 milhoes	16,7 milhoes
TRANSF. VETORES 3D	(s ⁻¹)	990.000	240.000	350.000	1.000.000	870.000
TRIANG. SOMBREADOS	(mil/s)	120.000	46.000	25.000	1.000.000	65.000
CAPACIDADE DE DISCO	(Mbyte)	670	670	670	700	600
TEMPO DE ACESSO	(ms)	12,5	17	18	15	16,5
CUSTO	(US\$)	104.705	105.575	57.700	121.900	83.400
DATA ENTRADA NO MERCADO		dec 1990	ago 1988	fev 1990	jun 1990	jun 1989

Como cita a Datamation [281], o grande avanço obtido foi em termos de performance. Existem estações oferecendo taxas de US\$ 473/MIPS (IBM RS/6000-320). A Dataquest prevê, que em 1993, se poderá comprar estações na faixa de US\$ 100 a 120 por MIPS. [281]

A Dataquest [281] apresenta algumas tendências para o campo das estações de trabalho que estão mostradas a seguir, na fig.2.5.

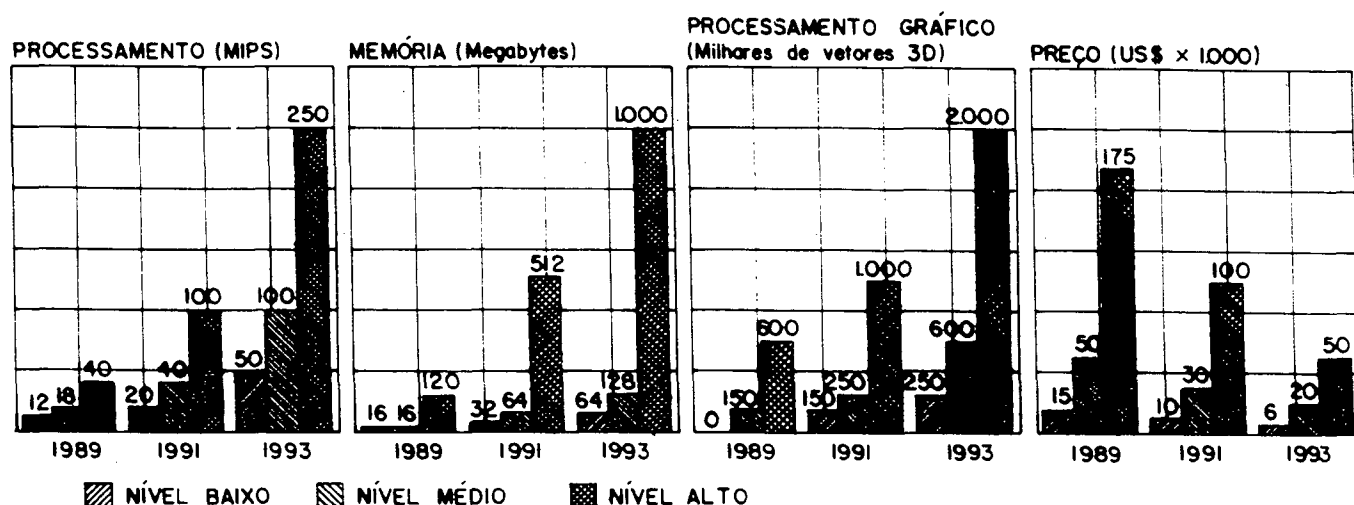


Figura 2.5. Tendências na área de estações de trabalho [281]

Segundo Schaffer [274], o aumento do uso das estações de trabalho é uma das mais importantes ferramentas para a efetiva implantação da Fabricação Integrada por Computador.

2.5.3. APLICAÇÃO NA SIDERURGIA

A indústria siderúrgica, do mesmo modo que as demais indústrias de maior porte, têm sofrido o impacto das mudanças que vêm se processando no mundo industrializado, principalmente no que tange à rapidez com que se desenvolvem produtos e técnicas e com que mudam as exigências de mercado. Como cita Williams [252], " a usina siderúrgica tem em comum com outras empresas de manufatura os requisitos operacionais mais importantes, particularmente no que diz respeito à Manufatura Integrada por Computadores (CIM).

Há muito que os engenheiros de sistemas industriais pensam em

integrar as unidades operacionais de suas fábricas com o objetivo de obter os produtos com um custo unitário mínimo e com uma taxa de utilidade máxima para a empresa produtora. [252]

Pode-se observar, atualmente, uma tendência para o uso de controle automático em seu sentido mais amplo (tanto controle dinâmico quanto planejamento) integrando todos os aspectos de operação de uma usina. Esse uso de controle global, permitirá que a usina possa compensar as interrupções e falhas imprevistas nos processos produtivos e que possa modificar sua programação e sua velocidade de produção em função das exigências de mercado. Tudo isso é feito minimizando, ao mesmo tempo os custos gerais de produção, por ajuste contínuo das condições da usina. Assim, o projeto pode ser feito usando tais recursos tecnológicos para manter a empresa sempre atualizada e atingindo seus objetivos. [252]

O conceito de sistema de controle geral ordenado hierárquicamente não é novo, pois teve sua origem na usina Richards, Thomas e Baldwin (agora British Steel Corporation) e na usina petroquímica de Chocolate Bayou da Monsanto, no Texas, em 1961. Este conceito tomou grande impulso com os vários sistemas de controle de usinas integradas de empresas siderúrgicas japonesas em meados e fins da década de 70. Foram seguidas ainda por indústrias de papel escandinavas, por usinas siderúrgicas nos Estados Unidos e na Holanda e por empresa diversas em vários países do mundo.

As aplicações de sistemas de controle computacionais integrados mais amplas e de maior sucesso, a nível de usina inteira, são encontradas na indústria siderúrgica, especialmente a japonesa. Instalações recentes na Holanda e nos Estados Unidos obtiveram o mesmo êxito, cabendo citar, ainda, um projeto recentemente aprovado na Índia. Sistemas similares estão sendo objetivados em usinas de todo o mundo, cabendo dizer, também, que os sistemas de controle total têm sido pagos em frações de um ano.

O uso de sistemas dinâmicos de controle distribuído, baseados em microprocessadores, tem se tornado a forma mais prática e eficaz de estruturar sistemas integrados. Estes sistemas usam os microprocessadores digitais, muito flexíveis, emulando antigos controladores analógicos, com terminais de vídeo para monitoração

e programação local, tudo isso interligado a um sistema de comunicação serial de alta velocidade. Esses sistemas locais são interligados entre si, via um computador central, que gerencia todas as informações circulantes no meio. [252]

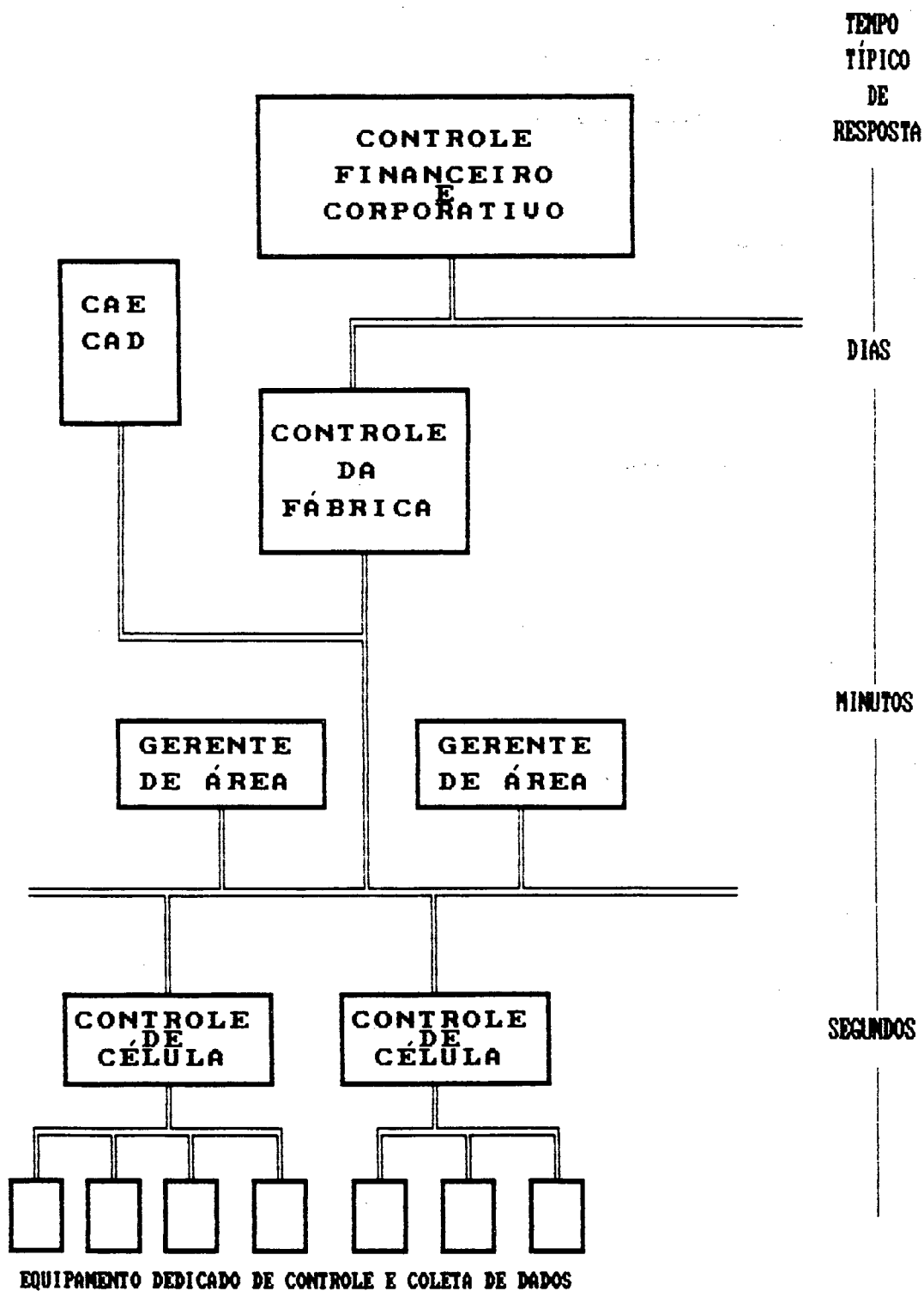


Figura 2.6. Tempos de resposta no ambiente de fabricação. [274]

Schaffer [274] apresenta, na figura 2.6, um esboço da Hewlett-Packard, onde se pode visualizar o posicionamento de um sistema CAE/CAD dentro de um sistema de fabricação como o siderúrgico.

O uso de sistemas distribuídos facilita o projeto e a implementação num ambiente tão segmentado, em termos de equipamentos e processos, quanto o siderúrgico. A possibilidade de projetar e implementar sistemas específicos para cada parte e só depois de testados e aprovados interligá-los com os outros sistemas da empresa, facilita muito o trabalho e reduz o custo e o prazo para implantação. Além disso, o emprego desses sistemas passa a oferecer uma riqueza de dados sobre os processos que era impossível de ser obtida anteriormente, possibilitando maior conhecimento e eficácia nas decisões superiores. [252]

Na Siderurgia, como nos demais ambientes produtivos, os sistemas CAE/CAD tem sido aplicados para aumentar a velocidade de processamento de trabalhos de análises e projetos e possibilitar que as decisões relativas ao processo produtivo sejam tomadas no tempo e com a qualidade necessários.

2.5.4. PERSPECTIVAS GERAIS PARA CAE/CAD

Segundo Teicholz [149], de um ponto de vista tecnológico, continuarão as pressões para se obter maiores taxas de desempenho e menores custos. Isto irá resultar em:

- Maior pressão para melhorar aspectos ergonômicos;
- Aumento do uso de voz, visão e gesticulação como interface para o operador;
- Mais funcionalidade nos sistemas, via "hardware" e "firmware";
- Aumento do uso de microcomputadores (especialmente com 16 e 32 bits) de baixo custo, como parte de sistemas isolados e como parte de uma rede local ou rede mais ampla, ou como estações de trabalho altamente inteligentes usadas com programas de grande porte baseados em mainframe;
- Demanda contínua para "hardcopy" em cores de saída rápida e alta qualidade. Deverá se chegar, breve, a "hardcopies" em

cores, de tamanhos e custos similares aos atuais em preto e branco (ou azul e branco);

- Aumento do uso de terminais (softcopy), de modo que versões preliminares do desenho possam ser distribuídas, reduzindo o consumo e manuseio de papéis e possibilitando que se trabalhe sempre com a última versão atualizada do documento;
- Uso mais comum de digitalizadores automáticos e semi-automáticos. A aplicação de sistemas dedicados permitirá a utilização de padrões de reconhecimento mais sofisticados, o que facilitará o seu uso;
- Crescimento do uso de CIM (Computer Integrating Manufacturing). Os sistemas CAD deverão se tornar mais aptos a atender os requisitos especiais de fabricação que irão surgir. Os sistemas serão usados em conjunto com MRP (Material Requirement Planning). Deverá se chegar com o CIM, em aplicações mecânicas, a um nível tal qual o que se tem agora em aplicações com circuito impresso e VLSI;
- Usuários especializados estarão desenvolvendo programas específicos para suas aplicações, sendo esses programas colocados no mercado como parte de um "software" ou como parte de sistemas completos;
- Decréscimo dos custos dos sistemas, facilitando o uso por usuários de menor poder aquisitivo. Na medida que os softwares mais adequados se tornarem disponíveis, teremos CAD em pequenos escritórios de projeto, oficinas, etc...
- O aumento de programas dedicados, melhorarão a capacidade de análise e de decisão. Deverá ser comum o uso de inteligência artificial em conjunto com sistemas CAD/CAM;
- Programas dedicados serão também elementos importantes no planejamento auxiliado por computador (CAP);
- Com as facilidades do CAD, aumentará o uso de GT (Group Technology), facilitando o processo produtivo de lotes menores de peças;
- À medida que o uso de sistemas flexíveis de fabricação (FMS) e células de fabricação se tornarem mais comuns, os sistemas CAD se tornarão mais usados pelo controle de qualidade e pela robótica.

A Dataquest estima que: [281, 268, 287]

- O uso de estações de trabalho com sistema operacional UNIX irá crescer a uma taxa de 30% nos próximos 5 anos;
- As estações irão dominar o mercado de CAD/CAM no mesmo período;
- O uso de microcomputadores em conjunto com estações deve aumentar, passando o termo "computador pessoal" a se confundir com as estações de menor desempenho.
- O preço das estações continuará a cair;
- O volume de sistemas vendidos em turkey passará de aproximadamente 59% em 1989 para 39% em 1993.

CAPÍTULO III

CONSIDERAÇÕES SOBRE A ESPECIFICAÇÃO E IMPLANTAÇÃO DE SISTEMAS CAE/CAD

3.1. INTRODUÇÃO

A introdução de sistemas CAE/CAD tem um efeito considerável sobre a organização e os procedimentos da empresa, porque embora ele possa se adaptar aos procedimentos tradicionais da mesma, não é essa a melhor forma de se obter a sua máxima rentabilidade. Desse modo, deve-se aproveitar a oportunidade da sua introdução para organizar o ambiente, de modo a aproveitar, realmente, o potencial da nova ferramenta. [149]

Deve ser feito um estudo global do ambiente onde o sistema será implantado para definir sua configuração de forma integrada e adequada para atender aos objetivos estratégicos da empresa. [157, 149, 4, 66, 27, 93, 256, 110]

A primeira atividade é conceituar o sistema de estudos e projetos como um todo dentro da empresa [93] e, a seguir, delimitar a área de abrangência do sistema CAE/CAD a ser implantado.

Após, montar uma equipe de trabalho formada por elementos de todas as áreas de estudos e projetos a serem envolvidas e por elementos especialistas em disciplinas requeridas (tais como computação, automação e organização e métodos). Dentre os componentes do grupo deve ser escolhido um coordenador, que será o futuro contato entre a direção, os órgãos formais da empresa e os fornecedores. O grupo, sob orientação da direção da empresa, deve elaborar um plano estratégico de implantação, de acordo com o planejamento estratégico da mesma. [256]

Definido e aprovado o plano estratégico, inicia-se o trabalho de estudo e seleção do sistema CAD/CAE, que têm por objetivo principal fornecer à direção da empresa as informações necessárias para sua tomada de decisão. Ao mesmo tempo, serve para que a equipe adquira o nível de conhecimento necessário sobre o assunto.

[83, 149]

A descrição feita a seguir é uma síntese do apresentado nas referências 154, 155, 124, 124, 118, 111, 119, 120, 91, 89, 84, 83, 149, 110, 265, 221, 35, 64, 68, 80, 267, 232, 182 e 264. Serão indicadas referências parciais apenas no caso de divergências ou de citações específicas.

O processo de estudo e projeto de implantação de um sistema CAE/CAD deve consistir de:

1. Um estudo preliminar de aplicação;
2. Uma análise organizacional de onde o sistema será implantado;
3. Definição dos requisitos do sistema;
4. Especificação do sistema;
5. Estudo detalhado de custo-benefício;
6. Aprovação do investimento;
7. Avaliação e seleção de um sistema e
8. Implantação.

3.2. ESTUDO PRELIMINAR DE APLICAÇÃO

O estudo preliminar tem por objetivo analisar o ambiente de estudos e projetos, propor soluções funcionais e identificar em que áreas e processos os recursos de CAE/CAD seriam mais adequadamente empregados e que benefícios esperar disso.

A administração da empresa deve implantar, ainda nesta fase, um esquema de comunicação que parta do grupo de trabalho para todos os níveis interessados da empresa, tais como: aviso sobre eventos correlatos, apresentação de palestras e seminários, elaboração de relatórios, etc... Nesta etapa, é interessante se contar com alguém bem experiente no trabalho ou com ajuda de um consultor externo.

3.2.1. DESCRIÇÃO DO AMBIENTE ENVOLVIDO

Durante os estudos iniciais, os componentes do grupo devem obter publicações, visitar exposições e participar de eventos que

demonstrem os usos de equipamentos ligados a CAE/CAD, para possibilitar uma visão do estado de desenvolvimento de tais recursos e para facilitar o seu entendimento a respeito do assunto em pauta. Procurar identificar usuários de sistemas CAE/CAD com aplicações similares às suas e visitá-los.

Estudar os processos das áreas determinadas.

Em termos globais, o grupo deve levantar alguns itens, tais como:

- Uma visão geral do processo que está sendo investigado;
- Identificação das áreas funcionais envolvidas;
- Descrição organizacional do ambiente;
- Identificação dos grupos técnicos especializados existentes;
- Descrição da política tecnológica vigente;
- Listagem das expectativas relativas a automação;
- Listagem de objetivos e metas para um sistema CAE/CAD;

Em termos mais detalhados, o grupo deve levantar alguns itens, tais como:

- Características particulares dos vários grupos de estudos e projetos;
- Forma de coordenação das atividades;
- Entradas e saídas do sistema;
- Listagem e descrição sucinta dos processos e de suas entradas e saídas;
- Listagem das bases de dados e arquivos;
- Listagem dos tipos, frequências e prioridades das atividades;
- Áreas potenciais de automação;
- Potencial de adaptação dos meios computacionais instalados;
- Magnitude e qualidade dos meios de documentação e informação existentes.

Esse trabalho deve ser ser feito considerando os fluxos de informações existentes no ambiente. Usando-se recursos de Análise Estruturada, esta fase corresponderia á elaboração de Diagramas de Fluxos de Dados (DFD's) dos níveis mais altos do processo de ESTUDOS E PROJETOS.

3.2.2. ESBOÇO PRELIMINAR DO SISTEMA

De posse dos levantamentos feitos, determinar uma configuração básica para o sistema. Trabalhar num modelo integrado, configurando do nível mais alto para o mais detalhado. Propor a estrutura organizacional geral do ambiente e a estrutura do sistema computacional CAE/CAD (sem detalhar muito).

Além das necessidades técnicas a serem atendidas, considerar que:

1. O ambiente extremamente sujeito a mudanças que é o mercado exige que a administração disponha de meios de se informar e de atuar rapidamente sobre o ambiente sob seu controle;
2. Que o aumento de produtividade é fundamental.

Estruturar as definições desta etapa, em forma de ante-projeto do sistema, com suas estradas, saídas e interfaces com os demais processos da empresa.

3.2.3. ANÁLISE PRELIMINAR DE CUSTO-BENEFÍCIO

De posse da configuração básica do sistema, listar as vantagens que se espera obter com a implantação do sistema, incluindo os ganhos de produtividade, usando tabelas ou relatórios que apresentem resultados de aplicações similares [149, 110, 83, 120, 265, 9, 86]. Como por exemplo, a tabela 3.1.

Levar em conta que os ganhos de produtividade não aparecem imediatamente após a implantação. Existe uma curva de aprendizado [178, 149] dos usuários do sistema e, conseqüentemente, uma curva de ganho de produtividade proporcional a isto [64], que dependerá, também, do nível de recursos disponíveis no sistema e da organização do trabalho no mesmo.

Nesta altura do trabalho, a estimativa de ganho ainda é bastante genérica e conceitual e não envolve uma análise de custos, que deve ser feita num estudo mais detalhado.

TABELA 3.1

GANHOS DE PRODUTIVIDADE USANDO CAD/CAE [149]

FATORES DE AUMENTO DE PRODUTIVIDADE

	MÉDIA	FAIXA
..Desenhos de detalhes mecânicos	2,4 :1	8 - 1 :1
..Estudos de projetos	4,3 :1	20 - 2 :1
..Desenhos esquemáticos	4,2 :1	20 - 1,5:1
..Lay-out industrial	3,4 :1	10 - 1 :1
..Tubulação	3,2 :1	10 - 1 :1
..Engenharia civil	3,0 :1	20 - 1 :1
..Análise de engenharia	6,0 :1	20 - 1,5:1
..Lista de cabos	4,5 :1	16 - 2 :1
..Detalhamento de estruturas	4,7 :1	25 - 1 :1
..Desenho de gabaritos	5,8 :1	6 - 3 :1
..Modelamento estrutural	3,1 :1	5 - 1 :1
..Publicações	4,4 :1	10 - 2 :1
..Caldeiraria	3,8 :1	20 - 1 :1
..Circuitos integrados	18,4 :1	100 - 10 :1
..Aplicações de controle numérico	5,6 :1	10 - 1,5:1
..Mapeamento.....	5,1 :1	30 - 0,5:1

Se a administração considerar que os benefícios apresentados pelo sistema CAE/CAD justificam sua implantação, parte-se para um estudo mais detalhado.

3.3. ANÁLISE DETALHADA DA ORGANIZAÇÃO

Usando o escopo global do sistema, com a descrição, num nível mais alto, dos processos envolvidos e dos fluxos de dados que circulam no mesmo, partir para um estudo detalhado. Esse estudo visa estabelecer os processos e as atividades que compõem o sistema, bem como os fluxos de informações que o percorrem, a nível de detalhes, possibilitando um completo entendimento do que ocorre na organização.

Em paralelo com o estudo interno da empresa deve ser desenvolvido um trabalho de informação para os componentes do

grupo e para os futuros usuários, demonstrando como funcionam os equipamentos e os programas existentes no mercado; quais são as características dos mesmos e como se relacionam com as atividades desenvolvidas na empresa. Devem ser intensificados os contatos com os fornecedores para que se possa conhecer melhor os sistemas. Nesta etapa, inicia-se visitas e participação em seminários e encontros com usuários.

O grupo deve buscar formar uma base de conhecimento tal que lhe permita identificar as atividades onde os recursos computacionais devem ser aplicados, bem como associar os recursos existentes no mercado com as atividades executadas na empresa. Pode ser necessário um consultor externo na fase de definição de impactos nas atividades e processos.

Objetiva-se o conhecimento pleno do ambiente enfocado, suas entradas, suas saídas, com que órgãos se relaciona, como se relaciona, que fluxos são informatizados, quais as dificuldades existentes, onde estão os gargalos, qual a seqüência de atividades e seus produtos internos, os arquivos gerados no processo, o tempo gasto em cada processo/atividade e a natureza de cada processo/atividade. Descrever como o pessoal trabalha e onde busca as informações. Quais os documentos produzidos, seus formatos e suas quantidades. Considerar motivação do pessoal, índices de absenteísmo, rotatividade de pessoal, contratações no último ano, problemas organizacionais, falta de definições administrativas, atividades feitas sem um responsável claro para as mesmas, número de controles existentes, relacionamento existente com outras áreas da empresa, forma de planejamento das atividades, mecanismos de coordenação das atividades,...

Levantar os tempos e os recursos gastos ou necessários em cada atividade ou processo. Procurar agrupar de forma a facilitar a análise posterior.

De posse dos DFD's, dos relatórios descritivos e dos tempos e recursos gastos, fazer uma análise do sistema e definir quais as suas necessidades e pontos fracos, procurando estabelecer o que deve ser feito para adequá-lo de forma a atingir os objetivos da empresa.

Analisar cada atividade e processo e identificar o impacto que

a implantação de um sistema computacional teria neles. Para esse trabalho, listar cada atividade, indicando os recursos que consome e qual o percentual influenciado.

Indicar neste estudo, qual as áreas ou processos que têm maior potencial de retorno da aplicação e quais devem ser os locais de início de instalação.

3.4. DEFINIÇÃO DOS REQUISITOS FUNCIONAIS DO SISTEMA

Os requisitos funcionais para o sistema são baseados nas necessidades levantadas durante a análise da organização e nas possibilidades que os sistemas computacionais oferecem.

Nesta fase, devem ser definidos os requisitos ligados ao aspecto funcional interno do sistema, procurando estabelecer quais os tipos de trabalhos que o mesmo deve executar e qual é a performance exigida.

Esses requisitos devem ser estabelecidos a nível macro, para melhor orientar o grupo e os fornecedores. Mas, devem ser, também, listados a nível de detalhes para possibilitar a melhor associação com os recursos de equipamentos e de programas em oferta.

Os requisitos assim listados serão a base para a definição dos níveis e tipos de equipamentos a serem usados.

3.5. ESPECIFICAÇÃO DO SISTEMA

Para emitir a especificação do sistema, três etapas devem ser cumpridas:

1. Fazer um estudos das alternativas para o sistema;
2. Definir uma estrutura funcional e
3. Definir e especificar o sistema.

3.5.1. ESTUDAR ALTERNATIVAS

Compreende a avaliação dos requisitos definidos e a

elaboração de soluções para atendê-las.

Nesta etapa se estuda quais são as opções para a configuração do sistema, considerando as condições existentes na empresa, os requisitos definidos para o sistema e a tecnologia existente.

Todos os pontos duvidosos devem ser estudados e solucionados, sendo definida que alternativa deverá ser adotada. Aqui se considera qual a forma de integração a ser adotada, que áreas ficarão interligadas, que serviços serão feitos internamente e quais serão contratados.

O estudo de alternativas deve definir o escopo básico para a definição da estrutura funcional e para a especificação.

Um dos pontos mais importantes e abrangentes a serem analisados é o relativo à integração do sistema. Qualquer alternativa a ser adotada, deve ser capaz de fazer com que a organização sinta os benefícios totais do CAE/CAD. E, isso só pode acontecer se ele estiver trabalhando dentro de um sistema estruturado, onde as informações fluam corretamente entre os departamentos.[182]

Como já foi dito, a boa comunicação é a chave para uma organização eficiente. No entanto, pode-se notar dentro das empresas que os vários departamentos trabalham comunicando-se o mínimo possível, apesar da interrelação que existe entre as decisões tomadas em cada um deles, para a obtenção do produto final. Isso cria barreiras à boa comunicação e evita que cada um disponha dos dados necessários, no tempo adequado, para todas as decisões que são tomadas.[182]

Esse é um aspecto que deve ser levado muito em consideração, devido, principalmente, às tentativas frustradas que se sucederam na implantação de sistemas, por se achar que a automatização resolveria tudo, inclusive os defeitos de comunicação. [210]

A integração maior dos sistemas, como pode ser visto na figura 3.1, normalmente, é o nível mais adequado às necessidades das empresas. O que se objetiva, com os desenvolvimentos dos Sistemas Integrados de Manufatura, é a comunicação total, inclusive com o ambiente administrativo dos negócios.

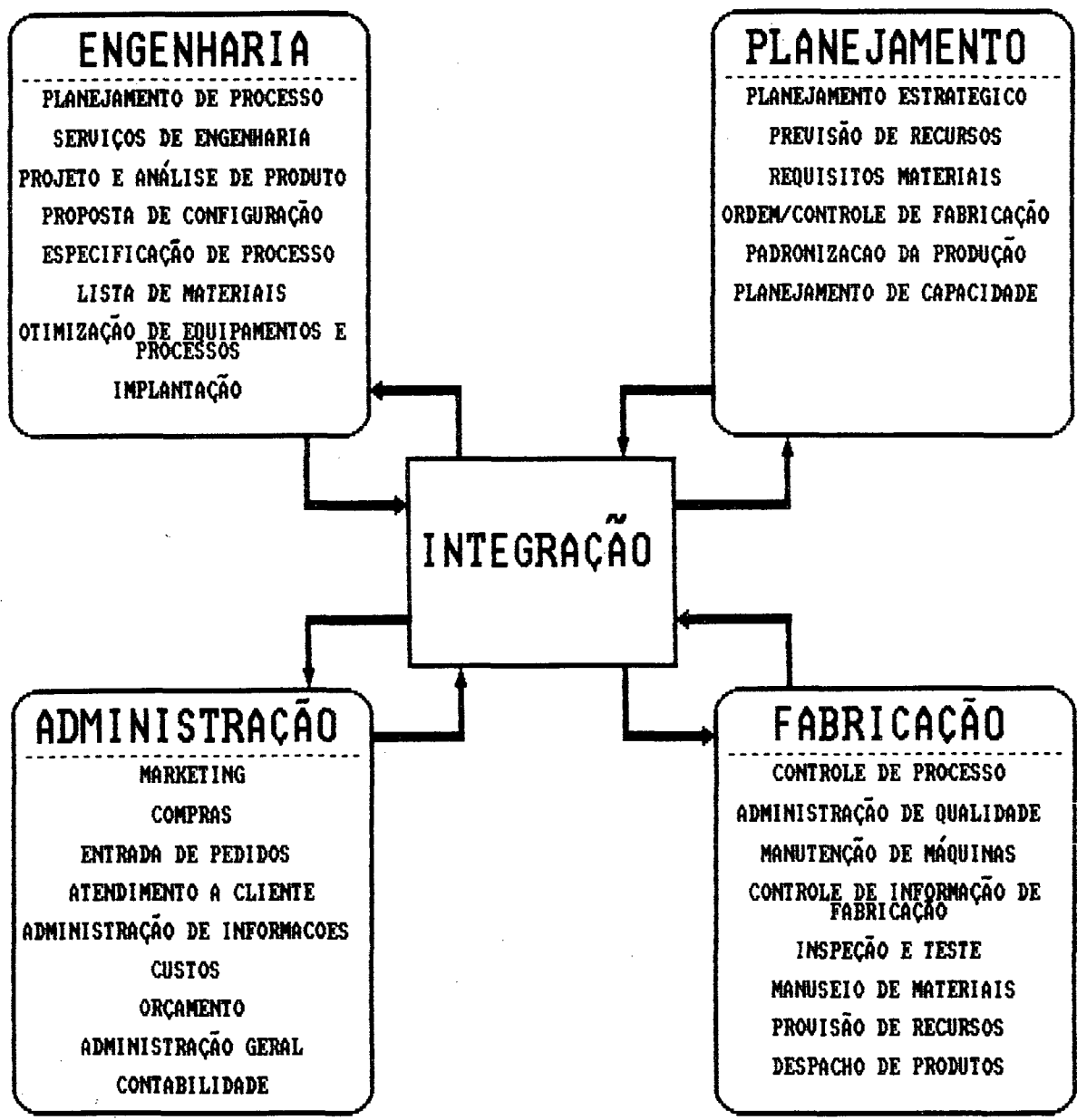


Figura 3.1 Sistema de manufatura integrado (CIM) [253]

Desse modo, o sistema torna possível concentrar em um terminal ou estação de trabalho, informações sobre todo o processo produtivo de interesse ou de competência do usuário. Somente com esses recursos integrados, pode-se dispor de informações que dependam, simultaneamente, de dados de produção, pedidos de

clientes, situação de projeto, situação de estoque, etc...

Isso dá, principalmente ao executivo de alto nível, bem como ao corpo técnico, o poder de tomar decisões muito mais acertadas e em tempo.

O aluguel de serviços de um bureau pode ser interessante, porque fornece experiência com serviços de CAD sem grande investimento instantâneo enquanto o usuário se adapta ao trabalho. O uso prolongado deste recursos, porém, traz problemas de aumento de arquivo fora da empresa e de dificuldades para manuseá-lo. Existe o risco, ainda, de se ter problemas de conversão de arquivos quando o sistema da empresa vier a ser instalado.

No passado, grandes companhias desenvolveram seus próprios sistemas de CAD. Os custos para este trabalho e o tempo gasto, no entanto, não recomendam que tal alternativa seja adotada, a não ser que se trate de um sistema tão específico que não encontre aplicativo adequado no mercado.

A alternativa de implantar sistemas completos (turnkey) é muito interessante, principalmente para empresas de maior porte, com a necessidade de 4 ou mais terminais. Sua indicação é mais viável que a de se instalar equipamentos e programas de fontes distintas, devido aos problemas de compatibilidade e de garantia de performance e manutenção.

Outra alternativa a ser avaliada é a relativa ao uso de sistemas ligados a computador central ou baseado em estações independentes.

Em qualquer caso, o estudo de alternativas deve avaliar e definir a alternativa mais adequada para a implantação do sistema, estabelecendo um plano básico para tal, em termos de longo, médio e curto prazo.

3.5.2. DEFINIR ESTRUTURA FUNCIONAL

Os recursos computacionais, por mais poderosos e integrados que sejam, só produzirão algum efeito, se estiverem disponíveis dentro de um ambiente organizado, onde as informações sejam passadas diretamente para quem for fazer uso delas. Passar

informações para quem não irá usar é puro desperdício; deixar de informar a quem deve decidir, é privar o sistema de sua maior eficácia.

Deve-se garantir, pois, que um determinado dado não seja recolhido mais de uma vez e que apenas, mas todas, as pessoas e máquinas necessárias, recebam suas informações claras, confiáveis e em tempo certo.

Nesta fase a tarefa é definir a estrutura funcional lógica mais adequada. Acertar fluxos e processos, eliminar arquivos desnecessários e estabelecer procedimentos padronizados. Reorganizar o ambiente, onde necessário, com o objetivo de aproveitar melhor os recursos a serem instalados.

Normalmente, o que leva as empresas a implantarem sistemas computadorizados, é a crescente pressão a que estão submetidas para manter ou obter uma vantagem competitiva no seu mercado de atuação. Empresas que são lentas em reduzir custos ou em colocar seus produtos no mercado, terão, certamente, dificuldades para se manterem ou se tornarem competitivas.

Essa busca visa, num âmbito maior, um aumento de produtividade com qualidade garantida. Nesse campo, as empresas estão visando mais que pequenos incrementos de eficiência gerados por simples otimização de sistemas tradicionais.

A produtividade do sistema depende diretamente de sua administração. Existem várias estruturas propostas para tal fim [149, 154, 110], que devem ser consultadas, para que se defina a mais adequada a cada caso.

Quanto às interfaces com o ambiente onde o sistema CAE/CAD será implantado, deve-se considerar que tudo tem que ser feito para que o trabalho se desenvolva da maneira mais harmônica possível. Os fluxos de fora para dentro do sistema e de dentro para fora devem estar perfeitamente adaptados à melhor condição de cada um. Para isso, sugere-se que sejam elaborados diagramas de fluxos de dados (DFD's) e descrições que especifiquem, de forma completa, como deverá funcionar o ambiente.

A definição da estrutura funcional servirá de base de auxílio para a especificação técnica dos equipamentos e programas a serem usados.

3.5.3. DEFINIR E ESPECIFICAR O SISTEMA

Quando se inicia um processo de estudo para implantação de um sistema CAE/CAD, a tarefa que se apresenta, aparentemente, como mais importante e, no enfoque de alguns, como a única, é a da especificação e escolha dos equipamentos computacionais e dos programas a serem aplicados.

Essa visão simplista e incompleta do perfil operacional do sistema na organização, tem levado a insucessos na implantação e, a conseqüentes prejuízos. Segundo Laxon [221], a maioria das aplicações tem chegado ao insucesso, mais por causa de programas inadequados que por causa de equipamentos inadequados.

A seleção ou especificação de programas requer muito cuidado. Para que esse passo seja dado, é necessário que o grupo de trabalho conheça bem o ambiente onde se pretende implantar o sistema, em termos qualitativos e quantitativos, ou seja, deve-se dispor dos levantamentos e das definições citadas anteriormente.

Considerando os requisitos definidos anteriormente para o sistema, enquadrar os valores de H/h obtidos na análise da organização, no modelo gerado pela estrutura funcional proposta, estabelecendo, assim, quanto será gasto em cada atividade. Definir qual o percentual de cada atividade que será feito diretamente no CAE/CAD e, através disto, dimensionar o volume de H/h de estação de trabalho necessários.

Identificar o volume de informações a serem arquivadas e os pontos onde isso deverá ocorrer, bem como o formato das mesmas. Estabelecer as formas mais adequadas de armazenagem e de recuperação dos dados e definir os bancos de dados e os meios de arquivar.

Através da descrição das atividades a serem executadas, definir os tipos de programas necessários e dimensionar as necessidades para cada um.

Considerando o planejamento estratégico da empresa, definir o plano de implantação do sistema.

Definir o plano de treinamento a ser seguido.

O trabalho desta etapa deve ser colocado em forma de uma

especificação técnica, onde fiquem claras as necessidades do sistema, suas características e requisitos de desempenho. Deve ser escrita de modo a servir de base para as propostas dos fornecedores.[120]

A especificação do sistema deve conter: [120]

1. Introdução e definição dos requisitos para o sistema;
2. Arquitetura básica projetada;
3. Descrição do sistema funcional proposto;
4. Especificação básica dos equipamentos e programas;
5. Dimensionamento básico dos equipamentos e dos programas e
6. Descrição do ambiente físico do sistema.

A especificação deve ser feita de modo a possibilitar ao vendedor elaborar um relatório com os seguintes itens:[149]

1. Descrição geral do sistema e suas correlações com as necessidades apresentadas;
2. Especificação detalhada do equipamento;
3. Especificação dos programas e sistema operacional;
4. Suporte e manutenção;
5. Recomendações de treinamento e documentação;
6. Procedimentos para inspeção, testes e aceitação.
7. Requisitos de instalação e de funcionamento;
8. Normas para embarque e transporte e
9. Condições de garantia.

Na referência 110 está mostrado um exemplo de especificação bastante detalhado e que pode servir como orientação.

3.6. ESTUDO DETALHADO DE CUSTO BENEFÍCIO

É a etapa onde se busca identificar e quantificar os ganhos que o sistema pode trazer para a empresa.

Esta fase deve ser iniciada com uma descrição dos efeitos que os sistema deverá ter sobre o ambiente onde será implantado, em termos conceituais.

A seguir, organizar os dados referentes ao ambiente existente e procurar coletar o máximo de dados de desempenho possível sobre

o sistema que está sendo proposto. Listar os ganhos e benefícios inerentes ao sistema manual e ao computadorizado.

Os custos que devem ser considerados para avaliação de aquisição do sistema CAE/CAD, são: [110]

- Mão-de-obra direta;
- Manutenção;
- Preparação de locais de trabalho;
- Equipamentos e programas;
- Treinamentos e
- Insumos.

Como benefícios mensuráveis podem ser citados:

- Mão-de-obra salva;
- Formatos de desenhos gerados;
- Lucro por antecipação de entrada em operação;

O problema enfrentado para quantificar os benefícios do sistema computadorizado, numa fase anterior à venda, é a grande predominância dos benefícios qualitativos sobre os quantitativos. Um bom conhecimento do ambiente onde o sistema será implantado, porém, torna possível uma quantificação adequada.

Alguns fatores devem ser considerados, em função das características da aplicação, para avaliar o projeto: [149, 64]

1. Produtividade;
2. Tempo gasto nas tarefas no manual e no computadorizado;
3. Percentual de redução de erros ou ganhos de qualidade;
4. Impacto no custo de área ocupada;
5. Custos operacionais;
6. Período de amortização do investimento;
7. Taxa de crescimento estimada para a empresa;
8. Redução de vendas para pesquisa de mercado.

3.7. APROVAÇÃO DO INVESTIMENTO

Após a elaboração do estudo de custo-benefício, deve o mesmo ser inserido num relatório onde se descreve o sistema a ser implantado e as razões para tal. Este relatório deve ser

encaminhado aos órgãos competentes para aprovação.

Nesta etapa, ou ligeiramente antes, pode ser necessário que seja feito um trabalho de esclarecimento e consolidação para os vários órgãos da empresa. Nesse caso, preparar material de divulgação e fazer palestras e reuniões com o público interessado.

Acompanhar o processo de aprovação do investimento, prestando os esclarecimentos necessários para seu bom andamento.

3.8. AVALIAÇÃO E SELEÇÃO DE UM SISTEMA

Aprovada a aquisição do sistema, envia-se a especificação técnica elaborada para os fornecedores de produtos compatíveis com o que se pretende implantar. Deve ser solicitado aos fornecedores que enviem as propostas técnicas separadas das propostas financeiras.

Os itens a serem considerados no processo de avaliação incluem o seguinte: [149]

1. Capacidade funcional;
2. Capacidade de armazenagem online;
3. Capacidade de comunicação de dados;
4. Disponibilidade e manutenção;
5. Potencial de crescimento;
6. Documentação;
7. Grupos de usuários;
8. Competência do fornecedor;

O processo pode ser dividido em: [120]

1. Avaliação das propostas técnicas e
2. Avaliação de desempenho dos sistemas (benchmarking).

3.8.1. AVALIAÇÃO DAS PROPOSTAS TÉCNICAS

As propostas técnicas dos fornecedores devem ser analisadas sem que se considere os custos envolvidos. A análise, nesta etapa é apenas técnica. Elas devem responder a todos os itens da

especificação técnica emitida, mesmo que para isto tenha que haver várias solicitações e devoluções aos fornecedores. As propostas devem ser equalizadas e colocadas em bases compatíveis para comparação.

3.8.2. AVALIAÇÃO DE DESEMPENHO DOS SISTEMAS (BENCHMARKING)

Nesta fase, seleciona-se as três propostas melhores classificadas para serem submetidas a um rigoroso processo de avaliação pelo grupo de CAE/CAD. O critério mais importante na avaliação e seleção de qualquer sistema é o de determinar a capacidade de executar os requisitos considerados como essenciais para o sistema a ser implantado. [120]

Para demonstrar a potencialidade de performance e de produtividade do sistema proposto, é de vital importância que os testes de avaliação sejam realizados com tarefas similares àquelas que são executadas, normalmente, dentro do ambiente de estudos e projetos da empresa interessada. As funções básicas de todos os sistemas propostos devem ser validadas para que se verifique a capacidade dos mesmos. A avaliação deve incluir, também, testes com funções a serem usadas futuramente. [120]

É essencial que o teste de avaliação seja planejado e organizado antecipadamente. Uma vez feito isto, devem ser passadas aos fornecedores selecionados as informações básicas sobre o que se deseja fazer. Os detalhes devem ser guardados para o instante do teste, já que deve ser testada a capacidade do sistema resolver as situações que aparecem, sem ter que ser especialmente preparado para cada uma especificamente. [120]

No teste de avaliação de tempo de execução de tarefas, devem ser preparadas, previamente, instruções para o operador do sistema e passadas ao mesmo 15 a 30 min. antes de cada etapa do teste, para que ele possa se preparar. Nenhum acesso ao equipamento, no entanto, deve ser permitido até o instante de se iniciar o teste propriamente dito. [120]

Todos os testes devem ser assistidos pelos elementos adequados do grupo de trabalho de CAE/CAD. Devem ser feitas

anotações relativas ao equipamento, aos programas, aos efeitos ergonômicos, às interações necessárias com o operador e ao tempo gasto para executar cada tarefa. Para prevenir problemas com atrasos, estabelecer limites de tempo para cada teste. [120]

A apresentação do fornecedor para avaliação deve receber notas de acordo com critérios pré-estabelecidos, que serão tabuladas para permitir a classificação dos proponentes.

Deve ser definida uma pontuação para medir o grau de concordância e de exequibilidade dos requisitos definidos para o teste (benchmark) de avaliação.

Todas as notas deve se basear na habilidade do fornecedor para executar os testes pedidos. Considerações sobre a forma de trabalhar do operador, número de operações usadas, resposta do sistema, grau de abrangência do teste, etc... devem ser incluídas no relatório de avaliação. [120]

Devem ser estabelecidos fatores de importância para cada teste, baseado no mérito relativo demonstrado por cada uma das funções executadas. Tais fatores levam em consideração outros fatores como ganho de produtividade, dificuldades do teste, interface de engenharia com fabricação e viabilidade do sistema. Como exemplo, pode ser dado um valor $F = 1$ para o primeiro teste; os valores de F para os demais testes são determinados em função de uma comparação dos mesmos com o nível do primeiro, podendo assumir valor maior, menor ou igual a 1. [120]

O teste de avaliação deve ser dividido em três partes, cada uma servindo a um fim: [120]

A. Apresentação do fornecedor

Esta parte não recebe nota classificatória. Trata-se de um contato para familiarizar a equipe que participará dos testes com o fornecedor. O objetivo é conhecer o sistema proposto e os planos da empresa para o produto.

B. Questionamento ao fornecedor

Nesta parte ocorrem vários questionamentos e pequenos testes para verificar as características básicas do sistema e identificar até que ponto o mesmo corresponde ao que foi especificado na proposta técnica. O objetivo desta parte é consolidar o que foi apresentado na proposta e esclarecer

pontos duvidosos.

C. Verificação de produtividade e de capacidade funcional

Esta parte consiste de vários testes específicos separados. O fornecedor recebe um plano para executar determinadas tarefas em determinados intervalos de tempos.

3.9. IMPLANTAÇÃO

A implantação de um sistema CAD/CAM é uma oportunidade única para se fazer, dentro de uma empresa, um trabalho para sua organização e sucesso futuro. O entusiasmo deve ser temperado, contudo, com a certeza de que a implementação de tais sistemas -como de resto, de qualquer sistema-, traz, em si, dificuldades iniciais que precisam ser resolvidas, mas que dão trabalho.

A estratégia de implantação deve ser estabelecida em função da estratégia global da empresa, para que o sistema possa sempre atender às necessidades da mesma.

Embora muitos reconheçam que deve ser tomado muito cuidado nas fases iniciais de definição de um sistema do porte de um CAD, ou de um CAD/CAM, em muitos casos, a ênfase é dada para a análise e seleção dos equipamentos e documentos, em detrimento do conhecimento e da análise do fluxo de informações e de produtos dentro do ambiente da empresa. Isso não deve ser feito. O fluxo de dados do ambiente e a organização, são fundamentais para o bom resultado.

A pressão para se tornar produtivo, durante um período de instabilidade comportamental do equipamento e dos programas em instalação, freqüentemente leva o administrador do sistema a não dispor de tempo para estabelecer novos planos ou estratégias. Por isso, durante o período de estudo para implantação, todo o trabalho deve ser previsto e os planos elaborados detalhadamente.

Em termos de implementação de um sistema, a seqüência dos itens a serem seguidos é a listada: [110, 149, 224]

1. Planejamento do ambiente onde será instalado;
2. Organização e administração das acomodações;
3. Planejamento de pessoal;

4. Organização e desenvolvimento de pessoal;
5. Treinamento;
6. Planejamento e organização do sistema;
7. Manutenção preventiva e
8. Avaliação do sistema.

CAPÍTULO IV

IDENTIFICAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDOS E PROJETOS DA ACESITA

4.1. DESCRIÇÃO DA ÁREA DE ESTUDOS E PROJETOS

A ACESITA é uma empresa siderúrgica integrada de grande porte, capacitada a produzir praticamente todos os tipos de aços especiais -inoxidáveis, siliciosos, aços-ferramentas e para componentes mecânicos-, em forma de barras, chapas finas e grossas, bobinas laminadas a quente e a frio e peças fundidas de pequeno e de grande porte. Produz, atualmente, 800.000 toneladas de aço por ano e emprega cerca de 8.000 pessoas em seu quadro.

Numa empresa do porte da ACESITA, para que se tenha um bom desempenho global, todas as atividades tem que ser planejadas e encadeadas sincronizadamente, senão a produtividade fica sempre abaixo do desejado. Além disso, com a gama variada de seus produtos, o número de variáveis envolvidas nos processos é muito alta, demandando um grande esforço para determinar seus níveis ótimos e para mantê-las sob controle. Desse modo, para se executar as tarefas adequadamente, necessita-se de preparação e adequação, atividades tipicamente de projeto que, de maneira formal ou informal, consciente ou inconsciente, têm que ser feitas.

Dentro da estrutura formal da empresa, hoje, o ambiente de projeto da ACESITA está representado pelas seguintes áreas:

- Gerência de Engenharia de Projetos;
- Engenharia de Manutenção;
- Estudos e Projetos de Fundição;
- Estudos e Projetos de Calibração;
- Estudos e Projetos de Urbanismo.

Devido à própria forma como estão colocados, esses núcleos funcionam de forma estanque com relação aos demais - praticamente não existe comunicação técnica entre eles e os arquivos de desenhos e os bancos de dados são mantidos separados, em cada um,

embora compartilhem igualmente os serviços do arquivo técnico central.

Esses núcleos de estudos e projetos estão estruturados como mostra a figura 4.1.

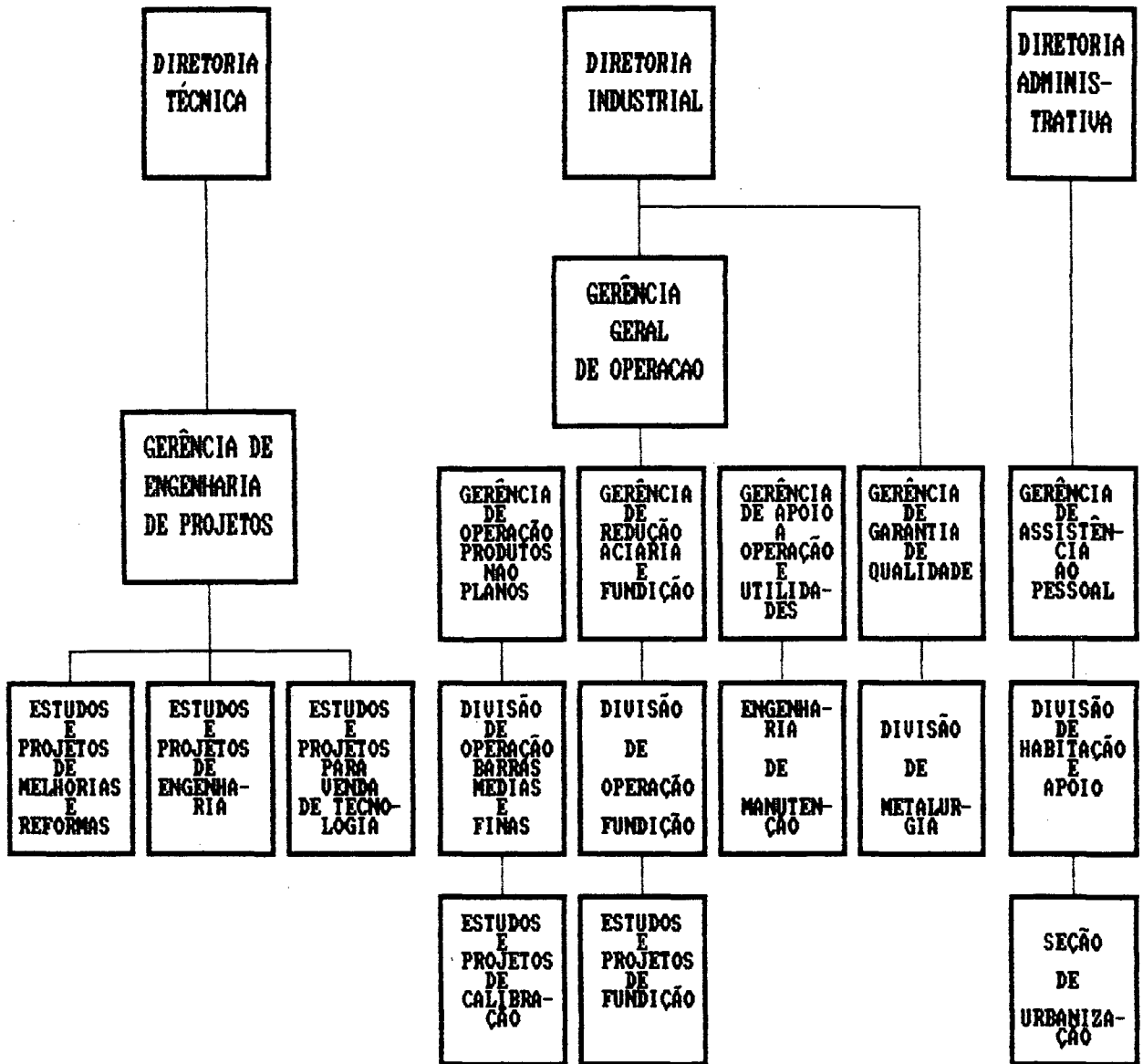


Figura 4.1. Ligação funcional dos núcleos de projeto

4.1.1. GERÊNCIA DE ENGENHARIA DE PROJETOS

Gerência ligada à Diretoria Técnica, encarregada do desenvolvimento e da implantação dos projetos de novas instalações

na empresa. Tem, ainda, como atribuições, desenvolver estudos e projetos de melhorias de equipamentos existentes, administrar reformas de maior porte, vender tecnologia a outras empresas, assessorar tecnicamente os demais órgãos da ACESITA e executar e direcionar todas as atividades no sentido de cumprir o Plano Funcional de Investimentos.

As áreas de estudos e projetos da gerência são:

- Estudos e Projetos de Melhorias e Reformas;
- Estudos e Projetos de Engenharia;
- Estudos e Projetos para Venda de Tecnologia.

Esses termos não representam as divisões formalmente estabelecidas, mas as atividades afins agrupadas. Fazem parte da gerência, também, as divisões de Implantação, de Supervisão, de Apoio e de Suprimento que, embora não sejam especificamente de estudos e projetos, tem algumas de suas atividades inteiramente ligadas à área.

4.1.1.1. ESTUDOS E PROJETOS DE MELHORIAS E REFORMAS

Divisão encarregada do desenvolvimento de estudos e projetos voltados para melhorias, manutenção e reformas dos equipamentos existentes na empresa, objetivando o seu melhor desempenho, sua preservação e sua otimização. Tem, ainda, como incumbências prestar assessoria aos órgãos da empresa e revisar os desenhos já existentes em arquivo com vistas à sua atualização.

4.1.1.2. ESTUDOS E PROJETOS DE ENGENHARIA

Divisão encarregada dos estudos e projetos voltados para mudanças de arranjos nas áreas produtivas, aquisição e implantação de novos equipamentos. Tem, também, como atribuição desenvolver estudos que indiquem as medidas a serem tomadas, no tocante a equipamentos e processos, para atender a um determinado planejamento estratégico.

4.1.1.3. ESTUDOS E PROJETOS PARA VENDA DE TECNOLOGIA

Grupo de trabalho formado por elementos da empresa, que trabalha coordenado pela Gerência de Engenharia, cuja incumbência é desenvolver projetos para venda de tecnologia dominada pela ACESITA. Os recursos humanos são alocados de acordo com as especialidades envolvidas e com a natureza do projeto.

4.1.2. ESTUDOS E PROJETOS DE CALIBRAÇÃO

Seção cujas principais incumbências são: desenvolver estudos e projetos para a laminação de produtos não-planos e fazer estudos de viabilidade técnica de novos produtos não-planos a serem laminados. Tem, ainda como incumbências acompanhar os serviços de calibração e de laminação para adequação e otimização;

A área de estudos e projetos de calibração está funcionalmente ligada à área de oficina de usinagem de cilindros e calibração, embora com pessoal de execução diferente.

4.1.3. ESTUDOS E PROJETOS DE FUNDIÇÃO

Seção que tem como principal incumbência o desenvolvimento de estudos e projetos para a área de Fundição da ACESITA. Tem, além disso, como incumbência, acompanhar a preparação dos modelos e dos moldes, prestar assessoria técnica aos demais órgãos da fundição e acompanhar os trabalhos de fundição para adequação e otimização.

A área de construção de modelos está funcionalmente ligada à área de projetos, ou seja, ambas têm a mesma administração, mas o pessoal de execução envolvido é diferente.

4.1.4. ENGENHARIA DE MANUTENÇÃO

Divisão cujas principais atribuições são: assessorar os órgãos de manutenção, acompanhar as ocorrências e o desempenho dos

equipamentos junto com o pessoal de manutenção, desenvolver estudos para melhorias de performances e adaptações e propostas de desenvolvimento no campo da manutenção. Trabalha com seu pessoal alocado fisicamente junto às Divisões de Manutenção da Usina.

4.15. ESTUDOS E PROJETOS DE URBANISMO

Seção cujas principais incumbências são: desenvolver estudos e projetos para urbanização das áreas pertencentes à empresa e acompanhar e atualizar a ocupação destas áreas.

4.16. METALURGIA

Divisão encarregada de desenvolver estudos e projetos metalúrgicos para viabilizar e otimizar os processos produtivos da empresa. Trabalha com grupos de engenheiros distribuídos pelas áreas operacionais, com uma administração centralizada. Tem, ainda, como atribuição, acompanhar o desempenho dos produtos e assessorar os órgãos de produção e vendas.

4.2. OBJETIVOS DA ÁREA DE ESTUDOS E PROJETOS DA EMPRESA

Os objetivos da área são:

1. Fornecer projetos que permitam controlar cada unidade produtiva para garantir que opere no seu nível máximo de eficiência, em termos de capacidade produtiva, qualidade de produto, aproveitamento de energia e de materiais;
2. Desenvolver sistemas para supervisionar e coordenar todas as unidades produtivas, para otimizar continuamente sua produtividade e detectar emergências, desvios e/ou problemas e corrigi-los, garantindo que se consuma apenas o adequado em termos de energia, matéria-prima e tempo;
3. Assessorar as atividades de programação geral da empresa para produzir com a melhor combinação de tempo, energia, acompanhamento de estoques, recursos e matéria-prima, todos

amarrados em função de disponibilidade e custo:

4. Desenvolver sistemas para garantir a confiabilidade e a disponibilidade geral do sistema de controle através de detecção de falhas, tolerância de falhas, redundância e outras técnicas;
5. Garantir especificação completa e adequada dos produtos e processos quanto às exigências do mercado;
6. Otimizar equipamentos e processos e garantir a disponibilidade e confiabilidade dos mesmos.
7. Desenvolver projetos nos prazos estabelecidos com o menor custo;
8. Fornecer projetos de alta confiabilidade;
9. Manter em funcionamento um sistema eficaz de armazenagem e consulta de informações técnicas;
10. Integrar todos os setores ligados a estudos e projetos na empresa e garantir a melhor comunicação entre eles;
11. Manter integradas as atividades de estudos e projetos com as de planejamento de produção e fabricação;
12. Executar análises de falhas e de defeitos;
13. Manter atualizada a memória técnica da empresa;
14. Possibilitar maior padronização de peças e serviços;

4.3 ANÁLISE DO SISTEMA ATUAL

Foi feito um estudo do ambiente de estudos e projetos, envolvendo as atividades existentes, os fluxos de informações que o percorrem, os tempos gastos e os documentos gerados, com o objetivo de identificar as dificuldades e os recursos necessários para se alcançar o perfeito cumprimento dos objetivos listados para a área.

4.3.1 GERÊNCIA DE ENGENHARIA DE PROJETOS

A Gerência de Engenharia e Projetos trabalha com pequenos e grandes projetos, sempre envolvendo um grande volume de

informações técnicas. Os requisitos básicos impostos, como em todo o projeto, são: controle de prazo, custo e qualidade do serviço.

Manter estas variáveis sob controle é uma dificuldade, devido ao volume e natureza das informações inerentes ao processo e devido ao fato de que as mesmas provém, simultaneamente, de fontes internas e externas (firmas de projetos contratadas e de firmas fornecedoras de equipamentos contratadas).

Garantir que os executantes recebam todas as informações necessárias de forma correta e garantir que as informações recebidas estejam completas e confiáveis, tudo isso de forma sincronizada e no prazo é o desafio a ser cumprido.

O sistema de Garantia de Qualidade que está sendo implantado na Gerência, melhorará substancialmente o tratamento qualitativo do problema, mas o lado quantitativo também deve ser resolvido e isto envolve a necessidade de se dispor de recursos para executar as atividades mais depressa e com melhor qualidade.

Os fatores que mais pesam neste processo, a nível da gerência, são:

- Coordenação das atividades;
- Planejamento e administração dos recursos;
- Controle dos fluxos de informações;
- Alinhamento contínuo com os objetivos da empresa.

Para atender a estes requisitos, no ambiente complexo em que atua, a Gerência necessita ter uma alta capacidade de gerar e circular informações e uma capacidade ainda mais alta de reagir aos desvios e corrigi-los. Para isto, necessita de uma adequação do seu esquema de trabalho e de um sistema computacional integrado que auxilie seus esforços.

A seguir, será feita uma análise de cada uma das áreas da Gerência, que detalhará a situação esboçada acima.

O fluxo de dados da Gerência está mostrado nos DFD's A1.0/S e A1.0/D, no anexo 1.

4.3.1.1. ESTUDOS E PROJETOS DE MELHORIAS E REFORMAS

A área de Estudos e Projetos de Melhorias e reformas trabalha

atendendo a todos os órgãos da empresa. Inicia seus trabalhos após o recebimento de um documento do solicitante, onde está descrito, em linhas gerais, o que se pretende fazer. A partir daí, se desenvolve o processo interno, conforme mostrado nos DFD's A1.1.0, A1.1.1, A1.1.4, A1.1.5 e A1.1.6, do anexo 1 e descrito no texto a seguir.

De acordo com levantamento realizado, as funções desenvolvidas na área são as seguintes:

- Receber pedidos de desenhos e projetos;
- Cadastrar os pedidos e documentos anexos;
- Programar serviços;
- Executar projeto básico;
- Detalhar projeto;
- Fazer desenho de croquis;
- Revisar desenhos;
- Conferir desenhos e projetos;
- Prestar assistência técnica às áreas;
- Encerrar serviço.

Cada uma dessas atividades, se subdivide em várias outras. Considerando todas as atividades em conjunto, pode-se listar as principais formas de atuação como sendo:

- Receber e analisar pedidos de estudos e projetos;
- Consultar solicitante sobre o pedido;
- Definir escopo do serviço e planejar sua execução;
- Consultar arquivo de desenhos e memórias de cálculo;
- Solicitar e apanhar cópias de desenhos e listas de materiais no arquivo técnico;
- Discutir o trabalho com o solicitante, durante o desenvolvimento;
- Executar cálculos estruturais, de resistência, de massa, volume, centro de gravidade, momento de inércia, etc...
- Buscar informações sobre materiais, soluções técnicas, fórmulas, equações, normas, etc...;
- Verificar a disponibilidade de materiais e componentes na empresa, para utilização;
- Fazer levantamento dimensional de campo;
- Revisar desenhos;

- Especificar materiais, tolerâncias, dimensões, formas;
- Responder a consultas feitas pelo pessoal de áreas de operação e manutenção;
- Dimensionar e especificar componentes e equipamentos;
- Obter códigos e numerar desenhos;
- Elaborar listas de cabos, materiais, componentes, etc...;
- Estudar e acompanhar funcionamento de equipamentos e processos ligados aos estudos em desenvolvimento;
- Conferir os desenhos e as revisões feitas;
- Controlar o tempo gasto nas diversas etapas dos projetos;
- Manter contato freqüente com fornecedores externos de serviços e equipamentos;
- Contratar e acompanhar o trabalho de firmas de projeto externas;
- Fazer estudos de interferência e de compatibilidade de desenhos e projetos existentes com propostos;
- Conferir desenhos de fornecedores de equipamentos e de serviços;
- Fazer análise de peças e conjuntos (tensão, deformação, desgaste, etc...).

O fato de estar ligada diretamente à área produtiva da empresa, imprime aos estudos e projetos de melhorias uma dinâmica muito específica. Certos fatores como mudanças bruscas de prioridades e grande incidência de serviços de desenhos de croquis e revisões, são característicos dessa interface do ambiente de projeto com um ambiente de operação e manutenção de equipamentos muito diversificado.

O trabalho ligado ao dia-a-dia do sistema produtivo da empresa é muito dinâmico, pois as prioridades dos estudos e projetos se formam em função das necessidades dos equipamentos e dos processos. Um dos problemas existentes é a demora na execução de um projeto ou na resposta de uma solicitação. Isso leva a perda de produção. Além das perdas inerentes, o atraso no atendimento leva a tomada de medidas paralelas pelos órgãos solicitantes, que, na ânsia de resolver seu problema, acabam fazendo as coisas sem um projeto ou estudo. Isso gera problemas posteriores, tais como: funcionamento inadequado, falta de atualização de documentação

sobre o setor, perda de controle sobre os investimentos nos equipamentos, gastos desnecessários e sem o retorno exigível e perda do serviço de estudo e projeto.

É necessário que se aumente a velocidade de resposta às solicitações da área de fabricação e que se evite defasagem entre os ambientes. O uso de recursos de CAE/CAD nessa área, aumentaria a velocidade de resposta aos pedidos, aumentando a abrangência e a eficácia do trabalho desenvolvido.

Outro fator que contribui para atrasos na solução dos problemas é o da falta de recursos humanos com a especialidade necessária em todas as disciplinas exigidas. Neste caso, um amplo programa de treinamento e reciclagem teria que ser feito, para adequar os recursos às necessidades. Possivelmente, teria que se contratar elementos especializados em algumas disciplinas.

Outro obstáculo a um melhor desempenho, é o método de trabalho, principalmente a falta de uma análise abrangente e crítica na entrada do pedido, que faz com que os trabalhos se desenvolvam em grandes espirais, ou, nas piores situações, em vai-e-volta, fazendo com que se chegue em fases mais adiantadas do trabalho sem definições que já deveriam estar agregadas mas não estão. Isso aumenta o tempo gasto nas fases de especificação de projeto básico e de detalhamento e facilita a ocorrência de erros por falta de informações.

Para resolver esse problema, deve ser adotado um esquema de trabalho que só permita a entrada de pedidos com seus requisitos ou escopos bem definidos.

A falta de uma análise na entrada provoca, também, dificuldades para se receber e cadastrar os pedidos, gerando um acúmulo dos que ficam arquivados sem prioridade definida.

Outro problema freqüente é o da entrada de pedidos similares a outros feitos anteriormente, que podem ser enquadrados em três situações:

- a) já foram atendidos;
- b) estão sendo atendidos;
- c) foram pedidos e anulados no passado, por serem inviáveis ou considerados inadequados.

Qualquer desses casos, leva a problemas no andamento futuro e a perda de tempo e de serviço. Uma solução, para evitar isto, é a

criação de um banco de dados de pedidos com informações suficientes para que um elemento técnico, com certa experiência, identifique, de forma rápida, qualquer similaridade entre novos e existentes.

A redução de pessoal imposta pela criação da Engenharia de Manutenção cria dificuldades para a área de Estudos e Projetos de Melhorias e Reformas. Faltam recursos de mão-de-obra para atender a todos os pedidos críticos a tempo.

O volume de pedidos que entra no sistema é bem maior que sua capacidade de atendê-los e muitos não refletem a necessidade real da empresa. Deve ser adotado um método de avaliar os pedidos com os órgãos emissores para trabalhar apenas os necessários.

Um ponto bastante crítico é o da falta de acompanhamento da implantação dos projetos, ou seja, o projetista ou desenhista, não acompanhar a execução de seu trabalho na usina. Isto impede que uma série de otimizações sejam feitas, além de privar o indivíduo de uma complementação de sua base de conhecimento para novos trabalhos, pela observação da construção do que ele idealizou.

A adoção de um sistema de acompanhamento correto levará a ganhos consideráveis nos projetos seguintes, pela experiência e capacidade de avaliação que passarão a ter elementos da área de projetos e pela maior facilidade de atualização dos desenhos de implantação ("as-built").

Atualmente, a falta de atualização da documentação técnica é um problema sério, que sempre gera atrasos no desenvolvimento de novos projetos ou na substituição de peças. O trabalho manual de revisão de desenhos, no entanto, é bastante demorado e impede que se consiga, com o volume de mão-de-obra disponível, manter o arquivo atualizado. O uso de recursos de CAE/CAD, aliados a um bom acompanhamento, possibilitaria a manutenção de um arquivo técnico atualizado.

Atualmente, usa-se recursos computacionais para cadastramento de pedidos e para a geração de relatórios de pedidos em carteira, pedidos atendidos, homens/hora gastos, ou seja, atividades administrativas e um pouco de planejamento, como a programação de serviços para a semana -que não usa nenhum programa de planejamento computacional, apenas digitação dos dados passados pelos coordenadores.

Os trabalhos de cálculo são lentos. Muitos deixam de ser feitos com maior profundidade, por falta de recursos computacionais. O mesmo deve ser dito de atividades de análise. O tempo gasto, geralmente, é incompatível com as necessidades da áreas produtivas. É necessário que se disponha de recursos humanos e computacionais para atender esta demanda e dar respostas a tempo.

Como nunca foram usados, não se nota entre as pessoas uma sensação consciente da necessidade de recursos computacionais, nota-se, no entanto, uma ansiedade por resolver os problemas de maneira mais completa e uma certa frustração de não poder fazê-lo.

Existe uma dificuldade para obtenção de dados técnicos que leva as pessoas a montarem seus arquivos particulares. Esses arquivos particulares não atendem às necessidades e, além disso, ocupam espaço, tomam tempo dos que os mantém, e não têm a abrangência e a facilidade de acesso necessárias. Falta, além disso, a renovação periódica adequada.

É de fundamental importância a organização de um arquivo setorial técnico e de um banco de dados para uso em projeto.

A área apresenta uma necessidade muito grande de se integrar aos trabalhos dos órgãos de fabricação, de Engenharia de Manutenção e de Estudos e Projetos de Engenharia, para atingir os objetivos propostos.

No estudo foram levantadas os H/h gastos em 1987, 1988 e 1989, nas atividades da área. O resultado está no quadro 4.1.

Dentre os valores de H/h encontrados, foram identificados quais seriam os percentuais de H/h a serem influenciados pela introdução de um sistema CAE/CAD, para cada tipo de atividade. Os H/h equivalentes aos percentuais encontrados estão no quadro 4.2.

A média de formatos produzidos, no sistema atual, é:

A0	1,8 %	
A1	16,57 %	} 27,31 %
A2	10,74%	
A3	31,63 %	} 70,89 %
A4	39,26%	

QUADRO 4.1

MÉDIAS MENSAIS DE ESTUDOS E PROJETOS DE MELHORIAS E REFORMAS

ATIVIDADES	MÉDIAS MENSAIS			MÉDIA GERAL MENSAL	PER-CENTUAL
	1987	1988	1989		
ESTUDAR ALTERNAT. H/h	750	824	502	692	9,5
PROJETO BÁSICO H/h	2.434	641	679	1.251	17,2
DETALHAR H/h	1.163	1.792	2.208	1.721	23,7
REVISAR H/h	987	1.332	808	1.042	14,3
GRÁFICO/IMPRESSO H/h	130	149	194	158	2,2
TOTAL DE HOMENS/HORA DE PROJETO	5.464	4.738	4.391	4.864	66,9
ADMINISTRATIVAS H/h	1.618	1.663	1.504	1.585	21,8
ASSESSORIA TÉCN. H/h	440	780	459	560	7,7
TOTAL DE HOMENS/HORA PRODUTIVOS	8.549	7.208	6.041	7.266	100
MÉDIA DE H/h POR A4	5.04	3,8	7,3	5,38	
DESENHOS NOVOS EqA1	81	109	50	80	
DESENHOS REVISADOS EqA1	103	116	66	95	

QUADRO 4.2

MÉDIAS MENSAIS DE H/h A SEREM INFLUENCIADAS PELO CAE/CAD

ATIVIDADES	H/h INFLUENCIADOS
ESTUDAR ALTERNATIVAS H/h	692
PROJETO BÁSICO H/h	1.251
DETALHAR H/h	1.721
REVISAR H/h	1.042
GRÁFICOS E IMPRESSOS H/h	158
TOTAL DE HOMENS/HORA	4.864

4.3.12. ESTUDOS E PROJETOS DE ENGENHARIA

O trabalho nesse setor é iniciado a partir de uma solicitação feita por um órgão da empresa ou por uma orientação superior baseada no Planejamento Estratégico da Empresa.

Conforme pode ser observado nos DFD's A1.2.0, A1.2.1 a A1.2.7, A1.2.5.8 e A1.2.5.11, do Anexo 1, as funções desenvolvidas na área de Estudos e Projetos de Engenharia, num nível mais geral, podem ser listadas como sendo:

- Conceituar projeto;
- Desenvolver ante-projeto;
- Executar engenharia básica nível I;
- Emitir especificação técnica;
- Fazer análise técnica;
- Executar engenharia básica nível II;
- Coordenar e detalhar projeto;
- Emitir listas de materiais;
- Prestar assistência técnica às áreas da usina.

Cada uma dessas atividades, se subdivide em várias outras. Considerando as atividades em conjunto, pode-se listar as principais formas de atuação, na área, como sendo:

- Receber e analisar pedidos de estudos e projetos;
- Consultar solicitante sobre a natureza do pedido e sobre dados relativos ao mesmo;
- Definir escopo do projeto e planejar sua execução;
- Consultar arquivo de desenhos;
- Solicitar e apanhar cópias de desenhos e listas de materiais;
- Discutir o trabalho com o solicitante;
- Executar cálculos estruturais, de resistência, de massa, volume, centro de gravidade, momento de inércia, etc...;
- Consultar livros, artigos, manuais;
- Verificar a disponibilidade de materiais e componentes em estoque na empresa, para utilização nos projetos;
- Fazer levantamento dimensional e situacional na empresa;
- Revisar desenhos;
- Especificar materiais, tolerâncias, dimensões, formas, e

métodos de utilização:

- Responder a consultas feitas pelo pessoal de áreas de operação e manutenção;
- Obter códigos e numerar desenhos;
- Elaborar listas de cabos, materiais, componentes, etc...;
- Estudar e acompanhar funcionamento de equipamentos e processos ligados aos estudos em desenvolvimento;
- Conferir os desenhos e as revisões feitas;
- Controlar o tempo gasto nas diversas etapas dos pedidos;
- Manter contato freqüente com fornecedores externos de serviços e equipamentos;
- Contratar e acompanhar trabalho de firmas de projeto externas;
- Acompanhar a implantação de equipamentos e processos;
- Realizar estudos de viabilidade;
- Consultar e visitar empresas que utilizem processos e equipamentos de interesse;
- Fazer estudos de interferência e de compatibilidade de desenhos e projetos;
- Fazer, junto com o solicitante, análise técnica dos equipamentos e processos propostos nos projetos;
- Dimensionar e especificar equipamentos e processos.

Um obstáculo ao bom andamento é o grande número de atividades desenvolvidas em paralelo, o grande número de pessoas envolvidas em todo o projeto e o grande volume de informações que circula no ambiente. Soma-se a isto, a administração dos trabalhos desenvolvidos externamente. Os meios de coordenação e de comunicação existentes não conseguem manter o pessoal totalmente sincronizado com o andamento dos projetos.

É necessário que seja adotado um sistema de comunicação e planejamento computadorizado, de fácil acompanhamento e atualização. Deve, também, ser feito um projeto de estruturação dos fluxos da área. Dado o volume e a complexidade das informações, no entanto, aos recursos organizacionais devem ser somados recursos de CAE/CAD, para otimizar o trabalho da área.

A falta de definição de um escopo completo e detalhado no início da maioria dos trabalhos faz com que ocorram atrasos e que

se percam serviços, além de levar a uma natural insegurança. Existe a necessidade, portanto, de se estabelecer critérios e métodos para a definição completa dos escopos dos projetos, durante a fase de conceitualização ou de definição de requisitos dos mesmos.

Um fato que colabora muito para que ocorram atrasos e para que, conseqüentemente, os prazos sejam dilatados é a falta de informações consistentes na passagem de uma etapa do processo para outra. Os dados, de uma forma geral, são passados mais em forma descritiva - alfa-numérica - que de forma gráfica. Esse fato, devido principalmente à dificuldade de se criar e manusear informações gráficas no ambiente hoje estruturado, impede que o executante de uma fase posterior do projeto tenha uma idéia completa do que foi proposto na fase ou nas fases anteriores.

O trabalho de estudo inicial e de preparação básica é feito por engenheiros, que não utilizam pranchetas ou outros recursos de projeto para a geração de desenhos. Quando necessitam da elaboração de algum desenho, solicitam o serviço de um desenhista. Nestas fases, o trabalho é muito conceitual e requer a manipulação de desenhos e outras informações gráficas, para se verificar as alternativas possíveis, o que deseja realmente o cliente e o que pode realmente atendê-lo. Existe, nesta etapa, um grande uso de informações gráficas novas misturadas com existentes.

O uso de recursos de CAD nestas etapas, facilitaria sobremaneira o trabalho, pois permitiria que o próprio idealizador do trabalho desenvolvesse, de forma rápida, um esboço com o grau de detalhamento necessário para o entendimento posterior. O trabalho passa a ser feito em escala, com facilidade de representação em 2D e 3D e torna-se um documento que pode ser diretamente usado nas fases seguintes do projeto, sem ter que ser refeito, apenas sendo corrigido ou acrescido de algo. A rapidez e a confiabilidade do trabalho aumentaria sensivelmente.

Existe dificuldades para se explorar todas as variações desejadas no estudo de alternativas, devido ao tempo gasto para fazê-lo manualmente. Ocorre, pois, partir-se para etapas mais avançadas do projeto, sem que tenham sido verificadas todas as situações pertinentes ao mesmo. Isto, geralmente, acarreta mudanças quando muita coisa já houver sido feita, gerando as

perdas equivalentes.

Essa falta de informações completas leva, também, a tempos de espera nas firmas de projeto contratadas e aumenta a necessidade de deslocamento de pessoas para complementar informações do projeto.

O uso de CAD nessa fase possibilitaria estudos rápidos de alternativas, com facilidades para experimentar mudanças e novas configurações. O trabalho ficaria mais completo e as informações gráficas geradas nesta fase seriam diretamente aproveitadas nas fases seguintes.

O número de arquivos intermediários é alto. Envolve o arquivamento de cópias de trabalhos, comprovantes de documentos emitidos, catálogos, em vários lugares. Além do tempo e do espaço gastos nestes arquivos, eles têm o inconveniente de não poderem ser atualizados e, nem mesmo, catalogados. É necessário que seja organizado um arquivo técnico setorial.

Pela alta porcentagem de trabalho de emissão de relatórios observada, devem ser alocados recursos para facilitar essa atividade. Indica-se o uso de editores de texto eletrônicos diretamente pelo autor dos relatórios, para que se ganhe em tempo, qualidade de apresentação e facilidade de revisão/inserção. Para isto, deve haver maior disponibilidade de microcomputadores.

Outro problema encontrado é o da grande dependência de realização de estudos e projetos por firmas externas. O acompanhamento técnico, a verificação e controle são atividades complicadas. Além de trazerem erros, os projetos detalhados externamente ocupam muito tempo do seu responsável na ACESITA. Soma-se a isto, o alto custo pago pela empresa a tais firmas.

Um sistema CAE/CAD facilitaria a administração desta interface, além de reduzir a necessidade de trabalhos externos.

Os dados da área de Estudos e Projetos de Engenharia, passaram a ser apropriados por atividade, a partir de 1989. Assim, foi feita uma estimativa do percentual que cada atividade representa do total e esses percentuais foram lançados no valor médio total de homens/hora, que foi coletado nos anos de 1987, 1988 e 1989. Estes valores estão mostrados no quadro 4.3.

As porcentagens mostradas no quadro 4.4, foram obtidas de relatórios detalhados feitos apenas a partir de 1989.

QUADRO 4.3
MÉDIAS MENSAS DE ESTUDOS E PROJETOS DE ENGENHARIA

ATIVIDADES	MÉDIAS MENSAS			MÉDIA GERAL MENSAL
	1987	1988	1989	
TOTAL DE H/h INTERNO	8.579	7.565	6.667	7.603
TOTAL DE H/h EXTERNO	8.038	10.055	5.760	7.951
TOTAL DE H/h GASTOS	16.617	17.620	12.427	15.554
FORMATOS A1 PAGOS EXTERN.	221	109	82	137
ITENS DE L.DE MATERIAIS	376	289	202	289
ESPECIFICAÇÕES EMITIDAS	6	2	4	4
DESENHOS NOVOS A1	111	100	65	92
DESENHOS REVISADOS A1	59	44	80	61

QUADRO 4.4.
MÉDIAS MENSAS PERCENTUAIS DE ESTUDOS E PROJETOS DE ENGENHARIA

ATIVIDADES	MÉDIAS MENSAS		
	TOTAL NA ATIVIDADE	FASE DE EXECUÇÃO	FASE DE EMITIR RELATÓRIO
DEFINIR REQUISITOS ESTUDAR ALTERNATIVAS AVALIAR E ANALISAR	832 H/h	1,74%	9,2%
ESTUDAR VIABILIDADE PROJETO BÁSICO	1.038 H/h	6,11%	7,55%
AVALIAR PROJETO BÁSICO	1.916 H/h	18,3%	6,9%
DETALHAR PROJETO ANALISAR/OTIMIZAR REVISAR	3.000 H/h	35,35%	4,11%
ESTUDOS GERAIS	190 H/h	1,5%	1%
AUXÍLIO A IMPLANTAÇÃO	626 H/h	7,24%	1%

Na área de Estudos e Projetos de Engenharia, os volumes de desenhos produzidos correspondentes a cada disciplina, em projetos típicos, são os seguintes:

Elétrica .. 25%
 Civil 25%
 Mecânica .. 50%

Considerando a média dos projetos feitos, a distribuição de formatos gerados, por disciplina, é a seguinte:

	ELÉTRICA	CIVIL	MECÂNICA
A0		1%	2%
A1	70%	99%	95%
A3	30%		3%

Para efeito de análise do sistema CAE/CAD foram considerados apenas os H/h internos e, dentre esses valores, foi feita uma avaliação do grau de influência do sistema CAE/CAD em cada atividade. Os valores resultantes estão no quadro 4.5.

QUADRO 4.5
 MÉDIAS MENSAIS DE H/h A SEREM INFLUENCIADOS PELO CAE/CAD

ATIVIDADES	H/h INFLUENCIADOS
DEFINIR REQUISITOS ESTUDAR ALTERNATIVAS AVALIAR E ANALISAR	499
ESTUDAR VIABILIDADE PROJETO BÁSICO	623
AVALIAR PROJETO BÁSICO	1.149
DETALHAR PROJETO ANALISAR/COORDENAR REVISAR	1.800
ESTUDOS GERAIS	114
AUXILIO A IMPLANTAÇÃO	376
TOTAL	4.562

4.3.1.3. ESTUDOS E PROJETOS PARA VENDA DE TECNOLOGIA

Essa área trabalha verificando o que existe de tecnologia dentro da empresa que pode ser vendida. Depois, desenvolve todo um trabalho de contatos, visando identificar e obter clientes. Ocorrem casos onde as firmas externas interessadas é que procuram a AGESITA.

Definido o escopo e fechado o contrato de fornecimento, parte-se para o desenvolvimento e fornecimento do projeto.

Num nível mais alto, as fases que compõem o processo de estudos e projetos para venda de tecnologia, são os seguintes:

- Elaborar proposta técnica;
- Planejar execução do projeto;
- Desenvolver engenharia básica;
- Detalhar projeto;
- Acompanhar fabricação, testes e fornecimento;
- Acompanhar montagem, testes e início de operação.

Essas atividades são completadas pelo trabalho conjunto que é desenvolvido pelo pessoal específico de venda e contatos comerciais da área de Venda de Tecnologia. O fluxo das atividades da área está nos DFD's A1.3/S e A1.3/D, no anexo 2.

Os recursos usados nos projetos dependem da natureza e do porte do mesmo. Embora disponha de uma equipe de engenheiros e projetistas, podem ser acrescentados elementos de outras áreas para um determinado trabalho. Além disso, podem ser feitos contratos com firmas externas, que passariam a participar como sócias ou sub-contratadas no desenvolvimento e no fornecimento.

As atividades detalhadas da área podem ser relacionadas como sendo:

- Estudar processos e tecnologias desenvolvidos pela AGESITA;
- Estudar as várias tecnologias correlatas no país e no mundo;
- Preparar material técnico para apresentação a clientes;
- Receber e analisar pedidos;
- Consultar solicitante sobre a natureza do pedido e sobre dados relativos ao mesmo;
- Definir escopo do projeto e planejar sua execução;

- Consultar arquivo de desenhos;
- Solicitar e apanhar cópias de desenhos e listas de materiais;
- Discutir o trabalho com o solicitante;
- Fazer estudo de viabilidade dos projetos;
- Executar cálculos estruturais, de resistência, de massa, volume, centro de gravidade, momento de inércia, etc..., das partes do projeto;
- Consultar livros, artigos, manuais, para obter informações sobre materiais, soluções técnicas, fórmulas, equações, normas, etc...;
- Verificar a disponibilidade de materiais e componentes em estoque na empresa, para utilização nos projetos;
- Fazer levantamento de campo;
- Revisar desenhos;
- Especificar materiais, tolerâncias, dimensões, formas, métodos de utilização;
- Responder a consultas feitas pelo pessoal de áreas de operação e manutenção do cliente;
- Obter códigos e numerar desenhos;
- Elaborar listas de cabos, materiais e componentes;
- Fazer estudos de alternativas, arranjos, elaborar projeto e detalhar;
- Estudar e acompanhar funcionamento de equipamentos e processos;
- Conferir desenhos;
- Controlar o tempo gasto nas diversas etapas dos pedidos;
- Manter contato freqüente com fornecedores externos de serviços e equipamentos;
- Contratar e acompanhar o trabalho de firmas de projeto;
- Acompanhar a implantação dos equipamentos e processos;
- Contatar fornecedores de equipamentos e de tecnologias compatíveis com os estudos em foco;
- Consultar e visitar empresas que utilizem processos e equipamentos de interesse;
- Fazer estudos de interferência e de compatibilidade;
- Fazer, junto com o solicitante, análise técnica dos equipamentos e processos propostos nos projetos;
- Dimensionar e especificar equipamentos e processos;

- Preparar ou coordenar preparação de manual de operação e manutenção;
- Prestar assistência na fase pós-implantação.

Esta área trabalha muito na elaboração de arranjos de equipamentos, para discutir com os clientes, principalmente nas etapas iniciais de definição de escopo, preparação de proposta e desenvolvimento de engenharia básica. Nessa ocasião, o trabalho tem que ter uma boa apresentação e um nível de detalhes pequeno. Normalmente, várias configurações de um mesmo equipamento são preparadas e apresentadas. Essas atividades envolvem um trabalho bastante repetitivo para o desenhista, quando da execução dos desenhos das várias configurações, pois pequenas diferenças entre configurações normalmente significam novos desenhos. A isso deve ser somado o fato de que os desenhos devem ter uma boa apresentação, para facilitar o trabalho de venda.

O trabalho de preparação torna-se grande, demorado e pouco flexível se o tempo for curto. Deve ser considerado, também, que a apresentação de idéias em duas dimensões, que é o meio normalmente usado, nem sempre atinge o comprador da forma esperada e de modo eficaz.

O uso de recursos de CAD criaria a condição de se poder representar várias opções de instalação e configuração, a partir de uma biblioteca de componentes, evitando o trabalho repetitivo e tornando mais rápida qualquer mudança. Isso agilizaria o trabalho junto aos clientes, o que é fator importante na fase de proposta. Além disso, o CAD possibilitaria que as propostas fossem apresentadas em forma de modelos tridimensionais, facilitando o entendimento e impressionando melhor.

O uso de modelos tridimensionais sólidos evita, inclusive, que seja necessária a construção de maquetes físicas para representar o projeto, pois as maquetes eletrônicas apresentam um tal realismo que atendem perfeitamente às necessidades de apresentação, discussão, análise e aprovação.

Outro recurso do CAD que agilizaria bastante o trabalho nesta área é o de parametrização. Através dele, o projetista/engenheiro pode alterar as dimensões do desenho, em função de alguns parâmetros fornecidos por um cliente específico, sem ter que

refazê-lo, possibilitando uma resposta bem mais rápida a qualquer consulta ou discussão.

Os dados de H/h da área estão agrupados no quadro 4.6. Um desmembramento ocorrido em 1989, levou a uma perda parcial de dados, que fez com a média passasse a ser representada apenas pelos dados de 1987 e 88. Para dimensionar o efeito do uso de recursos de CAE/CAD no ambiente, foi feita uma análise do grau de influência que teria em cada atividade, como mostra o quadro 4.7.

QUADRO 4.6

MÉDIAS MENSAIS DE ESTUDOS E PROJETOS PARA VENDA DE TECNOLOGIA

ANO	1987	1988	1989	MÉDIA
H/h DE ESTUDOS E PROJETOS	1.330	1.008	--	1.169
DESENHOS NOVOS A1	--	--	11	11
DESENHOS REVISADOS A1	--	--	3	3

QUADRO 4.7

MÉDIAS MENSAIS DE H/h A SEREM INFLUENCIADOS PELO CAE/CAD

ATIVIDADES	H/h INFLUENCIADOS
APRESENTAÇÃO TÉCNICA	9
DEFINIR REQUISITOS ESTUDAR ALTERNATIVAS AVALIAR E ANALISAR	90
ESTUDAR VIABILIDADE DESENVOLVER PROJETO BÁSICO	124
AVALIAR PROJETO BÁSICO	194
DETALHAR PROJETO ANALISAR/OTIMIZAR REVISAR	320
AUXILIAR A IMPLANTAÇÃO	75
TOTAL	812

O percentual médio de formatos de desenhos gerados na área pode ser dividido em:

A0	3,2 %
A1	75,2 %
A2	7,2 %
A3	8 %
A4	6,4 %

4.3.1.4. ARQUIVO TÉCNICO

Ainda dentro da Gerência de Engenharia está o ARQUIVO TÉCNICO, órgão encarregado de guardar os originais de desenhos e memórias de cálculo de toda a empresa e fornecer cópias dos mesmos quando solicitado.

O arquivamento e o fornecimento de cópias é centralizado e os solicitantes devem levar um pedido formal, escrito, indicando quais documentos querem que sejam copiados. As cópias podem ser micrográficas ou heliográficas. As cópias solicitadas podem ser entregues no local ou enviadas, via malote, para o solicitante.

Existe um serviço de consulta a microfilmes no local.

O trabalho de obtenção de cópias de desenhos gera uma movimentação muito grande de pessoal proveniente de áreas internas da empresa, já que, para consulta a microfilmes e solicitações, tem que haver o deslocamento físico das pessoas até o arquivo. Para reduzir os problemas causados por isso, tais como perda de tempo e riscos de acidentes de percurso, deveriam ser colocados postos de consulta nas áreas e um posto de atendimento de cópias micrográficas no interior da usina. A colocação de postos de consulta a microfilmes nas áreas, reduziria o volume de cópias necessárias para aquele fim.

Outro fator que deve ser considerado é o estado dos arquivos de área, montados basicamente com desenhos de papel agrupados em pastas. A falta de confiança na atualização dos mesmos, leva, freqüentemente, o usuário ao arquivo para consulta. Essa necessidade poderia ser satisfeita com a instalação dos arquivos de microfilmes nas áreas internas.

Os valores relativos às cópias fornecidas pelo arquivo

técnico estão no quadro 4.8. No quadro 4.9 estão os valores percentuais de cópias por tamanho do formato.

QUADRO 4.8
MÉDIAS MENSAIS DO ARQUIVO TÉCNICO

Valores médios mensais (1987, 1988 e 1989)	
Número de pedidos de cópias atendidos	1.051
Número de originals copiados	6.402
Cópias heliográficas	18.345
Cópias de microfilmes	2.197
Desenhos novos arquivados	620

QUADRO 4.9
PERCENTUAIS DE CÓPIAS POR FORMATO

FORMATOS	CÓPIAS HELIOGRÁFICAS	CÓPIAS MICROGRÁFICAS
A0	10,8	---
A1	34,05	---
A2	12,85	82,24
A3	30	11,54
A4	12,3	6,22

4.3.2. ESTUDOS E PROJETOS DE URBANISMO

É a área encarregada dos estudos e projetos voltados para o urbanismo da empresa e dos seus terrenos. Os principais processos executados são:

- Estudar e projetar loteamentos;
- Controlar ocupação das áreas externas da empresa;
- Manter contato com a administração municipal quanto à interface urbanística ACESITA/Prefeitura;

- Projetar urbanização das áreas externas e internas da empresa.

Destes, podem ser listadas atividades mais detalhadas, que são:

- Levantamento topográfico e análise dos dados obtidos;
- Cálculos de volumes, perímetros e áreas para remoção e/ou ocupação;
- Acompanhamento dos projetos da Prefeitura que interferem com áreas da empresa;
- Administração de empresas de projeto externas;
- Acompanhamento de construções ligadas à urbanização da empresa;
- Execução e revisão de desenhos;
- Levantamento situacional de imóveis da empresa.

A área trabalha manipulando muitos dados para cálculo que, embora sejam de estruturação simples, são de tratamento trabalhoso. Entre esses estão os dados de áreas, perímetros e volumes de terrenos, cujas dimensões de referência são os levantamentos topográficos. Dispõe a área de alguns programas computacionais que auxiliam nos cálculos efetuados.

Os dados topográficos podem ser usados mais facilmente se houver disponibilidade de mesa digitalizadora, que permite a inserção das curvas complexas no computador para posterior tratamento e obtenção dos dados associados. Isso agiliza muito o trabalho além de aumentar a confiabilidade.

Outro fator importante nos projetos urbanísticos é o da visualização, já que os trabalhos tem que ser apresentados para julgamento e aprovação de várias áreas, dada a abrangência dos projetos. O uso de recursos computacionais permitiria que se produzissem vistas tri-dimensionais muito representativas das proposições, facilitando o entendimento por parte dos solicitantes/usuários e reduzindo o tempo gasto em preparação.

Outro item que significa muito é o de estudos de alternativas. O uso de computador permitiria que tais estudos fossem feitos com maior profundidade e capacidade de análise, facilitando a maior exploração das opções disponíveis nos locais

estudados.

Existe uma grande necessidade de se manter atualizado o arquivo de desenhos desta área, pois é uma fonte de informações que pode ter que ser consultada a qualquer instante dada a sua interface com a comunidade e a administração municipal. Manualmente é muito trabalhoso manter a atualização. O CAD facilitaria esse trabalho e permitiria, inclusive, que fossem emitidas listas periódicas de mudanças e de posicionamentos.

Os percentuais de formatos de desenhos gerados na área são:

A0	40 %
A1	40 %
A2	20 %

A área não dispunha de um banco de dados discriminando os H/h gastos por atividades, separadamente. Por isso foi feita uma média observando o funcionamento em 1989. Os valores observados estão mostrados no quadro 4.10.

QUADRO 4.10
MÉDIAS MENSAIS DE ESTUDOS E PROJETOS DE URBANISMO

H/h PRODUTIVOS	792
DESENHOS NOVOS	Equivalente A1 12
DESENHOS REVISADOS	Equivalente A1 9

A área apresenta um volume de 616 H/h a serem influenciados pela introdução de um sistema CAE/CAD.

4.3.3. ESTUDOS E PROJETOS DE CALIBRAÇÃO

Conforme levantamento feito e que pode ser visto nos DFD's A2.0/S, A2.0/D no Anexo 1, as funções desenvolvidas na área de Estudos e Projetos de Calibração, num nível mais geral, podem ser listadas como sendo:

- Verificar viabilidade técnica do produto;
- Elaborar projeto de calibração;
- Liberar projeto para execução;
- Testar funcionamento;
- Revisar projeto.

Cada uma dessas atividades se divide em várias outras, que podem ser relacionadas, sucintamente, do seguinte modo:

- Receber e analisar os pedidos de estudos;
- Discutir os requisitos do material a ser laminado em conjunto com o solicitante;
- Verificar se existem estudos ou experiências similares feitos anteriormente;
- Calcular plano de passes e os esforços de laminação;
- Preparar relatórios técnicos;
- Fazer cálculos de volumes, massas, centro de gravidade, compensações, dilatações, deformações,...
- Calcular as perdas e ganhos de calor no processo;
- Fazer desenhos dos canais no cilindros, dos gabaritos e dos acessórios a serem usados na montagem e laminação;
- Acompanhar preparação e montagem dos conjuntos para laminação;
- Elaborar plano de testes para os produtos na laminação;
- Discutir com a operação, manutenção e programação dados relativos aos projetos em desenvolvimento;
- Acompanhar testes e analisar resultados dos mesmos;
- Fazer desenhos das ferramentas a serem usadas;
- No caso de produtos novos, elaborar cálculo de custos de investimento, rendimento e produtividade.

Devido a sua estruturação, que lhe permite administrar, ao mesmo tempo, as áreas de projeto e oficina de calibração, bem como ter parte ativa no processo de laminação, esse órgão está perfeitamente integrado em todas as fases de desenvolvimento dos produtos que projeta.

Essa área atende, exclusivamente, à Gerência de Produção de Não-Planos. Seus trabalhos partem, normalmente de solicitações de estudos para novos produtos ou para otimização de processos já

existentes. A partir daí, todo um trabalho é desenvolvido para dimensionar e configurar os cilindros, acessórios, gabaritos e ferramentas a serem usados.

Seu volume de trabalho maior está concentrado, atualmente, em estudos para melhorias dos projetos existentes.

A área detém, atualmente, um alto nível de conhecimentos técnicos sobre o processo e dispõe de um amplo arquivo de memórias de cálculo e dados de equipamentos e processos que ajudam em muito o seu trabalho. O trabalho para manter o arquivo atualizado e para acessar certos dados é relativamente grande. Deveria ser adotado o uso de um banco de dados computadorizado.

O arquivo de desenhos (originais) fica na própria área -porque lhe facilita mais o trabalho de revisão/atualização dos mesmos, já que se encontra longe do arquivo técnico central. Gera e revisa a maior parte dos desenhos que usa, salvo em caso de projetos maiores, quando utiliza recursos da área de Estudos e Projetos de Melhorias e Reformas.

A área dispõe de programas computacionais -desenvolvidos em microcomputadores -, que são usados para cálculos auxiliares do projeto. Dispõe, também, de um arquivo de memórias de cálculos que é bastante usado. Os programas, no entanto, não oferecem a integração adequada para facilitar o trabalho. Deve ser montado, no sistema CAE/CAD, um programa que possibilite a inserção de fórmulas em conjunto com computação gráfica, para integrar e facilitar o trabalho. O arquivo de dados existente, bem como os programas e a experiência de uso existentes na área cria facilidade para que um sistema computacional especializado seja implantado no local.

Todo o trabalho feito resulta nos desenhos dos canais dos cilindros e nos acessórios para a laminação. Esse trabalho é muito interativo, pois a cada avanço dos cálculos deve ser feita uma reavaliação das posições e das dimensões dos canais. Fazer isso por meios manuais é muito trabalhoso, pois exige mudanças nos desenhos, com apagamento de linhas, relocação de figuras, troca de formatos, enfim, muitas atividades para corrigir, às vezes, apenas uma ou duas medidas básicas. Existe ainda a tendência em não se explorar todas as opções possíveis devido ao tempo que seria gasto e às dificuldades naturais de representação e de alterações.

Devido à natureza do trabalho executado, onde as equações usadas fornecem os perfis dos canais e gabaritos e onde se computa um grande volume de dados simultaneamente, a existência de um programa integrado que permita a execução de cálculo a partir do perfil original, dados do equipamento e do processo, etc..., de forma integrada com a geração de desenhos dos canais equivalentes, seria muito adequado.

Um fator que é considerado na definição do projeto de alguns perfis é o da taxa de resfriamento do material durante o processo. Uma tarefa difícil e trabalhosa, feita, dentro dos recursos atuais, por aproximação. O uso de programas de análise por elementos finitos traria facilidade, agilidade e maior confiabilidade para o processo, reduzindo muito os gastos com experiências no equipamento.

Em todo o trabalho desenvolvido existe a necessidade de determinação de áreas e volumes envolvidos. No caso de perfis regulares e simples, o trabalho não é difícil, mas no caso de perfis complexos, o cálculo se torna muito trabalhoso e é feito por aproximação. Nesse último caso, a baixa precisão dificulta a avaliação precisa dos resultados nas etapas posteriores e o balanceamento das deformações entre canais.

O uso de ferramentas computacionais com programas de cálculo de propriedades geométricas em conjunto com modelamento sólido, facilitaria e garantiria os resultados desses cálculos dentro de uma faixa de tolerância adequada e facilitaria o trabalho de introdução de fabricação de perfis complexos na laminação. Isto reduz, também, as despesas experimentais com material no laminador.

A análise do comportamento elástico/plástico do conjunto laminador/cilindro/material, é uma tarefa bastante complexa e trabalhosa, sendo impossível de ser totalmente desenvolvida manualmente. O uso de recursos de CAE/CAD possibilitaria estes cálculos e, conseqüentemente, maior controle sobre o processo.

Os dados obtidos nessa área não são tão detalhados quanto os das áreas anteriores, pois a mesma, tendo um ambiente mais integrado e menor, com o trabalho sendo executado por poucas pessoas, não usa ferramentas de controle de tempo por atividade isolada. Desse modo, tem-se apenas a estimativa média típica, que

foi fornecida pelo representante da área e considerada como adequada.

Os percentuais de formatos de desenhos gerados na área são:

A0 50 %

A4 50 %

A área de calibração trabalha com folhas de desenhos de formato cujo comprimento é igual ao A0 mas a largura equivale à metade daquele, para representar os cilindros com os canais.

Os valores de H/h levantados estão mostrados no quadro 4.11.

QUADRO 4.11
MÉDIAS MENSAIS DE ESTUDOS E PROJETOS DE CALIBRAÇÃO

Homens/hora de Estudos e Projetos		352
DESENHOS NOVOS	Eq. A1	7
DESENHOS REVISADOS	Eq. A1	5

A área vai ter uma média mensal de 194 H/h de estudos e projetos influenciados pela introdução do sistema CAE/CAD.

4.3.4. ESTUDOS E PROJETOS DE FUNDIÇÃO

Conforme levantamento feito os processos desenvolvidos na área de Estudos e Projetos de Fundição, num nível mais geral, podem ser listados como sendo:

- Desenvolver projeto de modelo;
- Desenvolver projeto de fundição;
- Acompanhar e assessorar os trabalhos de planejamento, modelagem, moldagem, fusão e acabamento de peças fundidas.

Dentro dos processos da área, ainda em um nível alto, pode ser relacionado um conjunto de processos que pertencem a cada um

deles e estão incorporados na relação de atividades feitas mais a frente no texto, que são:

- Estudar alternativas;
- Avaliar e analisar as alternativas;
- Estudar a viabilidade do projeto;
- Desenvolver o projeto;
- Detalhar;
- Analisar/otimizar;
- Revisar.

Dentro dessas funções existe uma série de atividades que podem ser relacionadas, sucintamente, do seguinte modo:

- Estudar especificações e requisitos dos projetos;
- Determinar posição de moldagem e apartações;
- Determinar as saídas do modelo e as marcações de macho;
- Determinar a taxa de contração linear.
- Efetuar cálculos de propriedades geométricas das peças, tais como superfícies, volumes, pesos, etc...
- Efetuar cálculos de módulos de resfriamento;
- Fazer análise térmica do processo - direcionamento de solidificação;
- Dimensionar e quantificar massalotes ou alimentadores;
- Calcular regra da contração metalúrgica da peça;
- Calcular rendimentos do processo;
- Calcular resfriadores, zonas de ação, canais, módulos, munhões e lastros;
- Determinar rendimento da areia;
- Determinar superfícies e volumes de interferência das partes das peças;
- Consultar arquivo de projetos existentes;
- Acompanhar o processo produtivo para correções e/ou otimizações;
- Revisar projetos;
- Acompanhar desenvolvimento tecnológico da área;
- Buscar informações com solicitante do projeto;
- Definir escopo do serviço e planejar sua execução;
- Solicitar e apanhar cópias de desenhos e listas de materiais;
- Discutir o trabalho com o solicitante;

- Consultar livros, artigos, manuais, para obter informações sobre materiais, soluções técnicas, fórmulas, equações, normas, etc...;
- Verificar a disponibilidade de materiais e componentes em estoque na empresa, para utilização nos projetos;
- Responder a consultas feitas pelo pessoal de áreas de operação e manutenção;
- Obter códigos e numerar desenhos;
- Conferir os desenhos e as revisões feitas.

A área de Estudos e Projetos de Fundição trabalha atendendo exclusivamente a área de Fundição, nas diversas etapas do processo. Seus trabalhos são desenvolvidos com recursos internos, normalmente partindo de especificações fornecidas pelos clientes. Após análise das especificações parte-se para o projeto.

A área dispõe de um arquivo de desenhos originais próprio, completamente desvinculado do arquivo técnico central da empresa, por considerar que assim seu trabalho é simplificado e agilizado. Seus originais são feitos a grafite em papel branco e armazenados dentro da sala de projetos. Após a conclusão de projetos, são formados lotes de desenhos novos e revisados e enviados ao arquivo técnico central para serem microfilmados. Desse modo é gerado um arquivo de segurança em microfilme.

Realmente o método utilizado para armazenagem facilita a recuperação rápida e as revisões.

Os trabalhos envolvem a manipulação de muitos dados tridimensionais. Uma série de requisitos retirados de dados volumétricos e de superfícies tem que ser obtidos. Esse trabalho, feito de forma manual, é muito demorado e apresenta muitas dificuldades. Quando se trata de superfícies curvas, então, o trabalho se torna ainda mais difícil. O uso de recursos gráficos computacionais tornaria essas tarefas de execução rápida e de grande precisão, agilizando em muito o trabalho de todo o ambiente.

Uma atividade muito repetida é a de calcular propriedades geométricas, o que, em casos de formas complexas toma muito tempo e é feito por aproximações, usando a experiência adquirida. Em alguns casos tem-se que partir para experimentos para determinar

dados que não poder ser obtidos analiticamente. Como esses dados são pré-requisitos para as etapas seguintes de cálculos e determinações, sua confiabilidade e precisão tem que ser bem conhecidas. Essa é uma etapa que também seria enormemente beneficiada com o uso de recursos computacionais.

Outro fator importante no projeto está ligado aos efeitos térmicos do processo de fundição e resfriamento das peças. Todo o projeto depende, fundamentalmente, do comportamento do metal ao se resfriar. Sendo assim, toda uma análise tridimensional é feita durante o desenvolvimento, buscando fazer com que o processo de enchimento do molde e de resfriamento forneçam peças com as propriedades exigidas.

Nessas análises, o fluxo de calor, em cada ponto, tem que ser considerado. Muitas conclusões e decisões se baseiam em dados experimentais da própria área ou de outrem. O uso de gráficos e tabelas fornece respostas para a maioria dos casos. Quando a forma e o volume da peça é tal que os dados existentes e as fórmulas não conseguem produzir um resultado satisfatório, um modelo da parte da peça em questão pode ser feito para comprovação ou obtenção de informações para o projeto final.

Para as situações mais conhecidas o método existente atende bem mas no caso de peças novas e de formas diferentes o uso de recursos de análise computacional possibilitaria que se obtivessem valores bastante precisos, sem que fossem necessárias situações experimentais e analíticas manuais custosas e demoradas, como construções de modelos e fundições parciais. Evita-se a necessidade de produzir peças piloto que é uma etapa de alto custo e provocadora de atrasos nas entregas.

Foi observado durante o estudo que a área domina uma tecnologia de alto nível no setor e que dispõe de um banco de dados bastante extenso.

O pessoal de desenvolvimento dos projetos trabalha acompanhando diretamente o pessoal de modelagem e de fundição. Esse processo evita que muitos erros de interpretação ocorram e possibilita um aprimoramento muito grande das pessoas envolvidas, bem como um constante aumento do nível técnico da área, que é, assim, continuamente realimentado pelos resultados que gera.

Deve ser citado que a área de Controle de Qualidade da

Fundição, que trabalha fisicamente próxima da área de Estudos e Projetos, dispõe de um medidor tridimensional digital de grande porte que pode servir de instrumento para o ambiente de estudos e projetos, principalmente, quando estiverem sendo usados recursos computacionais.

Os dados obtidos nessa área não são muito detalhados, pois a mesma, tendo um ambiente mais integrado e menor, com o trabalho sendo executado por poucas pessoas, não usa ferramentas de controle de tempo por atividade isolada. Desse modo, tem-se apenas a estimativa média típica, que foi fornecida pelos representantes da área e considerada como adequada.

Os percentuais médios de formatos de desenhos gerados na área são os seguintes:

A1	7 %
A2	8 %
A3	55 %
A4	30 %

O levantamento feito obteve os dados que são apresentados no quadro 4.12.

QUADRO 4.12
MÉDIAS MENSAIS DE ESTUDOS E PROJETOS DE FUNDIÇÃO

H/h de Estudos e Projetos	1.440
DESENHOS NOVOS Equivalentes A1	26
DESENHOS REVISADOS Equivalentes A1	12

A área terá um volume de 805 H/h influenciados com a introdução de um sistema CAE/CAD.

4.3.5. ENGENHARIA DE MANUTENÇÃO

A Engenharia de Manutenção está mais voltada para estudos e análises, ficando a atividade de projeto na sua interface complementar com a área de Estudos e Projetos de Melhorias e

Reformas.

Trabalhando fisicamente junto com os órgãos de manutenção, a Engenharia de Manutenção recebe solicitações verbais de estudos do ambiente em que se encontra. Passa então a desenvolver seus estudos que podem ser concluídos em forma de relatórios, recomendações ou desenhos de projeto básico ou esboço de alternativas.

No caso de trabalhos de levantamentos dimensionais, os pedidos são formalizados no impresso padrão da empresa, o P.D.P., (Pedido de Desenho e Projeto) e os serviços são feitos pelo Grupo de Levantamento. Os croquis elaborados no levantamento são passados para a área de Melhorias e Reformas para serem desenhados.

Basicamente, as principais funções executadas pela área são:

- Analisar necessidade de estudo e/ou projeto;
- Fazer estudos de alternativas;
- Analisar e otimizar equipamentos, partes e sistemas;
- Assessorar equipes de manutenção;
- Desenvolver estudos básicos;
- Especificar métodos, instruções e formas de trabalho;
- Fazer levantamentos dimensionais de peças;
- Acompanhar desempenho de equipamentos e propor melhorias;
- Normalizar, padronizar e nacionalizar.

A Engenharia de Manutenção está dividida em dois grupos básicos:

- Grupo de área e
- Grupo de especialistas.

O grupo de área é formado por uma equipe de trabalho distribuída em cada área de manutenção de equipamentos da usina. Cada equipe é, basicamente, composta por:

engenheiros eletricitas e mecânicos e
projetistas.

O grupo de especialistas é formado por elementos especializados nos vários setores da tecnologia empregada em manutenção e fica em local centralizado.

Os dois grupos desempenham as funções gerais de analisar e otimizar equipamentos e procedimentos, além de assessorar a manutenção.

Numa visão mais detalhada, as atividades desenvolvidas, são:

- Estudar relatórios ligados ao desempenho dos equipamentos e identificar pontos de ataque;
- Acompanhar os trabalhos de manutenção e desenvolver normas e técnicas de trabalho e facilidades que otimizem suas atividades;
- Acompanhar controle estatístico das ocorrências e atividades de manutenção;
- Desenvolver estudos para racionalização de mão-de-obra, recursos e energia;
- Acompanhar implantação de projetos e equipamentos;
- Executar inspeções especiais;
- Fazer análise de quebras e falhas;
- Emitir relatórios de análise e acompanhamento;
- Desenvolver e implantar novas técnicas de manutenção;
- Fazer descrição de funcionamento de equipamentos;
- Analisar projetos de equipamentos a serem adquiridos;
- Ministras treinamentos para pessoal de manutenção;
- Elaborar croquis e desenhos;
- Efetuar balanços energéticos nos sistemas da empresa;
- Acompanhar e analisar o consumo de energia na empresa;
- Montar e alimentar banco de dados sobre equipamentos e componentes;
- Manter-se informado sobre situação mundial de recursos e técnicas aplicadas a manutenção de equipamentos;
- Efetuar estudos de normalização e padronização de peças, componentes e processos;
- Efetuar estudos para nacionalização de componentes;
- Manter-se informado sobre equipamentos e componentes disponíveis no mercado;
- Fazer estudos de tempos e movimentos de atividades de manutenção;
- Elaborar relatórios de proposição e de desenvolvimento de serviços.

Devido ao fato de trabalhar diretamente ligada ao ambiente de manutenção, a Engenharia de Manutenção tem que se adaptar a um processo muito dinâmico e variável. No ambiente de manutenção, os problemas que ocorrem exigem decisões rápidas para correção. Partindo disso, qualquer análise deve ser feita num prazo curto.

Considerando que as análises podem ser bastante complexas, os métodos puramente manuais, atualmente em uso, provocam atrasos nos trabalhos. O uso de recursos computacionais (CAE), permitiriam que os trabalhos se processassem de forma mais rápida, com resultados mais completos e seguros.

A área desenvolveu e está implantando um sistema de monitoração de vibrações em equipamentos, com base de dados em microcomputador e capacidade de análise gráfica dos níveis coletados. Esses dados, inclusive com estudos de tendências, são usados para manutenção preditiva. Integrados a um ambiente de CAE/CAD, pode servir como excelente fonte de informações para os estudos e projetos futuros.

Uma dificuldade é a colocação de problemas para análise sem uma descrição completa dos fatos que o ocasionaram ou do estado em que se encontra o ambiente físico do problema. Este fato gera uma grande perda de tempo para posicionamento. Deve ser montada uma base de dados contendo todos os dados e fatos atualizados dos equipamentos e componentes, com recursos para análise estatística dos mesmos.

Os dados relativos a cada área são armazenados, em cada uma delas, em forma de cópias de desenhos em papel, croquis, relatórios de atividades e de ocorrências, relatórios de análise, e manuais de fabricantes. Além desses dados pertinentes ao espaço físico dos equipamentos, no entanto, existem uma série de dados provenientes do mundo externo, tais como dados de materiais, especificações de componentes e peças, normas técnicas, catálogos, planejamentos, recursos, custos, etc..., que são necessários ao desenvolvimento do trabalho.

O controle destes dados e acesso rápido ao mesmo, são atividades complicadas. Deveria ser montado um banco de dados de projeto integrado, via computador central, para todas as áreas de engenharia.

A distância física que existe entre as áreas de manutenção

impede que os grupos de engenharia fiquem ligados. As práticas e as soluções adotadas tendem a divergir com o tempo e o contato a ficar cada vez menor. Deve ser promovida maior integração e troca de idéias e experiências entre as equipes, para homogeneizar o seu desenvolvimento.

Existe disponível para as áreas de manutenção, atualmente, um sistema de informações, via terminal de mainframe, sobre materiais e componentes em compra e estocagem. Existe, também um sistema ligado ao mainframe onde estão cadastrados todos os desenhos guardados no arquivo técnico e que pode ser consultado por todos os órgãos da empresa.

Outra frente importante de trabalho é na aquisição e análise de informações diretas nos equipamentos, tais como, vibrações, temperatura, pressão, etc... Equipamentos para medir e analisar vibrações, temperaturas, vazões e pressões já se encontram em uso. Deve-se, agora, buscar recursos para análise de tensões e deformações em peças, bem como para deslocamentos.

O grupo de Levantamento Dimensional trabalha localizado em um ponto central da empresa, para onde são levadas as peças e componentes para a execução de medidas e croquis. Quando a situação exige, o pessoal se desloca para as áreas e lá executa o trabalho. Dada a complexidade de forma de algumas peças, os recursos existentes no órgão são insuficientes para o desenvolvimento de um trabalho rápido e preciso (principalmente no cálculo de volumes e massas). Nesse caso, deveria ser usado um medidor tridimensional de médio porte, que possibilitaria o dimensionamento preciso de curvas e superfícies complexas e produziria uma saída gráfica que economizaria o trabalho adiante.

Seria interessante um maior envolvimento do grupo de levantamento dimensional com os grupos de análise, principalmente no que tange a desgastes e folgas.

O quadro 4.13. apresenta as médias mensais de H/h gastos em atividades de estudos e projetos na área de Engenharia de Manutenção, bem como a média mensal de H/h que serão influenciados pela introdução de um sistema CAE/CAD em seu ambiente.

A Engenharia de Manutenção foi criada recentemente e, portanto, não tem, ainda, um banco de dados de longo prazo. Desse modo, boa parte dos dados aqui citados foram deduzidos de

trabalhos similares feitos quando o grupo de Engenharia de Fábrica ainda englobava as atuais Engenharia de Manutenção e Estudos e Projetos de Melhorias e Reformas. Foram também consideradas as observações de pessoas da área e os registros de 1989 relativos a serviços do órgão.

Na atividade de levantamento dimensional, feita atualmente, 65% do tempo é gasto para elaborar o croqui e 35% para medir a peça.

QUADRO 4.13
MÉDIAS MENSAIS DA ENGENHARIA DE MANUTENÇÃO

ATIVIDADES	H/h PRODUTIVOS	H/h INFLUENCIADOS
GRUPOS DE ÁREA		
ANALISAR NECESSIDADE	410	41
DEFINIR REQUISITOS	205	0
ESTUDAR ALTERNATIVAS	614	368
PROJETO BÁSICO	410	410
ANALISE	410	246
ACOMPANHAMENTO E NORMALIZACAO	1.035	310
TOTAL DAS ÁREAS	3.784	1.375
LEVANTAMENTO	1.060	690
ESPECIALISTAS	756	378
TOTAL GERAL	5.600	2.443

A área não gera desenhos acabados.

4.3.6. METALURGIA

A área de Metalurgia tem como finalidade principal a prestação de serviços na área de solução de problemas relativos a produtos e processos produtivos da empresa. Trabalha com equipes distribuídas pelas diversas áreas da empresa, separadas por áreas de produtos ou de equipamentos, em contato direto com os órgãos de operação e garantia de qualidade. As equipes são formadas por engenheiros especializados nos vários segmentos da tecnologia metalúrgica utilizada. O trabalho dentro da divisão é desenvolvido

de forma matricial e, no desenvolvimento dos estudos e projetos as equipes formam grupos com elementos dos órgãos a serem atendidos, coordenando os trabalhos.

Os principais processos desenvolvidos nesta área são:

- Diagnosticar o desempenho de processos e a qualidade de produtos;
- Desenvolver estudos teóricos de processos e produtos;
- Acompanhar experiências industriais;
- Propor novas normas relativas a processos e produtos;
- Acompanhar o Controle de Processos;
- Estabelecer contatos com centros de Pesquisa e Desenvolvimento (externos) para estudos necessários à solução de problemas da empresa;
- Participar de processos de transferência de tecnologia;
- Desenvolver estudos de viabilidade técnica de novos produtos;
- Apoiar os órgãos de planejamento, operação, garantia de qualidade e apoio ao cliente.

Num nível mais detalhado, as atividades executadas na área são:

- Análise macro e micrográfica de materiais em laboratórios;
- Acompanhamento e coleta de dados de processos produtivos;
- Determinação de comportamento dos materiais nos processos;
- Análise química de materiais;
- Desenvolvimento de modelos matemáticos de processos;
- Estudos para otimização de equipamentos;
- Desenvolvimento de programas computacionais para estudo e simulação;

O trabalho nesta área se inicia através de uma solicitação, normalmente dos órgãos de operação ou de garantia de qualidade. O primeiro passo é caracterizar o problema a ser analisado. Em seguida, é feita uma consulta aos arquivos, para verificar se algum estudo similar foi desenvolvido anteriormente e se existe solução cadastrada para o problema. Caso nada exista resolvido, parte-se para a discussão com as áreas envolvidas.

Esta consulta, normalmente, não atinge as bases de dados de todas as áreas de estudos e projetos, o que possibilita que haja

duplicidade de serviços.

Com as áreas se define se existe a necessidade de um estudo ou projeto para o caso. Definido que sim, é preenchida uma folha descritiva de ante-projeto, que depois deve ser aprovada pelo solicitante do trabalho. Pode não haver necessidade de um projeto mas sim de um trabalho mais curto de assistência técnica; nesse caso, presta-se o serviço e emite-se relatório de apoio técnico.

Aprovado o esboço de ante-projeto, reúne-se, novamente, as áreas envolvidas, para definir o coordenador do projeto e para montar a equipe de trabalho. Reunida a equipe, define-se: os objetivos e os resultados esperados, as diretrizes de execução, o cronograma e as responsabilidades. Este plano de trabalho é submetido aos níveis competentes para aprovação.

Uma vez aprovado, é feito um levantamento de dados de processo e de laboratório, que são analisados para a elaboração de uma proposta-solução. Pode ser necessário que se contrate assistência técnica externa. Neste caso, procura-se quem esteja apto e faz-se o contrato equivalente.

O trabalho de solução de problemas da Metalurgia depende muito dos recursos de coleta de dados dos equipamentos e processos enfocados. Atualmente, os dados são coletados por via manual (relatórios) ou por meio de banco de dados de computador. Nem todas as áreas, porém, dispõem de bases de dados adequadamente montadas. A fase de aquisição de dados seria mais eficaz se fossem instalados equipamentos com saída de dados digitalizadas, prontas para serem inseridas em programas de análise. O trabalho conjunto com as outras áreas de estudos e projetos, também, tornaria o levantamento bem mais abrangente.

Com a proposta aprovada, é desenvolvido o projeto, com a elaboração da parte teórica descritiva e a execução de testes e análises em laboratórios. Nesta fase estão as simulações de processos.

A simulação de processos metalúrgicos dispõe, hoje, de recursos computacionais para ser feita. Na empresa se trabalha com modelos matemáticos, desenvolvidos em linguagem computacional, em programas específicos para cada caso. Existem alguns programas de uso geral no mercado, como analisadores por elementos finitos e por diferenças finitas, por equações diferenciais e outros, que

facilitariam bastante o trabalho de análise desenvolvido. Trabalhos de análises de tensões e de fluxo de calor, bem como de solidificação poderiam ser realizados de forma rápida e precisa com o uso dos programas adequados.

Terminada a parte experimental, faz-se a especificação para implementação, que é acompanhada e tem seus resultados avaliados. Esta especificação é feita, mais em forma alfa-numérica. O uso de recursos de CAD facilitaria bastante o trabalho de desenvolvimento e de comunicação com o ambiente operacional. O uso de tais recursos gráficos ampliaria, inclusive, o trabalho de assistência feito para as áreas de vendas e de marketing, já que se poderia melhorar a apresentação, para os clientes, do que se desenvolveu ou se pretende desenvolver.

Terminado o processo de acompanhamento e avaliação, é elaborada a forma final da prática-padrão que regerá o processo. O resultado pode ser, também, uma recomendação e/ou uma especificação para o desenvolvimento de outro projeto.

Todo estudo ou projeto gera um relatório técnico que tem seu original arquivado na biblioteca técnica.

O volume de Homens/hora gastos nas atividades da Metalurgia estão no quadro 4.14. O quadro apresenta, ainda, os H/h influenciados pela introdução do sistema CAE/CAD.

QUADRO 4.14

MÉDIAS MENSAIS DE H/h DE ESTUDOS E PROJETOS DE METALURGIA

ATIVIDADES	MÉDIAS MENSAIS	
	PRODUTIVAS	INFLUENCIADAS
ANÁLISE H/h	987	542
ADMINISTRAÇÃO H/h	330	----
ACOMPANHAMENTO PROCESSO H/h	990	----
ASSISTÊNCIA TÉCNICA H/h	985	148
TOTAIS DE HOMENS/HORA	3.292	690

A área não gera desenhos acabados.

CAPÍTULO V

DEFINIÇÃO DE REQUISITOS PARA SISTEMA CAE/CAD DA ACESITA

5.1 INTRODUÇÃO

Como cita Drucker [266], para se estruturar uma organização tem-se que encará-la como um sistema orgânico, construindo-a em função das necessidades existentes para atingir os resultados desejados.

Dentro do quadro atual, a empresa, tendo que conviver em um mundo altamente técnico e em desenvolvimento, depende, substancialmente, de seu sistema técnico de informação e análise.

O ambiente de fabricação neste início de década de 90 será particularmente complexo. A fabricação será caracterizada pelo fechamento ou absorção de companhias mal administradas, haverá maior globalização dos mercados, aumento da dependência de tecnologia e maior competição internacional. Os requisitos exorbitantes de capital para novos investimentos, irão sufocar muitos esforços empresariais. Haverá, conseqüentemente, uma grande busca de utilização mais efetiva dos recursos existentes e utilizáveis. Tecnologia e administração coordenadas serão as maiores responsáveis pelo sucesso ou falha dos empreendimentos ligados a fabricação. [253]

Drucker [259], cita quatro princípios e práticas que juntos constituem um novo avanço para a fabricação. São eles: Controle Estatístico de Qualidade; Nova forma de Contabilizar a Fabricação; Organização de Processos em módulos, ou "flotilla"; e o Projeto de Sistemas visualizando a fabricação como um processo integrado que converte materiais em bens. Continuando, diz que as organizações requerem mais do que mudanças drásticas na estrutura física de fabricação. Requerem, acima de tudo, comunicações e informações diferentes. Na fábrica de 1999, setores e departamentos terão que pensar sobre que informações deverão receber de quem e que informações mandarão para quem. Um grande volume de informações fluirá para os lados e através das linhas dos departamentos e não apenas na vertical. Segundo Drucker, " a fábrica dos 1999 será uma

rede de informações".

Conseqüentemente, todos os administradores numa fábrica terão que conhecer, entender e acompanhar o processo inteiro que estiver sob seu comando.

Além de tudo isso, os custos tem que ser controlados para que o ambiente de fabricação sobreviva. Para que os custos sejam bem controlados, torna-se necessário que as operações a eles associadas sejam bem entendidas e administradas. [253]

Dentro desse ambiente complexo e dinâmico, o uso de recursos computacionais surge para possibilitar a integração dos fluxos de dados obtidos dos processos e os provenientes dos níveis decisórios, fazendo com que as decisões possam ser tomadas de forma dinâmica e em tempo de manter o sistema funcionando dentro da faixa mais adequada.

A relação de requisitos do sistema CAE/CAD foi feita levando em conta as considerações acima e as necessidades de integração e de rapidez de informações com as áreas de Administração, Planejamento e Fabricação, conforme modelo da figura 3.1.

5.2. ESCOPO DO PROJETO

5.2.1. USO PROJETADO PARA O SISTEMA

O sistema deverá atender a todas as áreas de estudos e projetos da empresa (ver cap.4). Deverá ser considerada, também, a interface com o ambiente de Fabricação, Planejamento e Administração.

As disciplinas a serem trabalhadas no sistema, são:

- Projeto mecânico;
- Construção de diagramas elétricos;
- Análise de tensões, de fluidos, de magnetismo e térmica;
- Projeto Industrial:
 - Projeto de arquitetura;
 - Projeto situacional;
 - Projeto estrutural;

- Projeto elétrico;
- Projeto de locação de equipamento;
- Projeto de tubulação;
- Projeto de sistemas de aquecimento, ventilação e refrigeração;
- Administração de utilidades;
- Planejamento ambiental;
- Projeto metalúrgico.

5.2.2. REQUISITOS DO SISTEMA CAE/CAD

Definidos os objetivos e considerando as necessidades detectadas na análise do ambiente de Estudos e Projetos, passa-se a estabelecer os requisitos para o sistema CAE/CAD a ser instalado.

Os requisitos são:

- Garantir aumento de produtividade do ambiente;
- Permitir a integração das atividades de Estudos e Projetos com as de Fabricação, Planejamento de Produção e Administração Geral;
- Permitir trabalho simultâneo de vários elementos em estações diferentes e com aplicativos diferentes, integrando todo o ambiente de Estudos e Projetos;
- Trabalhar com desenhos em 2D e 3D com remoção de linhas escondidas;
- Trabalhar com janelas na tela;
- Capacidade para operações multi-tarefa nas estações;
- Permitir a construção rápida de modelos sólidos de peças simples e complexas, com sombreado e cortes;
- Trabalhar com modelamento de superfícies de revolução usando Bezier e B-spline;
- Determinar plano de corte e intersecção de superfícies simples e complexas;
- Ter capacidade de parametrização dos desenhos;
- Cotar e hachurar automaticamente;
- Possibilitar o reposicionamento fácil dos componentes

gráficos na tela;

- Gerar documentação completa e precisa de todas as fases do projeto;
- Facilitar e agilizar o trabalho pela construção e uso de maquetes eletrônicas, que permitam a completa visualização do projeto;
- Possibilitar o estudo completo de interferência em todas as fases de trabalho;
- Possibilitar consulta de desenhos em terminais simples (como micros);
- Ter facilidade para consultar e revisar desenhos;
- Dispor de proteção nos programas para os arquivos;
- Dispor de menus de fácil entendimento;
- Permitir a entrada de desenhos digitalizados até formato A0;
- Administrar base de dados geral de estudos e projetos, com entidades gráficas e alfa-numéricas;
- Ter capacidade para armazenar até 7.000 desenhos equivalentes A1 para consulta imediata (em condição "on-line");
- Dispor de um gerenciador de banco de dados relacional fácil de operar e acessível a todas as estações;
- Dispor de recurso para manter arquivo de segurança ("back-up"), com atualização diária;
- Comunicar dados com ambiente IBM MVS/XA;
- Trabalhar dentro das normas ABNT e DIN;
- Armazenar dados gráficos com atributos por entidade;
- Dispor de edição eletrônica de textos;
- Emitir lista de peças automaticamente;
- Emitir cópias de desenhos de formato A4 até A0, em papel velumóide, papel vegetal e poliéster;
- Emitir cópias coloridas e preto-e-branco;
- Emitir cópia instantânea de tela, a cores e preto-e-branco;
- Capacidade para geração automática de perfis estruturais e de tubos a partir de parâmetros pré-definidos;
- Gerar isométricos automaticamente;
- Geração automática de detalhes de tubulação;
- Capacidade para acompanhar rotas de linhas;
- Possibilitar selecionar componentes para diagramas;

- Dispor de recursos para apropriação de horas e acompanhamento situacional de projetos;
- Ter capacidade para usar analisadores com elementos finitos para análise de tensões, térmica, de magnetismo e de fluidos, linear e não-linear;
- Gerar, automaticamente, malhas para análise por elementos finitos;
- Dispor de correção simultânea de vistas;
- Ter recurso de inserção de textos nos desenhos;
- Ter facilidade para pequenas alterações em desenhos e modelos já arquivados;
- Trabalhar com camadas nos projetos;
- Possibilitar o cálculo preciso de volume, massa, centro de gravidade, momento de inércia, área, comprimento, deformação, deslocamento, com facilidade e rapidez;
- Facilitar o trabalho de detalhamento de peças de formas complexas;
- Utilizar ferramentas de simulação para sistemas dinâmicos;
- Possibilitar levantamento rápido e preciso de superfícies complexas;
- Ter capacidade para apresentar modelos e desenhos bi e tri-dimensionais, partindo de uma mesma base de dados;
- Integrar diretamente a atividade de levantamento dimensional com a geração de desenhos;
- Possibilitar a determinação exata de propriedades de peças levantadas, tais como: peso, volume, etc...
- Dispor de sistema de planejamento e acompanhamento de projetos;
- Facilitar e agilizar o trabalho de emissão de desenhos de redes e gráficos;
- Possibilitar a simulação de processos metalúrgicos;
- Dispor de recursos para utilizar programas elaborados em linguagem de alto nível (Fortran, Pascal, C,...) em conjunto com os programas gráficos;
- Possibilitar a utilização de dados extraídos de medidor tridimensional, direto no ambiente de desenho e projeto;
- Possibilitar a execução rápida e precisa de representações bi

e tri-dimensionais, a partir de levantamento topográfico:

- Possibilitar análise estrutural de materiais;
- Dispor de interface para posterior ligação a um sistema CAM;
- Usar terminais preto-e-branco ou colorido, de alta resolução e de 19", no mínimo;
- Trabalhar com vista panorâmica e detalhada;
- Capacidade para tratar e analisar dados coletados em processos e equipamentos (tais como temperatura, vibrações, pressões, etc...) e armazenados em arquivos neutros.

O sistema CAE/CAD a ser implantado deve ser capaz de viabilizar o trabalho conjunto de todas as áreas de estudos e projetos, partilhando de uma mesma base de dados e de um mesmo conjunto de programas aplicativos. O método de trabalho deve ser comum a todos e deve haver facilidade para a padronização de soluções e de peças.

O sistema deve dispor de um fluxo de informações técnicas que atenda a todos os órgãos da empresa e deve acessar aos bancos de dados operacionais no computador central (IBM 3090).

Devem ser previstas interfaces para coletas de dados de processos, via sistemas de aquisição de sinais, que passariam estas informações diretamente para as bases de dados de projetos.

Deve ser montado um banco de dados sobre materiais de engenharia para uso em projetos, que, a ser instalado no computador central (IBM), mas com possibilidade de ser acessado das estações de trabalho.

O sistema deve ser capaz de atender a todas as necessidades de estudos e projetos da empresa. Deve ser especificado para facilitar e agilizar o trabalho, automatizando ao máximo o processo.

Deve dispor de uma base de dados que possibilite armazenar modelos e desenhos. Deve garantir consulta fácil dos mesmos e sua rápida colocação na tela ou no papel. O gerenciador de banco de dados deve ser capaz de emitir relatórios descritivos de seu conteúdo, em detalhes. Os desenhos e modelos devem poder ser armazenados e consultados pelo uso do código de desenhos da ACESITA. Deve ser possível armazenar e relacionar desenhos e

modelos em termos de famílias de peças ou conjuntos, bem como associar desenhos entre si.

Deve ser possível tirar cópias de vistas dos modelos gerados em forma de vistas de desenhos padronizados, sem que seja preciso redesenhar. O programa deve facilitar o posicionamento pra isto.

O menu dos programas deve conter o máximo de ícones, para facilitar o uso.

O sistema deve dispor de recursos para criar e manter uma base de dados inteligentemente ordenada em termos de dados gráficos e não-gráficos no que tange a desenhos de diagramas de ligações. Informações não-gráficas incluem: custo, quantidade, cor, material, peso, etc..., bem como associação entre as partes. Deve ter capacidade para mudar e inserir dados e desenhos dos diagramas e para emitir lista de atributos e de peças, em separado dos desenhos.

O sistema deve dispor de recursos que facilitem o projeto e administração de construção de plantas industriais, incluindo construção civil. Deve fornecer meios para se coordenar as várias tarefas associadas com arquitetura, engenharia e utilidades. Numa escala macro, o sistema deve permitir que se estabeleça relacionamento funcional entre aplicações, para facilitar o processo evolucionário de projeto.

5.3. VANTAGENS PREVISTAS

As vantagens previstas com a instalação do sistema são:

- Aumento da produtividade;
- Facilidade no trabalho de geração e análise do máximo de alternativas, possibilitando escolha mais acertada já de início;
- Maior envolvimento do pessoal de planejamento e operação na fase de estudo de alternativas, pelo uso de ferramentas gráficas mais intelegíveis;
- Menor tempo de desenvolvimento pelo uso de partes existentes com alterações fáceis e rápidas;
- Execução de estudos mais detalhados de locação de equipamen-

tos, em duas e três dimensões;

- Geração completa e precisa de documentação de todas as fases do projeto, minimizando dúvidas e erros posteriores;
- Uso de modelos sólidos nas fases de concepção e desenvolvimento dos projetos;
- Uso de maquetes eletrônicas, que permitem a completa visualização do projeto a um baixo custo;
- Melhor entendimento por parte do solicitante/usuário do que está sendo desenvolvido e, assim, menos correções nas fases mais adiantadas do projeto;
- Uso de desenhos com escalas e proporções precisas, para facilitar decisões e entendimento;
- Manuseio mais fácil e rápido de desenhos;
- Menor número de cópias em papel, com a consulta a terminais;
- Eliminação de erros por uso de desenhos desatualizados nos estudos;
- Obtenção mais rápida de dados, pelo uso de uma base de dados integrada, acessada diretamente no vídeo da estação de trabalho;
- Facilidade para o engenheiro gerar seus próprios documentos, sem a dependência constante de outra mão-de-obra;
- Facilidade para atualização dos documentos gerados;
- Facilidade para a troca de informações entre várias frentes de trabalho;
- Redução do volume de documentos gerados;
- Maior agilidade na edição de relatórios e especificações técnicas, pelo uso de microcomputadores ligados ao sistema;
- Maior facilidade para arquivamento e recuperação de informações;
- Organização do fluxo de informações;
- Facilidade para coordenar e supervisionar projetos;
- Revisão rápida de desenhos;
- Redução de H/h gasto em detalhamento;
- Facilidade para padronização de peças;
- Redução da dependência de firmas de detalhamento externas;
- Aumento da qualidade e da confiabilidade dos projetos;
- Rapidez na preparação de listas de materiais;

- Rapidez no trabalho de conferência, pois as proporções e escalas dos desenhos são precisas;
- Eliminação de perdas por reconstrução de desenhos devido a pequenas alterações;
- Capacidade de apresentação de detalhes posteriores sem que haja necessidade de se fazer novos desenhos;
- Cálculo preciso de volume, massa, centro de gravidade, momento de inércia, área, comprimento, deformação, deslocamento, com facilidade e rapidez;
- Redução das despesas de projetos, devido à redução do nível de incerteza passado de uma fase do trabalho para outra;
- Aumento da confiabilidade nos prazos de execução;
- Diminuição dos atrasos de implantação causados por espera de detalhamento;
- Facilidade no detalhamento de peças de formas complexas;
- Agilidade nas respostas às solicitações das áreas funcionais da empresa;
- Facilidade para otimização de equipamentos e processos;
- Ajuda no desenvolvimento de novos produtos;
- Redução da necessidade de contratação de consultoria para cálculos e análises;
- Eliminação da necessidade de detalhamento externo de levantamentos feitos na empresa;
- Maior facilidade, agilidade e confiabilidade no trabalho de instalação e montagem por meio de desenhos mais completos, com recursos de cores e representações tridimensionais em maquetes eletrônicas;
- Maior precisão nas estimativas e nos planejamentos feitos antes da montagem;
- Maior facilidade no acompanhamento e no cálculo de volumes e pesos construídos/montados na obra;
- Maior viabilidade para o trabalho de atualização de documentos conforme o que foi construído (as-built);
- Maior facilidade para planejamento, programação e acompanhamento de serviços;
- Agilidade na apresentação de propostas precisas, completas e bem elaboradas em casos de concorrências para fornecimento

externo.

Pelos argumentos expostos anteriormente, a plena integração de todas as partes da empresa e a rapidez e confiabilidade com que as informações fluem por elas são de fundamental importância para seu sucesso. Por essa razão, o sistema funcional proposto para o bloco de Estudos e Projetos da ACESITA tem como principal objetivo integrar plenamente esta função ao processo produtivo e fornecer respostas rápidas e eficazes aos seus questionamentos e pedidos..

De ESTUDOS E PROJETOS devem partir as especificações para a fabricação e compra de produtos necessários ao processo produtivo, bem como para as decisões sobre as intervenções a serem feitas nos equipamentos e sistemas. Além disso, as análises relativas a fatos extraordinários, como: quebras, defeitos, etc..., dependem dos trabalhos desta área. Como as decisões devem ser tomadas a tempo e de forma correta, as atividades de estudos e projetos devem ser realizadas de forma rápida e objetiva, para que não ocorram atrasos ou desvios por sua causa.

Como vários outros autores, também Buffa [251], cita que a essência de uma Administração de Produção/Operação eficiente está na capacidade de captar as interrelações de todas as variáveis e de visualizar o processo inteiro como um sistema integrado.

CAPÍTULO VI

ESTRUTURA FUNCIONAL DO SISTEMA CAE/CAD

Neste capítulo, serão estudadas as alternativas referentes aos principais fatores relativos à estruturação do sistema CAE/CAD, que são:

- Integração do sistema;
- Organização do sistema;
- Equipamentos e programas a serem usados;
- Metodologia de trabalho;
- Estratégia de implantação.

Neste trabalho, embora se defina as principais interfaces entre o ambiente de Estudos e Projetos e os demais blocos da empresa, não serão detalhados processos ou procedimentos internos destes últimos. As interfaces, porém, ficarão definidas para facilitar um futuro trabalho de interligação plena. Considera-se que estudos organizacionais complementares, serão realizados pelos órgãos de Organização e Métodos, para todos os processos envolvidos.

6.1. INTEGRAÇÃO DO SISTEMA

Em termos de integração, tem que se considerar como alternativas, num nível mais alto:

- A adoção de um sistema CAE/CAD como parte integrada de um sistema de Fabricação Integrada por Computador (CIM);
- A integração de um sistema CAE/CAD considerando apenas o ambiente de estudos e projetos da empresa.

Devido às vantagens incontestáveis de um sistema CIM, a proposta vai ser desenvolvida considerando que, no futuro, a empresa deverá adotar tal opção. A estrutura básica do sistema, portanto, deverá ser montada de acordo com a idéia apresentada na

figura 3.1, ou seja, integrando o processo de Estudos e Projetos com os processos de Planejamento de Produção, Fabricação e Administração. A figura 6.1 mostra o nível básico da estrutura.

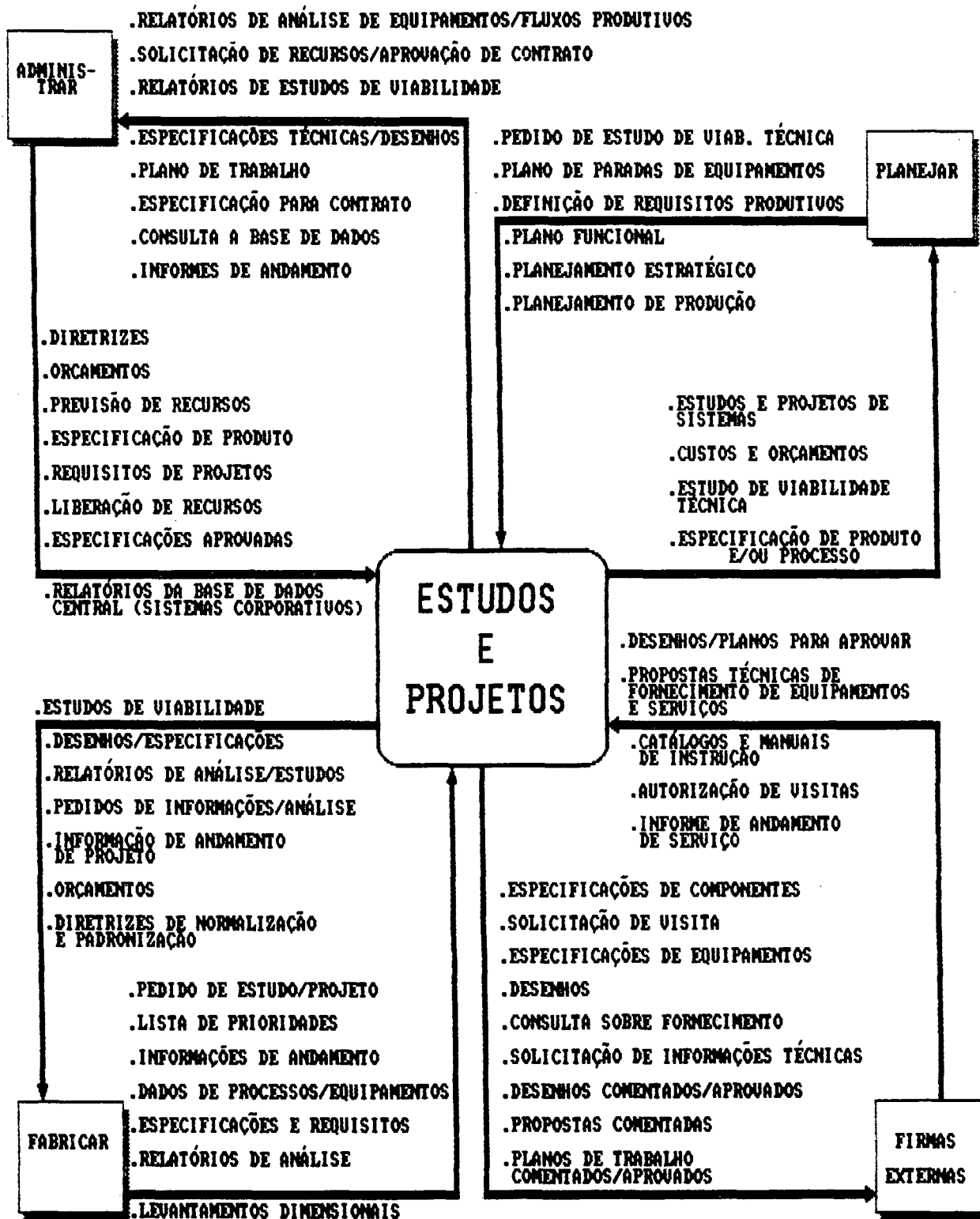


Figura 6.1. Estrutura básica do ambiente integrado proposto.

Neste trabalho, no entanto, serão considerados, apenas os recursos e a organização dentro do ambiente de estudos e projetos, deixando, porém, abertas, as entradas necessárias para uma futura interligação computacional direta com os demais ambientes da empresa.

Dentro do ambiente de estudos e projetos, podem ser consideradas como alternativas, em termos de integração:

- a) Integração direta de todos os grupos da empresa via computador;
- b) Integração parcial dos grupos da empresa via computador;
- c) Integração apenas nos grupos específicos;

6.11. INTEGRAÇÃO DIRETA DE TODOS OS GRUPOS

Como integração direta de todos os grupos, deve-se entender um sistema integrado via rede, envolvendo todos os setores de estudos e projetos, comunicando dados alfa-numéricos e gráficos, em consultas e envios a qualquer instante. Significa, também, que o sistema disporia de uma base de dados comum, que poderia ser acessada diretamente de qualquer estação.

Essa alternativa tem as seguintes vantagens:

1. Possibilita que os recursos da empresa sejam melhor aproveitados, evitando duplicidade de serviços e a execução de trabalhos não-prioritários;
2. Gera melhor aproveitamento dos recursos de armazenagem de dados, evitando duplicidade de arquivos e de equipamentos;
3. Facilita o gerenciamento dos trabalhos em andamento e em espera;
4. Possibilita o contínuo alinhamento do esforço de trabalho com as prioridades da empresa;
5. Possibilita que elementos fisicamente separados trabalhem juntos em estudos e projetos, aproveitando melhor o tempo e a especialização de cada um;
6. Reduz o trabalho para a formação de uma base de dados da empresa;
7. Centraliza a memória técnica da empresa, facilitando sua

guarda, manutenção e atualização;

- B. Aumenta o poder de solução de problemas, pelo envolvimento de mais elementos, com conhecimentos e experiências diferentes, nos estudos e projetos.

Sendo uma solução de integração total, a alternativa a apresenta alguns obstáculos de ordem física e funcional para sua implementação.

O obstáculo físico é a distância que separa as várias áreas de estudos e projetos da empresa, o que exige adaptadores nas redes ou o uso de cabos de fibra ótica para a transmissão dos dados. É, entretanto, um obstáculo com solução simples.

O obstáculo funcional apresenta mais dificuldades para ser afastado, pois se deve às atividades e métodos de trabalho que existem em cada setor, bem como ao hábito, já bastante arraigado, de cada área trabalhar isoladamente. Para resolver esse problema, tem que haver um direcionamento da empresa, orientando para que as áreas de estudos e projetos trabalhem de forma integrada. Os estudos organizacionais realizados permitem que se afirme ser possível fazer a adaptação funcional sem grandes problemas para as áreas.

6.12. INTEGRAÇÃO PARCIAL DOS GRUPOS

Por integração parcial (alternativa b) entende-se a integração entre bancos de dados alfa-numéricos de áreas diferentes, sem possibilidade de comunicação direta de dados gráficos entre estações de trabalho de uma área para outra.

Esta opção tem algumas das vantagens da primeira, tais como:

1. Possibilita que os recursos da empresa sejam melhor aproveitados, evitando, em parte, a repetição de serviços e evitando a execução de trabalhos não-prioritários;
2. Facilita o gerenciamento dos trabalhos em andamento e em espera;
3. Possibilita o contínuo alinhamento do esforço de trabalho com as prioridades da empresa;

4. Reduz o trabalho para a formação de uma base de dados da empresa;
5. Possibilita que pessoas separadas fisicamente participem da execução de um mesmo projeto, aproveitando melhor cada especialidade. Esse aproveitamento, porém, é bem menor que o da opção a), pois fica mais restrito aos elementos da área específica onde está o sistema, permitindo integração global apenas de dados alfa-numéricos. Mas é um avanço bem grande em relação ao método tradicional.

Apesar de partilhar de algumas das vantagens da opção a), a opção b) oferece bem menos em termos de rendimento, se for considerado dentro de um ambiente de trabalho bem direcionado e com atividades complementares. Não produz os ganhos do compartilhamento direto dos projetos e da formação de apenas uma base de dados, mas é um avanço em relação ao que se dispõe atualmente, na medida em que estabelece um relacionamento pelo menos a nível de acompanhamento e controle de prioridades.

Permite que os dados alfa-numéricos gerados em uma área sejam passados diretamente para outra. Os dados gráficos são passados via fitas ou discos.

6.13. INTEGRAÇÃO APENAS DENTRO DOS GRUPOS

A alternativa c), como o próprio nome já diz, define integração apenas dentro de uma área específica. Os dados gráficos e alfa-numéricos podem ser passados para outras áreas via discos ou fitas. Essa alternativa exige, porém, que exista plena compatibilidade entre as formas de dados do sistema interno de uma área, com o de outra.

É uma forma de integração bastante parcial.

A integração dentro do próprio grupo reúne algumas vantagens, tais como:

1. Facilita o gerenciamento dos trabalhos em andamento e em espera, dentro do ambiente do grupo;
2. Reduz o trabalho para a formação de uma base de dados da

empresa:

3. Possibilita que pessoas separadas fisicamente participem da execução de um mesmo projeto, aproveitando melhor cada especialidade. Esse aproveitamento, porém, é bem menor que o da opção a) ou da b), pois fica restrito aos elementos da área específica onde está o sistema, mas significa uma melhora substancial com relação ao método isolado tradicional; por outro lado, impede que ocorra um acompanhamento eficaz e uma troca mínima de informações entre as áreas, impedindo que se obtenha uma série de vantagens da alta capacidade dos equipamentos de CAE/CAD.

6.1.4. MODO DE INTEGRAÇÃO ESCOLHIDO

A opção a ser adotada é a a), pois, além das vantagens que apresenta, é a que mais se aproxima do modelo de sistema integrado de fabricação que está se tornando tendência na indústria. Para adotá-la, no entanto, deve ser feito um estudo e uma proposta para adequar organizacionalmente os ambientes de estudos e projetos em si e com os demais órgãos da empresa.

6.2. ORGANIZAÇÃO DO SISTEMA

Em termos de organização, o sistema de CAE/CAD da ACESITA, pode ser estruturado, em termos mais amplos, como:

- Um sistema centralizado numa única área ou
- Um sistema distribuído pelas áreas da empresa.

Além disso, tem como alternativas:

- Ter uma estrutura formal específica ou
- Se enquadrar dentro da estrutura formal existente.

6.2.1 SISTEMA CENTRALIZADO X SISTEMA DISTRIBUÍDO

Em termos de centralização tem que ser considerado o aspecto

administrativo e o aspecto operacional.

No aspecto administrativo, deve ser considerado que as áreas de estudos e projetos se encontram ligadas a vários órgãos diferentes, e que, portanto, trabalham de forma descentralizada. Será considerado, para efeito deste trabalho, que esta estrutura permanecerá descentralizada.

No aspecto operacional, deve ser considerado que, mesmo sendo mantida uma estrutura administrativa geral descentralizada, é possível centralizar a administração e/ou o processamento central do sistema CAE/CAD. Esta forma de centralização é que será considerada neste trabalho.

Como um sistema CAE/CAD centralizado, considera-se vários conjuntos de estações de trabalho, montadas nas várias áreas, mas com base de dados e administração de programas mantidos em um equipamento central.

Como sistema distribuído, considera-se vários conjuntos de estações de trabalho, montadas nas várias áreas, com administração de base de dados e de programas separada por área. O sistema distribuído pode incluir a comunicação de dados entre os computadores centrais (ou servidores) das várias áreas, embora cada uma trabalhe de forma independente. Neste tipo de sistema, a independência dá maiores garantias de funcionamento e maior flexibilidade. A interligação entre as unidades permite o compartilhamento de dados e de recursos entre unidades do sistema.

Dentro do estado atual, um sistema centralizado pode ser:

- Baseado em estações de trabalho ligadas a um servidor;
- Baseado em estações de trabalho ligadas a mainframe.

No primeiro caso, as estações de trabalho tem poder de processamento próprio, podem trabalhar de forma independente ou não, e o servidor gerencia os programas e a base de dados.

No segundo caso, as estações de trabalho são completamente dependentes do computador central.

Em ambos os casos, a distância entre as estações e o processamento central apresenta alguns obstáculos.

No caso da ACESITA, devido aos vários núcleos e as distâncias entre eles, a melhor opção foi considerada como sendo um sistema de processamento distribuído, com uma base de dados central.

Dentro do bloco de Estudos e Projetos, os processos a serem desenvolvidos (já descritos no capítulo IV), são os seguintes:

- A. Estudos e Projetos de Melhorias e Reformas;
- B. Estudos e Projetos de Engenharia;
- C. Estudos e Projetos para Venda de Tecnologia;
- D. Estudos e Projetos de Urbanismo;
- E. Estudos e Projetos de Calibração;
- F. Estudos e Projetos de Fundição;
- G. Engenharia de Manutenção;
- H. Metalurgia.

Considerando o aspecto funcional e de localização, o sistema será dividido em dois grupos básicos: um sub-sistema localizado no Escritório Central e outro localizado dentro da área da Usina. O primeiro sub-sistema atendendo a Gerência de Estudos de Engenharia e a seção de Estudos e Projetos de Urbanismo; o segundo sub-sistema atendendo a Estudos e Projetos de Calibração e de Fundição, a Engenharia de Manutenção e a Metalurgia. No caso do primeiro sub-sistema, que será chamado de ABCD, os grupos já se encontram fisicamente próximos e as instalações existentes requerem poucos acertos para a instalação. No caso do segundo sub-sistema, os grupos se encontram espalhados por toda a área da Usina e é necessário que, pelo menos uma parte seja agrupada em um local centralizado e que se construa acomodações adequadas para sua instalação. Isto se aplica às áreas de Estudos e Projetos de Calibração, Estudos e Projetos de Fundição, Engenharia de Manutenção e Metalurgia. A centralização dessas áreas, para uso de um sistema CAE/CAD, em um local estratégico dentro da usina, traria mais ganhos que a pulverização de recursos nos vários pontos onde hoje estão seus elementos, embora tenha que ser feito um investimento maior, já que teriam que ser construídas salas para acomodar o sub-sistema. A área proposta para instalação do equipamento central de CAE/CAD do sub-sistema EFGH encontra-se entre as coordenadas 52.760, 52.930, 19.285 e 19.306 do desenho 93.99.46.415 (planta geral da usina da ACESITA). O local se justifica por ficar em posição central para atendimento de todas as áreas de operação envolvidas. Trata-se do local ocupado pelo galpão anteriormente usado para

Tratamento Térmico e Depósito de Chapas Siliciosas.

A montagem de todos os equipamentos das áreas EFGH num único local será considerada como OPÇÃO 1 de INSTALAÇÃO. A figura 6.2 mostra um esboço desta opção.

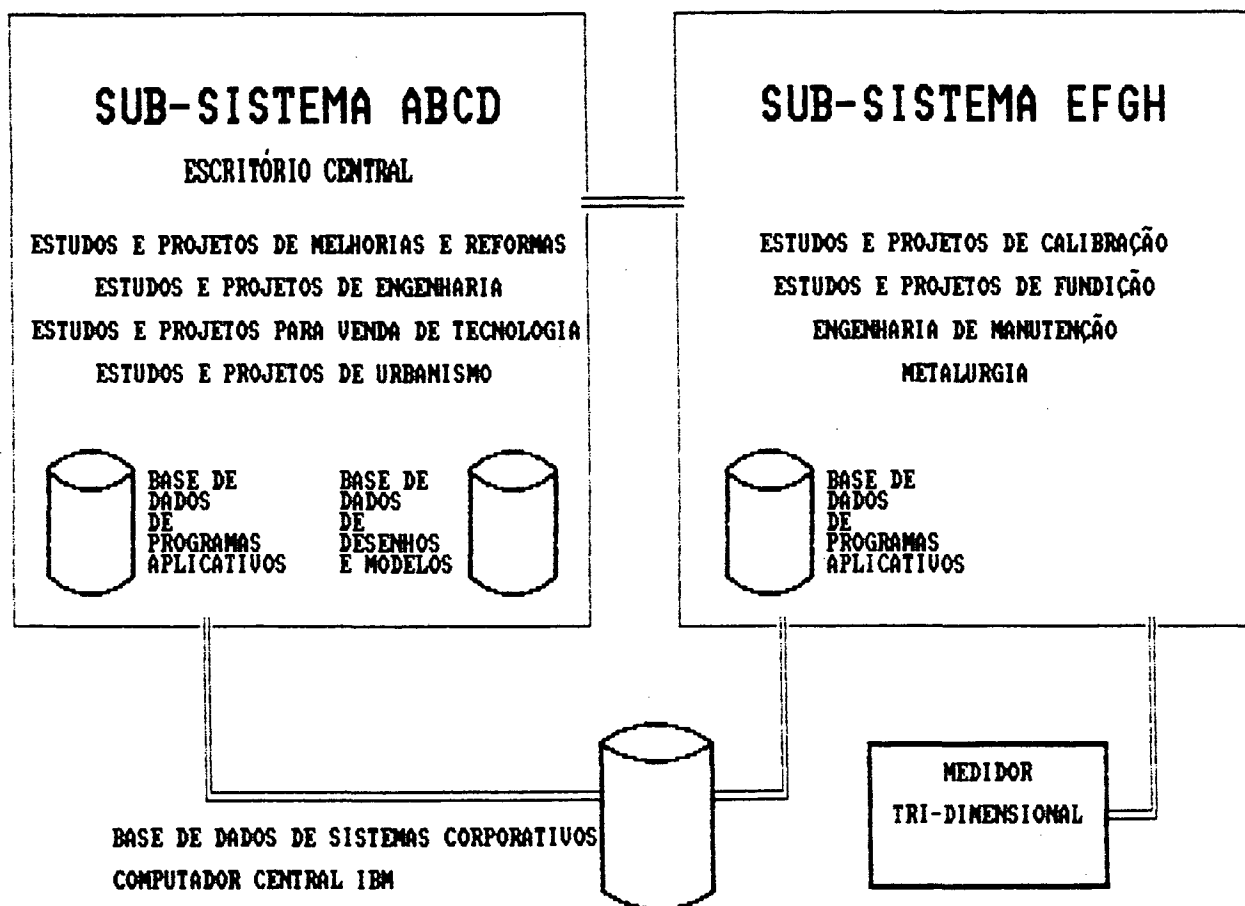


Figura 6.2. Opção 1 de Instalação do sub-sistema EFGH.

Como é difícil quantificar os ganhos gerados simplesmente pela colocação do sub-sistema EFGH em um único local, coloca-se como OPÇÃO 2 de INSTALAÇÃO, a instalação dos equipamentos de CAE/CAD Engenharia de Manutenção e Metalurgia -cuja dispersão física pela área da Usina dificultaria e encareceria demais a instalação do sistema- no local proposto acima, mantendo os grupos de Estudos e Projetos de Fundição e de Calibração nos locais onde se encontram, que é bastante próximo possibilitando compartilhamento dos recursos do sub-sistema. Esta opção será mais barata em termos de construção de instalações (US\$ 120.000 a menos) sem

aumentar em muito os custos em termos de equipamentos e de interligações (US\$ 30.000 a mais). O servidor do sub-sistema e a base de dados ficaria no local a ser construído nas coordenadas citadas anteriormente.

O sub-sistema EFGH deverá ser instalado, portanto, conforme a opção de instalação 2, mostrada na figura 6.3.

Deve ser novamente ressaltado que o caso do agrupamento destas áreas para compartilhar recursos de CAE/CAD deve ser focado em um estudo organizacional mais amplo.

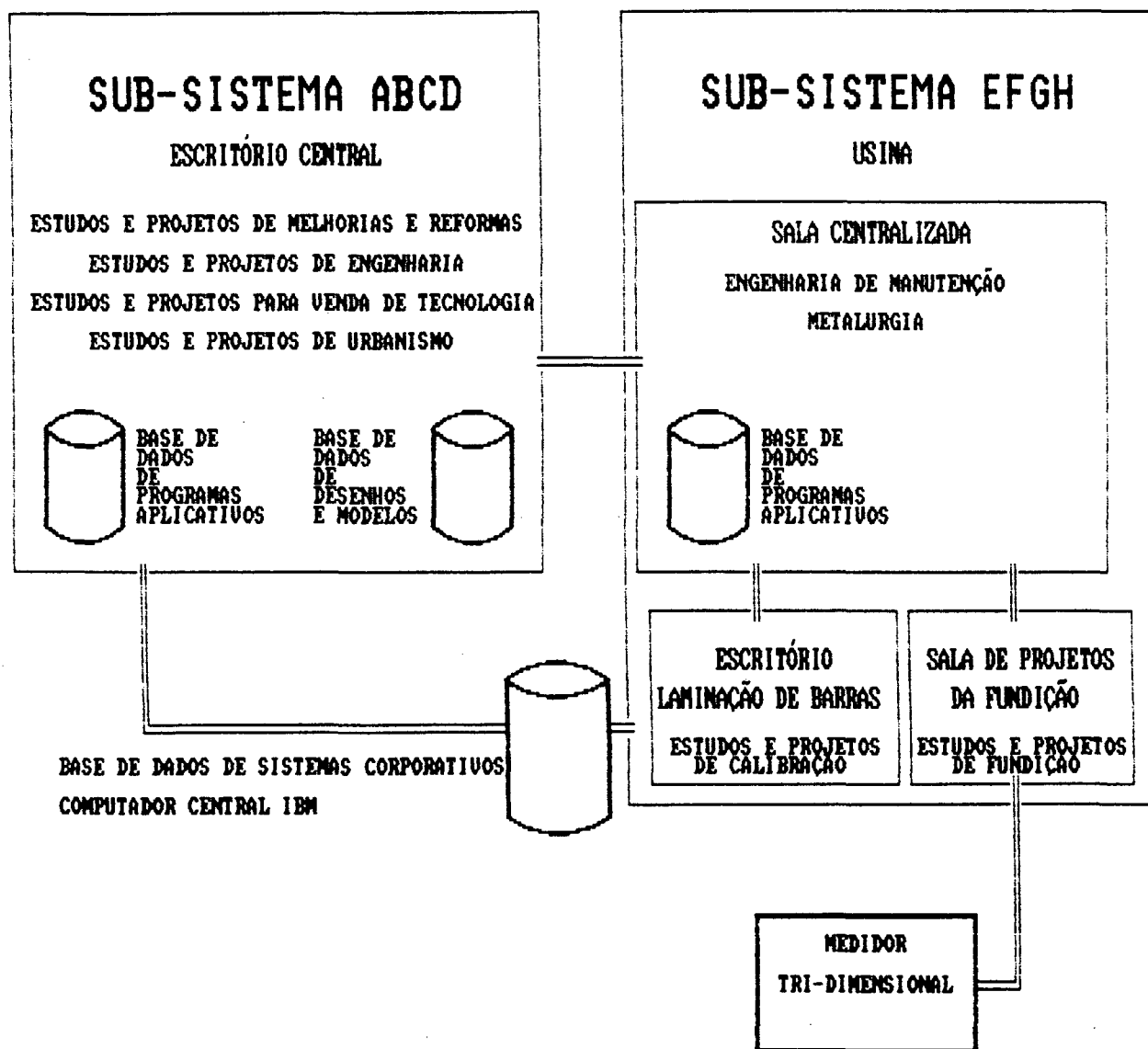


Figura 6.3. Opção 2 de instalação do sub-sistema EFGH.

A comunicação entre os sub-sistemas permitirá que o número total de licenças de programas seja reduzido e que os recursos do meio sejam melhor compartilhados. A centralização permitirá que a base de dados seja administrada e mantida de forma mais fácil e com menor volume de recursos. Além disso, se tornará possível implementar um método de trabalho padronizado, que levará a um melhor aproveitamento dos recursos do sistema. O planejamento de recursos e de utilização deverá ser centralizado, assim como o trabalho padronização de métodos de trabalho e de aplicativos gráficos.

A ligação entre sub-sistemas deverá ser feita com cabos que garantam uma taxa de transmissão adequada.

6.2.2. ESTRUTURA FUNCIONAL

Não se considera que seja necessária uma estrutura formal, separada da estrutura de Estudos e Projetos, para viabilizar o funcionamento do sistema CAE/CAD na ACESITA. Deste modo, o sistema seria implantado, dentro da estrutura global, como parte dos recursos de trabalho de cada uma das áreas. É necessário, porém, organizar o ambiente. Dentro deste processo organizacional, estaria a adequação de funções e de fluxos e o estabelecimento de uma metodologia de trabalho mais eficaz. Isto deveria ser feito pelos órgão de estudos organizacionais da empresa, ficando como sugestões os itens deste capítulo e a proposta do anexo 2.

Além disso, para operacionalizar o sistema CAE/CAD, algumas funções, terão que existir na empresa.

Apesar de se implantado dentro das características específicas de cada área, o sistema, como um todo, deverá ter diretrizes e métodos de trabalho unificados, bem como um compartilhamento eficaz de recursos. Para isso, o sistema CAE/CAD pode ser dividido em quatro grupos de funções distintos:

- Usuários;
- Administração;
- Desenvolvimento;
- Planejamento.

Dentre os quatro grupos, o funcionamento dos de Administração e de Desenvolvimento implicará na estruturação de funções diferentes daquelas que existem nos quadros atuais. Estas funções, não correspondem, necessariamente, a novos cargos.

6.2.2.1. GRUPO DE USUÁRIOS

O grupo de usuários opera os recursos do sistema na atividade fim de desenvolver estudos e projetos. Este grupo que se considera já esteja formalmente estruturado dentro das áreas, bastando apenas selecionar aqueles que irão formar as primeiras equipes.

As áreas de Estudos e Projetos já possuem os cargos técnicos para utilização do sistema, ou seja, os de desenhista, projetista e engenheiro. Todos podem se tornar usuários do sistema, bastando que a área se estruture e que sejam devidamente treinados.

Deste modo, os recursos de CAE/CAD seriam usados como extensão das atividades normais de tais indivíduos. Esta condição, porém, só será alcançada de forma progressiva. No início, com poucos equipamentos e poucas pessoas treinadas, o grupo de usuários será pequeno, mas deverá ser expandido, à medida que os recursos do sistema forem aumentando.

Apesar de considerar que todos os elementos da área devem ser usuários em potencial do sistema CAE/CAD, deve ficar claro que, a medida que um elemento seja deslocado para treinamento no mesmo, a forma como ele passa a trabalhar fica diferente. Embora ele não tenha que trocar de cargo, ele terá que modificar sua forma de trabalhar. Sua atividade passará a ser desenvolvida em torno dos recursos de CAE/CAD, preparando a tarefa e trabalhando nas estações de trabalho. O indivíduo deve ser deslocado para tal atividade, integralmente, ou, em caso contrário, jamais usará plenamente os recursos disponíveis.

Deve ser considerado, também, que alguns indivíduos, entre os quais podem estar excelentes profissionais, podem não se interessarem ou se adaptarem no trabalho em CAE/CAD. Neste caso, eles continuariam a desenvolver suas atividades da forma tradicional, se isto não se tornar um obstáculo ao desenvolvimento da área.

6.2.2. GRUPO DE ADMINISTRAÇÃO

O grupo de administração se encarrega de gerir os recursos do sistema, procurando otimizar o seu uso e tornar eficaz o seu trabalho, com vistas a atender os objetivos da empresa. A função de administrar o sistema CAE/CAD está fora das atividades normais das áreas de estudos e projetos e, portanto, deverá ser inserida, formalmente, no meio.

Compondo o grupo de administração tem-se:

- Comitê de CAE/CAD da empresa;
- Coordenador de CAE/CAD na empresa;
- Administrador do sistema gráfico;
- Operador de computador.

O Comitê de Direcionamento de CAE/CAD, geralmente, é formado para ajudar a selecionar um fornecedor. Esse grupo deve, no entanto, assumir uma responsabilidade adicional de analisar o ambiente onde será implantado e participar na elaboração do projeto do sistema. Qualquer disfunção deve ser corrigida, antes que o sistema venha a ser especificado.

O comitê é formado por representantes de todas as áreas envolvidas na implantação do sistema e deve estabelecer uma equipe responsável pelas definições finais de aplicações e procedimentos.

Seu trabalho é permanente e deve se reunir, periodicamente, para avaliar o andamento e definir planos e medidas para o sistema.

O Coordenador de CAE/CAD na Empresa é o encarregado da organização estrutural do empreendimento de CAD/CAE. É o coordenador do Comitê e responsável por definir, junto aos níveis superiores, a estratégia de CAE/CAD dentro da organização.

Deve estar posicionado estrategicamente, de modo a poder decidir em conjunto com os usuários de engenharia e de produção, com autoridade para arbitrar, em caso de necessidade, e para implementar planos estratégicos pertinentes à integração dos sistemas. Deve ser indivíduo com experiência de trabalho em engenharia e ambiente de produção, tendo, ainda, experiência em

aplicações correlatas.

Esta função deve ser formalizada sem que seja necessário criar cargo para isto. Deve ser preenchida por alguém envolvido no sistema, que a executaria em conjunto com suas atividades normais.

O Administrador do Sistema Gráfico é o encarregado do dia-a-dia de operação do sistema, administrando o planejamento e a utilização do mesmo. Inicialmente, ele deverá supervisionar a construção de utilitários de computação gráfica e o desenvolvimento de programas e base de dados, bem como escrever procedimentos que não tiverem sido ainda estabelecidos para a equipe de trabalho. Fornece apoio e assessoria técnica aos usuários, quanto à operação do sistema.

O administrador de sistema não precisa ser um programador, mas deve ter experiência em computação, pois é o encarregado da administração dos processos computacionais. Deve participar da elaboração do planejamento estratégico da empresa, no tocante a aplicações de CAE/CAD e deve fazer parte do Comitê.

Esta função poderá ser exercida sem que seja criado um cargo formal, enquanto o porte do sistema for pequeno, depois terá necessidade de ser formalizada.

O Operador de Computador é o responsável pela operação e manutenção de certos itens do equipamento e por fazer backups de arquivos, conforme procedimentos estabelecidos. Executa as atividades de rotina necessárias para que os equipamentos computacionais fiquem disponíveis para os usuários.

Enquanto o porte do sistema for pequeno, esta função poderá ser exercida por um dos usuários, sem que prejudique suas atividades normais. À medida que for crescendo, no entanto, chegará a um ponto onde o volume de trabalho exigirá que se coloque alguém especificamente para isso.

6.2.2.3. GRUPO DE DESENVOLVIMENTO

O grupo de desenvolvimento se encarrega de estudar os

equipamentos e programas, buscando desenvolver métodos e recursos que possibilitem maior ganho para o mesmo. Este trabalho é contínuo e envolve parte da equipe de usuários e parte da equipe de computação.

Compondo o grupo de desenvolvimento, tem-se:

- Supervisor de aplicações;
- Equipe de desenvolvimento;
- Programador.

O Supervisor de Aplicações é o encarregado da operação do sistema, do acompanhamento dos trabalhos no mesmo e dos estudos de desenvolvimento de aplicações. Lhe compete estabelecer métodos de utilização, formas para compartilhar desenhos e dados entre projetos e departamentos e coordenar o trabalho dos usuários no tocante aos aplicativos. Deve ser alguém com sólidos conhecimentos técnicos e do fluxo de trabalho; conhecedor das técnicas produtivas envolvidas. É o encarregado de planejar e acompanhar o treinamento do pessoal.

Esta função deverá corresponder a um cargo formal dentro da organização, pois requer dedicação exclusiva, mesmo em sistema de pequeno porte. Cada área deverá ter o seu supervisor de aplicações.

O supervisor de aplicações deve definir o planejamento de estudos de desenvolvimentos a serem feitos na sua área.

A Equipe de Desenvolvimento é um grupo composto pelos supervisores de aplicação e por elementos especializados em computação, automação, análise e demais tecnologias específicas envolvidas, que se reúne, periodicamente, com a finalidade de definir meios de melhorar o trabalho do sistema. Nestas reuniões se define quais as atividades a serem feitas, como serão desenvolvidas, quais os responsáveis e o plano de trabalho.

O trabalho da equipe cobre a definição de normas e métodos de trabalho, elaboração de programas aplicativos específicos ou complementares aos existentes, definição de planos de treinamento, criação de rotinas para os usuários e ajuda aos usuários no uso dos recursos mais avançados do sistema.

O Programador é o elemento encarregado de desenvolver os programas e implementá-los no sistema. Trabalho em conjunto com a equipe de desenvolvimento.

Esta função não requer um cargo específico, sendo realizada pelos programadores normais da empresa, desde que devidamente treinados.

6.2.2.4. GRUPO DE PLANEJAMENTO

Cabe ao grupo, planejar todas as atividades de modo a aproveitar o potencial de recursos humanos disponíveis e garantir a unicidade de desenvolvimento dos projetos.

Deve planejar a alocação de recursos, de uma forma geral, de acordo com o Plano Funcional de Investimentos da empresa e garantir o alinhamento dos objetivos do ambiente de ESTUDOS E PROJETOS com os objetivos globais da empresa, planejando de acordo com o Plano Estratégico da mesma.

Cabe-lhe, elaborar planos de contingências para os trabalhos, em conjunto com os executantes.

Para executar estas funções da melhor forma, a melhor opção é manter um grupo unificador centralizado com elementos de ação ligados aos locais onde se estejam realizando atividades. O planejamento e acompanhamento deve ser feito usando recursos computacionais em rede, que permita consulta instantânea das situações dos projetos nos locais de execução. O sistema deve ser montado de modo a circular as informações de andamento e as recomendações com o mínimo de relatórios em papel. Montar quadros que forneçam informações sintetizadas das situações para os escalões superiores da administração.

Os elementos de planejamento podem pertencer a áreas distintas, mas devem trabalhar dentro de um mesmo método, usar os mesmos programas de computador e manter contato direto entre si, consultando e atualizando a base de dados central.

6.3. METODOLOGIA DE TRABALHO

O processo de estudos e projetos apresenta, em cada situação, características e peculiaridades próprias do ambiente em que está sendo aplicado. Existe, porém, uma seqüência lógica de eventos que, geralmente, é comum a todos os projetos. [211] Partindo do estudo da morfologia do processo de estudos e projetos, existem vários modelos que foram feitos na busca de estruturá-lo. Esses modelos, embora sejam apresentados de formas diferentes, guardam entre si fatores comuns, devido à unicidade da lógica do referido processo.

É de fundamental importância, para um desenvolvimento eficaz de qualquer atividade, que existam métodos claros definindo os procedimentos que a formam. No caso de estudos e projetos isso se torna crítico, pois se trata de uma atividade muito conceitual e, portanto, sujeita a tomadas de posição e a encaminhamentos muito variáveis.

A falta de procedimentos normalizados tem levado a perdas consideráveis de tempo e de mão-de-obra e a atrasos sensíveis nas entradas em funcionamento de equipamentos (start up). É comum, por falta de adoção de um procedimento adequado, ocorrer inversão da ordem das etapas ou omissão de algumas delas. Tais fatos geram pesadas penalizações pois o que deveria ter sido feito em uma fase, e não o foi, acaba se tornando motivo de atrasos e de retrabalho, pois chega o momento, no instante do detalhamento ou da verificação, em que todos os pontos tem que estar definidos. Tais desvios são comuns pois parecem estar adiantando o trabalho no início mas, no final, sempre acabam provocando perdas.

Para otimizar melhor os recursos, evitar desvios e atrasos, e facilitar a comunicação e o desenvolvimento simultâneo de projetos, ou seja, para montar um sistema de estudos e projetos que funcione bem, foi estruturado um método de trabalho, baseado em vários trabalhos [212, 211, 253, 182, 170, 222] e em algumas áreas da empresa que trabalham de forma aproximada, que se propõe seja usado por todas as áreas concernentes da empresa.

Considerando as especificidades do ambiente da ACESITA, foi estruturado um modelo funcional que é mostrado na figura 6.4.

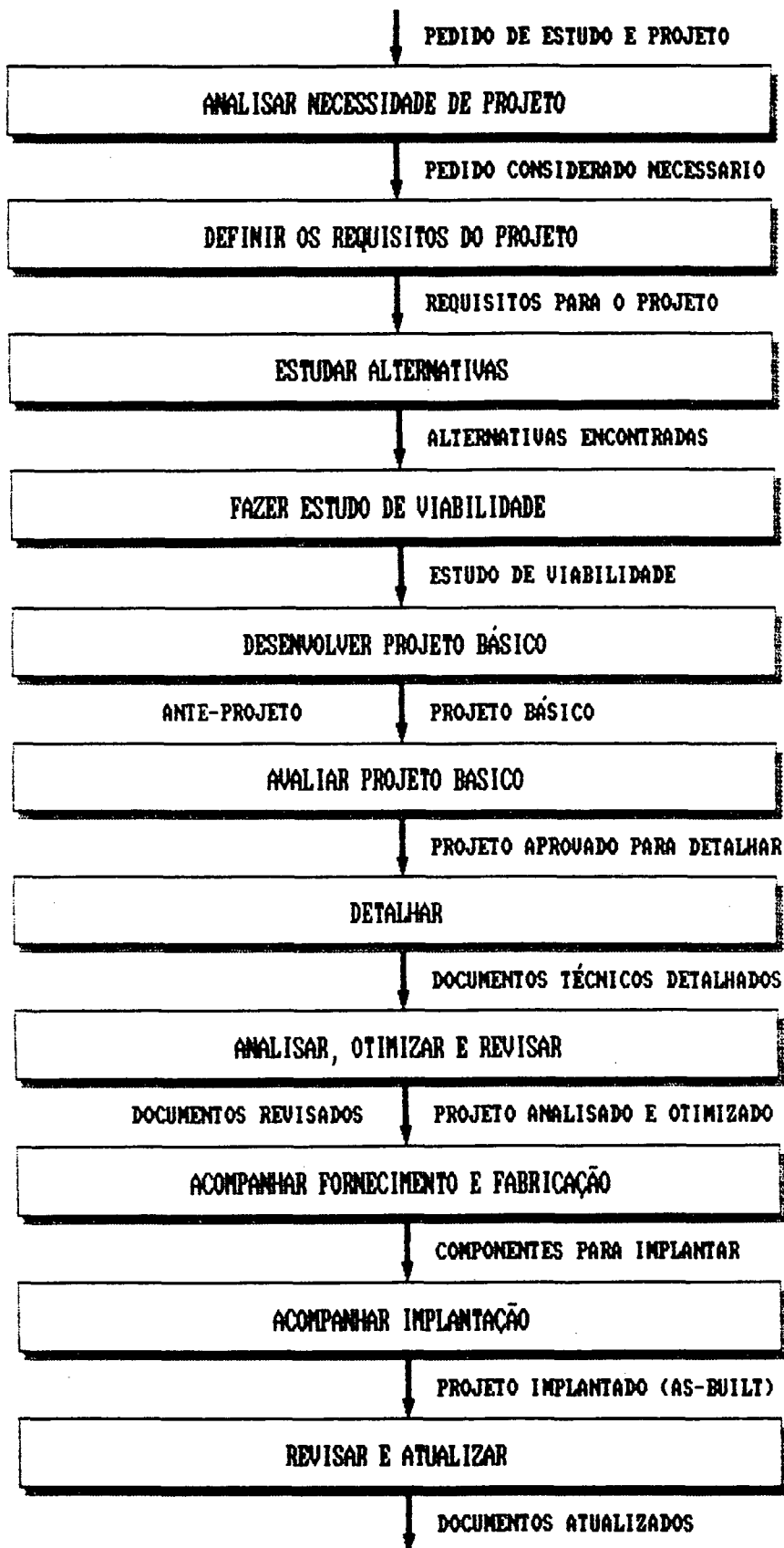


Figura 6.4. Estrutura básica do método de Estudos e Projetos

As fases listadas podem ser detalhadas, de forma sucinta, da seguinte forma:

1. ANALISAR NECESSIDADE DE PROJETO

Este processo se inicia com a entrada de um PEDIDO DE PROJETO (Estudo). Compreende a análise da situação que envolve o pedido e as causas que o geraram, para ver se existe necessidade do trabalho e qual é, basicamente, a sua viabilidade. É composta por: consultar os dados de desempenho, de paradas e de defeitos de equipamentos e de produtos; consultar banco de dados de projetos para verificar similaridades com trabalhos anteriores ou em andamento e verificar como pedido se encaixa no Plano Estratégico da empresa.

Deve gerar uma justificativa simples, favorável ou não ao desenvolvimento.

2. DEFINIR OS REQUISITOS DO PROJETO

É o trabalho de estabelecer os limites a serem obedecidos e os parâmetros a serem seguidos no desenvolvimento do projeto. É composta por: pesquisar e listar as condições de funcionamento e as exigências funcionais, verificar a importância e validade de cada item listado e definir uma lista completa de tudo a que o projeto deverá atender e das fontes de informações que poderão ser úteis.

3. ESTUDAR ALTERNATIVAS

Consiste em coletar os requisitos listados e as sugestões esboçadas no processo anterior, analisá-los e procurar identificar o máximo de alternativas para o problema.

É composta por: analisar os requisitos listados, gerar idéias de soluções e avaliar as alternativas visualizadas.

Escolher as três alternativas que se apresentem como melhores e mais adequadas e estudar sua viabilidade.

4. FAZER ESTUDO DE VIABILIDADE

Consiste em analisar as alternativas encontradas, para definir sua viabilidade técnica (exequibilidade física), econômica e financeira.

É composta por: verificar a exequibilidade física das alternativas, verificar o nível de investimento exigido e o ganho previsto e verificar a adequação ao planejamento financeiro.

5. DESENVOLVER PROJETO BÁSICO

É a fase onde se define o arranjo ou modelo a ser detalhado. Consiste em definir o perfil básico do projeto.

É composta por: definir os dados básicos necessários (fluxos de fluidos, energia, velocidades, matérias-primas, dimensões físicas gerais, etc...); estabelecer arranjos e formas básicas; e emitir especificação técnica (desenhos e relatórios).

6. AVALIAR PROJETO BÁSICO

Consiste em avaliar a especificação, o estudo de viabilidade e as propostas e obter parecer e sugestões sobre o trabalho.

7. DETALHAR PROJETO

É a fase onde se define os arranjos, as formas e as especificações finais do projeto.

É composta por: analisar os dados gerados no projeto básico; criar arranjos e formas detalhados; estabelecer dimensões e tolerâncias para instalações e componentes; especificar componentes, materiais e tratamentos; elaborar listas de componentes e materiais; revisar desenhos e outros documentos correlatos e emitir desenhos detalhados.

8. ANALISAR, OTIMIZAR E REVISAR

É a fase que visa verificar e/ou melhorar as características de desempenho do projeto.

É composta por: analisar documentos e condições de trabalho; desenvolver modelos matemáticos, executar cálculos e/ou simulações; verificar fatores específicos do projeto (estabilidade, cinemática, termodinâmica, fadiga, desgaste, etc..), emitir parecer e/ou especificação técnica e revisar desenhos.

9. ACOMPANHAR FORNECIMENTO E FABRICAÇÃO

É o acompanhamento das atividades de fabricação e aquisição.

Consiste em: esclarecer dúvidas e acompanhar/monitorar a execução e aquisição das partes do projeto.

10. ACOMPANHAR IMPLANTAÇÃO

É o acompanhamento feito na fase de implantação do projeto.

É composta por: participar do planejamento e da contratação para implantação; acompanhar e assessorar preparação, instalação e testes e manter a memória técnica atualizada.

11. REVISAR E ATUALIZAR

É o processo encarregado de manter os documentos técnicos atualizados com relação às mudanças feitas nas instalações a eles correlacionados.

É composta por: analisar documentos e situação correlatos; definir que documentos devem ser alterados e como; apanhar originais e alterar e registrar nos locais correlatos.

6.4. PROGRAMAS E EQUIPAMENTOS

Os programas a serem usados serão adquiridos de fornecedores em conjunto com os equipamentos para o sistema. Deverão ser adquiridos todos os programas necessários para atender aos requisitos estabelecidos no capítulo 5.

6.4.1. PROGRAMAS

De acordo com os requisitos listados, foi feita uma relação dos programas básicos a serem usados. As descrições se baseiam nas informações de fornecedores e nas referências [257, 149, 254, 170 e 258]. A relação dos programas é a seguinte:

1. DESENHO EM DUAS DIMENSÕES Programa para desenho com representação apenas num plano, usado para detalhamento, revisão e estudos de arranjos ou de diagramas unifilares. Pela sua simplicidade requer menos recursos de processamento e de memória e pode ser

usado mesmo nas estações mais simples. Seus dados serão integrados com outros programas para extração, inserção ou complementação.

2. PROJETO EM TRÊS DIMENSÕES

Programa de desenho que apreseta e trabalha com vistas em três dimensões. Permite trabalhos mais elaborados e representações mais realistas, com o recurso de eliminação de arestas escondidas. Requer maior capacidade de processamento e de memória e deve ser usado em estações de médio ou maior porte.
3. MODELAMENTO SÓLIDO

Programa para modelamento de sólidos com superfícies simples e complexas, com todos os recursos de sombreado, manipulação, determinação de área de intersecção entre sólidos e cálculo de propriedades geométricas. Seu uso estará mais direcionado para preparação de modelos para análise e avaliação. A ser usado nas estações com maior capacidade de memória dinâmica e alta velocidade de processamento. Com interface para programas de análise por elementos finitos.
4. PROJETO INDUSTRIAL

Programa integrador dos módulos de 2D, 3D, Diagramas de Processos e Instrumentação, Modelador Sólido, Banco de Dados Relacional, Isométricos de Tubulação, Verificador de Interferências, Gerador de Relatórios, Biblioteca de Modelos de Componentes, Gerador de Listas de Materiais e Componentes e Parametrizador. Usado para projeto de instalações industriais, incorpora todos os recursos necessários às disciplinas envolvidas e permite um acompanhamento detalhado dos trabalhos desenvolvidos. Requer estações com alta capacidade de memória dinâmica e alta velocidade de processamento.

5. **CARTOGRAFIA** Programa para tratamento de informações de curvas topográficas, cálculos de áreas, volumes e posicionamento, emissão de desenhos de mapas. Recebe informações diretamente da mesa digitalizadora e trabalha em 2D e 3D.
6. **BANCO DE DADOS** Programa administrador de banco de dados relacional a ser usado nas bases de dados do sistema. Deve armazenar e administrar toda a memória gráfica e descritiva do ambiente de projeto, de forma nodal, permitindo que se estabeleça correlações e amarrações entre componentes e conjuntos com base em descrições sumarizadas. Deve administrar, ainda, a emissão de relatórios situacionais dos arquivos que controla e de listagens dos mesmos.
7. **SISTEMA OPERACIONAL** Sistema operacional multi-usuário, capaz de permitir comunicação com ambiente IBM em mainframe e com MS-DOS. Uso de protocolos para comunicação SNA/BSC, X.25, OSI e Ethernet.
8. **ANÁLISE POR ELEMENTOS FINITOS** Programa de elementos finitos, para análise de tensões, fluidos, efeitos térmicos e magnéticos e otimização, do tipo estática e dinâmica, de forma linear e não-linear. Com interface para o modelador sólido do sistema e capacidade para gerar modelos sólidos simples.
9. **GERENCIADOR DE PROJETOS** Programa para gerenciar recursos, custos e desenvolvimento, possibilitando a emissão de relatórios e o controle de progresso, com atualização fácil. O programa deve ser usado de forma integrada em todo o sistema.
10. **ANÁLISE DE MECANISMOS** Programa para análise cinemática de mecanismos com simulador de movimentos e visualização.

11. CONTROLE DE DISPOSITIVOS Programas para controle de entrada e saída de dados, provenientes dos vários equipamentos a serem acoplados ao sistema.
12. LINGUAGEM DE ALTO NÍVEL Linguagem de alto nível (Pascal e Fortran), para desenvolvimento de programas aplicativos específicos e linguagem de programação específica para o software de CAE/CAD.
13. INTERPRETADOR Programa que interprete expressões desenvolvidas em linguagens de alto nível (Pascal, Fortran) e as interrelacione com o ambiente interno dos programas gráficos de CAE/CAD.
14. PARAMETRIZADOR Programa para desenvolvimento gráfico de desenhos e modelos de forma parametrizada (alteração de dimensões em função de alteração de parâmetros).

6.4.2. EQUIPAMENTOS

Considerando que serão implantados dois sub-sistemas, com processamento distribuído e comunicação de dados entre eles, e, considerando os equipamentos disponíveis no mercado bem como as tendências na área, define-se que a melhor opção é a instalação de um sistema baseado em estações de trabalho com processamento próprio, com um servidor em cada sub-sistema.

Os dois sub-sistemas devem ser totalmente compatíveis, com capacidade de comunicação de dados em alta taxa velocidade.

O sistema será baseado em estações independentes, o que permitirá maior flexibilidade na implementação, possibilitando um crescimento progressivo e distribuído. Tem a seu favor um alto nível de desempenho individual e a capacidade de trabalhar em conjunto com outras estações e acessar dados do mainframe, via rede.

O dimensionamento e a especificação do equipamento a ser usado, estão no capítulo 7.

CAPÍTULO VII

DIMENSIONAMENTO E ESPECIFICAÇÃO DO SISTEMA

7.1 INTRODUÇÃO

Neste capítulo será apresentado o dimensionamento de um sistema CAE/CAD, em termos de número de estações de trabalho, quantidades e tipos de periféricos, recursos de armazenagem de dados e módulos de programas necessários, para atender aos requisitos e ao volume de trabalho, bem como à estrutura funcional mostrados nos capítulos 4, 5 e 6.

O dimensionamento foi feito com base nos dados mostrados no capítulo 4, na experiência de usuários, nos artigos consultados (principalmente [120, 64, 83, 185 e 211]) e nos contatos com fornecedores (principalmente Villares-IBM e Comicro-Prime).

Como o volume de pedidos de estudos e projetos existente na empresa é bem maior que a capacidade do sistema para atender e existe uma contratação contínua de serviços externos para tal fim, o sistema não foi dimensionado para reduzir a mão-de-obra existente, mas sim para aumentar a capacidade produtiva da área e possibilitar um atendimento eficaz das necessidades da AGESITA a menor custo e com melhor qualidade.

7.2. DIMENSIONAMENTO DE ESTAÇÕES E PROGRAMAS DE TRABALHO

Para determinar o número de estações de trabalho necessárias ao sistema foi considerado o volume de H/h levantados nas diversas áreas por tipo de atividade de estudo e projeto.

Levantadas as atividades que seriam influenciadas e os Homens/hora equivalentes a cada uma delas, determinou-se qual o percentual de tempo de a ser gasto numa estação de trabalho para executá-las. De posse deste percentual e dos H/h levantados para cada atividade, foi estabelecida a quantidade de postos de trabalho que o sistema deveria ter.

Para definir quais programas seriam usados no sistema, foi feita uma análise do teor de cada processo e relacionado o que é

feito e o que deveria ser feito e quais os recursos que deveriam existir para que o trabalho fosse melhor desenvolvido. Com essa análise e com os H/h gastos em cada tipo de atividade, mais uma avaliação de sensibilidade com o pessoal de execução e com fornecedores de programas de CAE/CAD, foram definidos os tipos e as quantidades dos mesmos.

Para definir os tipos de estações de trabalho, sua capacidade de memória dinâmica, seu desempenho e seus recursos adicionais, foram consideradas as exigências que os programas propostos apresentam para funcionarem adequadamente.

Para dimensionar a capacidade de armazenagem em disco do sistema, foram consideradas as quantidades mais adequadas de desenhos que circulam em cada área e que deveriam ficar disponíveis para acesso rápido.

Para dimensionar os equipamentos geradores de cópias, foram consideradas as quantidades de cópias necessárias e a natureza das mesmas.

Para o dimensionamento foram usados dados médios de H/h de 1987, 1988 e 1989. Para cálculos de percentuais foram usados, também, dados de 1990.

7.2.1. DETERMINAÇÃO DA QUANTIDADE DE POSTOS DE TRABALHO

Os totais de estações de trabalho necessários para cada área, podem ser vistos no quadro 7.1, abaixo.

O significado dos itens mostrados nos quadros é o seguinte:

H/h PRODUTIVOS refere-se aos recursos de pessoal efetivamente gastos com atividades de estudos e projetos na área, descontando férias, licenças, etc...

H/h INFLUENCIADOS são os H/h das áreas de estudos e projetos gastas diretamente em atividades que seriam influenciadas pelo uso de recursos de CAE/CAD. Como exemplo, podem ser citadas os H/h de desenho, revisão, e estudo de alternativas.

H/h DE ESTAÇÃO são os H/h que passam a ser gastos, pelo pessoal, nas estações de trabalho, conseguidos

aplicando taxas proporcionais sobre o item H/h INFLUENCIADOS, de acordo com o observado nas respectivas áreas. Esse tempo parcial na estação se deve à necessidade que existe de preparação prévia do que será inserido no sistema, através de pesquisa, levantamentos de dados, análise dos desenhos gerados, contatos e discussões com os solicitantes dos pedidos, decisões de caráter estratégico, elaboração de relatórios, apropriação de horas, e outros.

NÚMERO DE ESTAÇÕES é o número de postos de trabalho necessários para atender ao número de H/h DE ESTAÇÃO obtidos, considerando um tempo médio de utilização de 10 hs/dia e 22 dias/mês.

Os valores do quadro 7.1 definem os recursos totais de cada área.

QUADRO 7.1
QUADRO GERAL DE MÉDIAS MENSAIS DE HOMENS/HORA

ÁREAS DE ESTUDOS E PROJETOS	H/h PRODUTIVOS	H/h INFLUENCIADOS	H/h DE ESTAÇÃO	NÚMERO DE ESTAÇÕES
A. MELHORIAS E REFORMAS	7.266	4.864	2.640	12
B. ENGENHARIA	9.234	4.562	2.031	9,2
C. VENDA DE TECNOLOGIA	1.334	812	350	1,6
D. URBANISMO	792	616	310	1,4
E. CALIBRAÇÃO	352	302	194	1 *
F. FUNDIÇÃO	1.324	1.137	805	3,6
G. ENGENHARIA DE MANUTENÇÃO	5.600	2.629	1.486	6,7
H. METALURGIA	3.520	1.260	620	2,8
TOTAL	29.422	15.016	8.436	38

* Consideração jornada de 8 hs diárias de uso.

Os valores do quadro são válidos para utilização em atividades técnicas de estudos e projetos e não para atividades administrativas. Como atividade administrativa pode-se considerar o planejamento e a administração dos projetos e de seus recursos, a contabilização de gastos e despesas, emissão de memorandos e comunicados gerenciais, uso de sistemas corporativos em terminais de mainframe e a elaboração de relatórios. Para esse fim foram acrescentados microcomputadores e terminais de computador central ao sistema.

O total de H/h produtivos indicam que o sistema como um todo trabalha, em média com 167 pessoas envolvidas em estudos e projetos. Considerando o número de 38 estações de trabalho para o sistema completo, tem-se um valor de 4,3 pessoas para cada posto de trabalho de CAE/CAD.

Nos artigos pesquisados e nas conversas com elementos de empresas com sistemas implantados, foi constatado que existe uma preferência por uma taxa variando de 2 a 2,5 pessoas por posto de trabalho, o que poderia levar a se considerar o sistema subdimensionado para o potencial da ACESITA. Isso, porém, não acontece, pois se considera que a parte excedente de H/h que aparece no quadro, com a adoção de um sistema mais dinâmico e integrado de Estudos e Projetos, seria direcionada para atividades do sistema produtivo que não dependeria diretamente do uso dos recursos de CAE/CAD. Desse modo, o sistema computadorizado está dimensionado para atender, adequadamente, ao aumento de produtividade previsto, mesmo usando um volume de H/h produtivo direto menor, liberando, inclusive, pessoal para outras atividades.

7.2.2. DETERMINAÇÃO DOS PROGRAMAS A SEREM USADOS

Para determinar que programas seriam necessários, foi feita uma análise das atividades executadas atualmente de estudos e projetos, visando estabelecer como elas deveriam ser executadas dentro de um sistema computadorizado. Foram estabelecidas, então, relações entre a natureza das atividades e as características dos programas disponíveis para uso, determinando-se, assim, quais e

quantos deles seriam usados.

7.2.2.1. PROGRAMAS PARA O SUB-SISTEMA ABCD

De acordo com o projetado, o sub-sistema deverá ter as taxas de utilização mostradas no quadro 7.2. Essas taxas foram obtidas pela redistribuição dos H/h de estudos e projetos influenciados, após análise de como seriam as atividades no sistema CAE/CAD.

QUADRO 7.2

PERCENTUAIS DE H/h DE ESTAÇÃO PROJETADOS PARA O SUB-SISTEMA ABCD

ATIVIDADES	PERCENTUAIS				TAXA
	A	B	C	D	GERAL
ANALISAR NECESSIDADE	2	4	-	-	2,5
ESTUDAR ALTERNATIVAS	12	13	17	30	13,5
ESTUDAR VIABILIDADE	3	2	6	4	3
PROJETO BÁSICO	19	18	18	25	19
AVALIAR PROJ BASICO	2	2	6	3	2,5
DETALHAR	27	34	39	20	30
ANALISAR/OTIMIZAR	12	9	2		9,6
REVISAR	21	15	2	14	17
AUXILIAR IMPLANTAÇÃO	2	3	10	4	3

Para procurar estabelecer a quantidade de licenças de cada programa que deveria ficar disponível no sistema para uso, foi feito um desmembramento, de cada atividade a ser executada no sub-sistema, em parcelas que se associassem ao uso de cada tipo de programa. Essas parcelas foram indexadas a percentuais de cada atividade e, através disso, lançadas como percentuais do processo como um todo. Esses valores estão nos quadros 7.3, 7.4 e 7.5.

QUADRO 7.3

PERCENTUAIS DE UTILIZAÇÃO DE PROGRAMAS PARA O SUB-SISTEMA ABCD

ATIVIDADES	PERCENTUAIS	
	NA ATIVIDADE	NO GERAL
ANALISAR NECESSIDADE		
Consulta desenho 2d	40	1
Consulta desenho 3d	20	0,5
Consulta a modelo detalhado	10	0,25
Consulta a modelo de equipamento	30	0,75
ESTUDAR ALTERNATIVAS		
Gerar desenho 2d	50	6,75
Gerar desenho 3d	15	2,025
Gerar modelo detalhado	2	0,27
Gerar modelo de equipamento	15	2,025
Simular matematicamente	1	0,135
Simular cinematicamente	5	0,675
Calcular propriedades geométricas	5	0,675
Parametrizar	7	0,945

QUADRO 7.4

PERCENTUAIS DE UTILIZAÇÃO DE PROGRAMAS PARA O SUB-SISTEMA ABCD

ATIVIDADES	PERCENTUAIS	
	NA ATIVIDADE	NO GERAL
ESTUDAR VIABILIDADE		
Calcular propriedades geométricas	30	0,9
Consultar desenhos 2d	50	1,5
Consultar desenhos 3d	20	0,6
PROJETO BÁSICO		
Fazer desenhos em 2d	30	5,7
Fazer desenhos em 3d	35	6,65
Desenvolver modelos de detalhes	5	0,95
Desenvolver modelos de equipamentos	18	3,42
Calcular propriedades geométricas	3	0,57
Simular matematicamente	2	0,38
Simular cinematicamente	1	0,19
Analisar com elementos finitos	1	0,19
Parametrizar	5	0,95
AVALIAR PROJ BASICO		
Consultar desenhos	45	1,125
Consultar modelos	35	0,875
Calcular propriedades geométricas	10	0,25
Simular cinematicamente	10	0,25

QUADRO 7.5

PERCENTUAIS DE UTILIZAÇÃO DE PROGRAMAS PARA O SUB-SISTEMA ABCD

ATIVIDADES	PERCENTUAIS	
	NA ATIVIDADE	NO GERAL
DETALHAR		
Consultar desenhos e modelos	3	0,9
Desenhar em 2d	19	5,7
Desenhar em 3d	12	3,6
Desenvolver modelo detalhado de peças	12	3,6
Desenvolver modelo detalhado de equip	30	9
Calcular propriedades geométricas	4	1,2
Calcular resistência de materiais	4	2,1
Analisar com elementos finitos	5	1,5
Fazer listas de peças	3	0,9
Analisar interferências	5	1,5
ANALISAR/OTIMIZAR		
Simular cinematicamente	20	1,92
Analisar com elementos finitos	35	3,36
Desenvolver modelo detalhado de peças	25	2,4
Desenvolver modelo detalhado de equip	20	1,92
REVISAR		
Consultar e alterar desenhos 2D e 3D	65	11
Consultar e alterar modelos sólidos	35	6
AUXILIAR IMPLANTAÇÃO		
Consultar desenhos 2D e 3D	50	1,5
Consultar modelos de equipamentos	50	1,5

Esses percentuais foram agrupados e aplicados ao número total de estações de trabalho do sub-sistema, dando um número mínimo de utilização simultânea que os programas teriam. Alguns fatores, porém, foram considerados para estabelecer o número máximo de utilização simultânea dos programas.

Considerando que o sub-sistema é composto por 24 estações de trabalho, a distribuição é a mostrada no quadro 7.6.

A quantidade de licenças de desenhos em 2D e 3D foi aumentada porque estes programas participam como bases de outros e, portanto, embora não apareçam no percentual, de forma explícita, estarão sendo usados em conjunto. Existem programas completos onde o desenho em 2D é base para todas as outras aplicações. Nesse caso, o número de licenças em 2D passa a ser igual ao número de estações.

QUADRO 7.6

NÚMERO DE LICENÇAS PARA PROGRAMAS DO SUB-SISTEMA ABCD

PROGRAMAS	PERCENTUAL DE USO	NÚMERO MÍNIMO	NÚMERO ADOTADO
2D	35,2	8,8	18
3D	21	5,25	10
MODELAMENTO SÓLIDO	15,8	3,9	4
PROJETO INDUSTRIAL	24,1	6	6
SIMULAÇÃO MATEMÁTICA	1,47	0,36 a	-
SIMULAÇÃO CINEMÁTICA	2,45	0,6	1
PROPRIEDADES GEOMÉTRICAS	2,7	0,67	2
LINGUAGEM DE PROGRAMAÇÃO	2,1	0,52	1
PARAMETRIZADOR	1,8	0,45	1
ANÁLISE POR ELEM.FINITOS	5	1,25	2

a) Licença para Simulação Matemática foi considerada em conjunto com a de Linguagem de Programação.

O programa de cálculo de propriedades geométricas, normalmente, faz parte do programa de modelamento sólido ou de 3D. O número citado é para o caso de pacotes onde o mesmo seja fornecido independentemente.

A linguagem de programação é uma de alto nível, onde programas específicos possam ser desenvolvidos e possam interfacear com a parte gráfica do CAE/CAD. Pode ser Pascal, Fortran, C,...

Além dos programas citados, o sub-sistema deverá dispor de um BANCO DE DADOS relacional que armazene e gerencie todos os dados do mesmo e de um programa que interprete rotinas feitas em Pascal, C ou Fortran e traduza os resultados em informações gráficas de formas proporcionais.

O programa de cartografia será usado em conjunto com uma mesa digitalizadora tamanho A0.

7.2.2.2. PROGRAMAS PARA O SUB-SISTEMA EFGH

De acordo com o projetado, o sub-sistema deverá ter as taxas de utilização mostradas no quadro 7.7. Essas taxas foram obtidas pelo mesmo método usado para o quadro 7.2.

QUADRO 7.7

PERCENTUAIS DE H/h DE ESTAÇÃO PROJETADOS PARA O SUB-SISTEMA EFGH

ATIVIDADES	PERCENTUAIS				TAXA
	E	F	G	H	GERAL
ANALISAR NECESSIDADE			4		2
ESTUDAR ALTERNATIVAS	10	7	20	8	14
ESTUDAR VIABILIDADE	6	3	3	2	3
PROJETO BÁSICO	16	25	7	18	14
AVALIAR PROJ BASICO	3	3	3	2	3
DETALHAR	20	30	25	17	25
ANALISAR/OTIMIZAR	38	21	28	50	30
REVISAR	5	9	7	3	7
AUXILIAR IMPLANTAÇÃO	2	2	3		2

Para procurar estabelecer a quantidade de licenças de programas para o sistema, cada atividade foi desmembrada de forma a caracterizar o uso de cada tipo de programa. Esses valores estão nos quadros 7.8 e 7.9.

QUADRO 7.8

PERCENTUAIS DE UTILIZAÇÃO DE PROGRAMAS PARA O SUB-SISTEMA EFGH

ATIVIDADES	PERCENTUAIS	
	ATIVIDADE	GERAL
ANALISAR NECESSIDADE		
Consulta desenho 2d	40	0,8
Consulta desenho 3d	20	0,4
Consulta a modelo detalhado	20	0,4
Consulta a modelo de equipamento	20	0,4
ESTUDAR ALTERNATIVAS		
Gerar desenho 2d	27	3,78
Gerar desenho 3d	15	2,1
Gerar modelo detalhado	20	2,8
Gerar modelo de equipamento	15	2,1
Simular matematicamente	1	0,14
Simular cinematicamente	3	0,42
Calcular propriedades geométricas	12	1,68
Parametrizar	7	0,98

QUADRO 7.9

PERCENTUAIS DE UTILIZAÇÃO DE PROGRAMAS PARA O SUB-SISTEMA EFGH

ATIVIDADES	PERCENTUAIS	
	ATIVIDADE	GERAL
ESTUDAR VIABILIDADE		
Calcular propriedades geométricas	40	1,2
Consultar desenhos 2d	40	1,2
Consultar desenhos 3d	20	0,6
PROJETO BÁSICO		
Fazer desenhos em 2d	25	3,5
Fazer desenhos em 3d	23	3,22
Desenvolver modelos de detalhes	12	1,68
Desenvolver modelos de equipamentos	15	2,1
Calcular propriedades geométricas	10	1,4
Simular matematicamente	3	0,42
Simular cinematicamente	1	0,14
Analisar com elementos finitos	3	0,42
Parametrizar	8	1,12
AVALIAR PROJ BASICO		
Consultar desenhos	40	1,2
Consultar modelos	30	0,9
Calcular propriedades geométricas	20	0,6
Simular cinematicamente	10	0,3
DETALHAR		
Consultar desenhos e modelos	5	1,25
Desenhar em 2d	30	7,5
Desenhar em 3d	21	5,25
Desenvolver modelo detalhado de peças	12	3
Desenvolver modelo detalhado de equip	12	3
Calcular propriedades geométricas	9	2,25
Calcular resistência de materiais	3	0,75
Analisar com elementos finitos	5	1,25
Fazer listas de peças	1	0,25
Analisar interferências	2	0,5
ANALISAR/OTIMIZAR		
Simular cinematicamente	5	1,5
Analisar com elementos finitos	40	12
Calcular propriedades geométricas	3	0,9
Desenvolver modelo detalhado de peças	32	9,6
Desenvolver modelo detalhado de equip	20	6
REVISAR		
Consultar e alterar desenhos 2D e 3D	60	4,2
Consultar e alterar modelos sólidos	40	2,8
AUXILIAR IMPLANTAÇÃO		
Consultar desenhos 2D e 3D	50	1
Consultar modelos de equipamentos	50	1

Esses percentuais foram agrupados e aplicados ao número total de estações de trabalho do sub-sistema, dando um número mínimo de utilização simultânea dos programas.

Considerando que o sub-sistema é composto por 14 estações de trabalho, a distribuição é a mostrada no quadro 7.10.

QUADRO 7.10

NÚMERO DE LICENÇAS PARA PROGRAMAS DO SUB-SISTEMA EFGH

PROGRAMAS	PERCENTUAL DE USO	NÚMERO MÍNIMO	NÚMERO ADOTADO
2D	24	3,3	9
3D	12,55	1,75	6
MODELAMENTO SÓLIDO	20	2,8	3
PROJETO INDUSTRIAL	15,5	2	2
SIMULAR MATEMATICAMENTE	0,54	0,07 a	-
SIMULAR CINEMATICAMENTE	2,36	0,4	1
PROPRIEDADES GEOMÉTRICAS	6,8	0,9	2
LINGUAGEM DE PROGRAMAÇÃO	0,75	0,1	1
PARAMETRIZADOR	1,8	0,23	1
ANALISADOR ELEM.FINITOS	13,7	1,9	2

a) Licença para Simulação Matemática foi considerada em conjunto com a de Linguagem de Programação.

A quantidade de licenças de desenhos em 2D e 3D foi aumentada pelas mesmas razões apresentadas no item 7.2.2.1.

Deve ser dotado de interface de comunicação com o medidor tridimensional instalado na área de Controle de Qualidade da Fundição, para que os dados de superfície digitalizados no aparelho possam ser inseridos diretamente no sistema CAE/CAD. Deve, também, ser provido de uma mesa digitalizadora tamanho A0.

7.2.3. DEFINIÇÃO DAS ESTAÇÕES DE TRABALHO

De acordo com as exigências dos programas a trabalharem nos sistemas, foram estabelecidos os limites das características básicas das estações de trabalho. Não será feita uma especificação detalhada das mesmas por dois motivos:

1. A configuração do equipamento, varia de fornecedor para fornecedor, e depende diretamente dos programas que vão ser processados nele e, neste trabalho, não se está definindo

qual é o fornecedor dos programas a serem usados.

2. As características de desempenho e de capacidade dos equipamentos estão mudando muito depressa e seria de pouca utilidade estabelecer, aqui, especificações fechadas dos mesmos.

Em termos básicos, as estações de trabalho devem possuir as seguintes características físicas:

Velocidade de processamento (MIPS).....	> 12
Operações em ponto flutuante (MFLOPS).....	> 1
Memória principal(Mbytes).....	> 8
Capacidade de armazenagem em disco (Mbytes).....	> 300
Tamanho de vídeo(polegadas).....	> 19
Resolução de vídeo(pixels).....	> 1.100 x 900
Tempo de acesso ao disco(ms).....	< 20

7.3. MICROCOMPUTADORES E TERMINAIS DE COMPUTADOR CENTRAL

Os microcomputadores e terminais alfa-numéricos estão designados para cada área com a finalidade de executar as seguintes atividades:

1. Planejamento e acompanhamento de atividades;
2. Consulta a bancos de dados de materiais e de componentes;
3. Edição de relatórios e de memórias de cálculos;
4. Execução de programas dedicados de cálculo e análise;
5. Controle de arquivos de pesquisa e consulta;
6. Consulta a estoque de materiais e componentes;
7. Acompanhamento de desempenho operacional;

As quantidades de microcomputadores e de terminais que farão parte de atividades ligadas ao sistema CAE/CAD são:

Sub-sistema ABCD:

Microcomputadores	8
Terminais de computador central	6

Sub-sistema EFGH:

Microcomputadores	10
Terminais de computador central	6

Os microcomputadores trabalharão em rede, comunicando-se com

a rede das estações de trabalho de alto nível, com servidor separado. Pelo menos dois, em cada sub-sistema, deverão ter maior capacidade de processamento e de memória principal, para trabalhar com atividades de análise de engenharia. Em termos atuais, deveria ser um modelo baseado em processador 80386, com 4 Mbytes de RAM, vídeo colorido de alta resolução, disco rígido de 80 Mbytes e co-processador aritmético.

Pelo menos três dos terminais, de cada sub-sistema, devem ser terminais gráficos IBM (alta resolução).

7.4. COPIADORES DE DESENHOS

As áreas de ESTUDOS E PROJETOS da AGESITA produzem desenhos novos e desenhos revisados que saem como originais em papel vegetal para o arquivo técnico onde serão reproduzidos para uso na empresa. As quantidades de desenhos originais produzidos são mostrados no quadro 7.11. Desenhos originais são gerados e guardados em papel vegetal.

QUADRO 7.11

MÉDIAS MENSAIS DE DESENHOS ORIGINAIS PRODUZIDOS NO SISTEMA ATUAL

ÁREAS DE ESTUDOS E PROJETOS	DESENHOS NOVOS (Equiv. A1)	DESENHOS REVISADOS (Equiv. A1)
MELHORIAS E REFORMAS	80	95
EXPANSÃO	92	61
FUNDIÇÃO	26	12
CALIBRAÇÃO	7	5
VENDA DE TECNOLOGIA	11	3
URBANISMO	12	9
TOTAL	216	176

No quadro 7.11 foram consideradas apenas as áreas que atualmente produzem desenhos e documentos técnicos correlatos. Com a implantação do sistema CAE/CAD, no entanto, todas as áreas de

estudos e projetos passarão a ter capacidade de produzi-los.

No sistema CAE/CAD, serão necessárias cópias para as seguintes atividades:

- Avaliar projeto com equipe e/ou com solicitante
Uso de 1, 2 ou até 3 cópias de um mesmo desenho em configurações diferentes, para analisar/aprovar alternativa. Essa operação pode se repetir dentro de um mesmo projeto, se houver necessidade de discussão periódica sobre andamento/solução técnica. Normalmente, a maior incidência nesta fase são de cópias apenas de desenhos de conjunto ou lay-out. Desenhos simples ou mesmo complexos mas de aplicação isolada, podem ser avaliados diretamente no vídeo, sem necessidade de cópia em papel. Fazendo uma média com os desenhos de detalhes que serão gerados, pode-se considerar que se produz apenas uma cópia, de cada desenho gerado, para essa atividade.
- Conferir desenhos/documentos
Produz-se uma cópia de cada desenho para ser conferido fora da estação, com o objetivo de verificar a integridade do projeto e a suficiência de informações que estão contidas nos desenhos/documentos. Nesse caso é produzida uma cópia de cada desenho que será distribuído para o solicitante/usuário. Essa operação pode ocorrer duas vezes: como verificação e como aprovação final. Considerar duas cópias por desenho gerado.
- Enviar desenhos/documentos para solicitante/usuário
Deve ser considerada a necessidade de produzir uma cópia de cada desenho/documento para usuário e/o solicitante. Essa cópia pode se tornar desnecessária se não houver urgência da informação e se o microfilme do desenho atender. Caso o desenho tenha que ser colorido e/ou haja urgência, uma ou até cinco cópias do desenho podem ser necessárias. Para efeito de dimensionamento, será considerado que o sistema deve ser capaz de atender a uma cópia de cada desenho, já que existe um balanceamento entre as duas situações citadas.

- Enviar documento para microfilmar

Esta cópia deverá ser tirada até que o porte do sistema CAE/CAD justifique o uso de um sistema COM (Computer Output Microfilm), onde a cópia microfilmada seja emitida diretamente da memória do computador.

A cópia a ser enviada para microfilmar deverá ser a mesma gerada para conferência final e aprovação. Deverá conter, desse modo, a assinatura dos responsáveis. A cópia a ser usada nesta atividade já foi considerada no tópico conferir desenhos/documentos.

Deve ser prevista a necessidade de se tirar cópia de desenhos existentes para orientação na execução de um novo projeto. Considerando as taxas equivalentes atuais e a facilidade de se consultar desenhos existentes diretamente na estação de trabalho, pode-se determinar esse valor como de 0,2 cópias para cada cópia de desenho final emitido.

Desse modo, o número de cópias de desenhos dentro do sistema para consulta, avaliação, conferência, distribuição e geração de microfilme correspondem, em média a 3,2 vezes o volume de desenhos novos produzidos. No caso de desenhos revisados o fator de multiplicação a ser aplicado é de 2,2, pois a maioria dos pedidos de revisão ou de necessidades observadas de revisão, já estarão indicadas em outras cópias quando entrarem para serem feitas nas estações de trabalho.

Considerando que o aumento de produtividade estimado com a implantação do sistema computadorizado é de 3:1, a saída do sistema será igual ao volume de desenhos atuais multiplicado por 3,2 e multiplicado por 3, ficando o volume de produção de desenhos novos multiplicado por 9,6 e o de desenhos revisados por 6,6. Esses valores estão mostrados no quadro 7.12. Os valores apresentados indicam as tendências na fase de desenvolvimento do sistema, pois no início eles serão menores e crescerão, segundo taxas de crescimento característicos [64], até atingir seu potencial máximo. No caso de revisões, a tendência é de se atingir uma taxa de crescimento bem maior que a de desenhos novos, pois à medida que a base de dados for se expandindo e a experiência do pessoal for aumentando, esse trabalho passará a ser feito de forma

bem mais rápida. Será considerada, porém, mesmo para revisões a taxa de 3:1 com relação ao sistema atual.

QUADRO 7.12

MÉDIAS MENSAIS DE DESENHOS A SEREM PRODUZIDOS NO SISTEMA CAE/CAD

ÁREAS DE ESTUDOS E PROJETOS	DESENHOS NOVOS (Equivalentes A1)		DESENHOS REVISADOS (Equivalentes A1)	
	GERADOS	COPIADOS	REVISTOS	COPIADOS
A MELHORIAS E REFORMAS	240	768	285	627
B ENGENHARIA	276	883	183	403
C VENDA DE TECNOLOGIA	33	106	9	20
D URBANISMO	42	134	27	59
E CALIBRAÇÃO	21	67	15	33
F FUNDIÇÃO	78	250	36	79
G ENG. DE MANUTENÇÃO	75	240	84	185
H METALURGIA	6	18	3	5
TOTAL	771	2.466	642	1.411

Para estabelecer o número de impressoras e traçadores necessários para o sistema, foram usados os dados obtidos em teste (202 e 255) para impressoras e traçadores de várias marcas.

Para traçadores foi tomado como referência a média dos tempos dos 4 melhores posicionados para formatos complexos e simples médios (referenciado como A1) de 20min e 10s. O valor mínimo foi de 3min e 13s e o máximo de 43min e 34s.

Foi adicionado 110s para manuseio e verificação do equipamento e do papel em cada cópia e execução dos comandos de seleção e preparação para imprimir na estação. O teste foi feito com pena 0,35 mm sobre papel apergaminhado, traçando um desenho complexo e pode ser considerado como fator adequado para dimensionamento do sistema em foco.

Para impressoras foi adotado o valor médio dos quatro primeiros colocados em qualidade, considerando o tempo de preparação para copiar e o tempo de impressão. Como os tempos foram tomados para formatos A4, devem ser multiplicados por 8 para equivaler a formatos A1, assim, o tempo de referência se torna $147 \times 8 = 1.176s$ ou 19 min e 36s. Como se deseja dimensionar uma impressora para preto-e-branco, onde o papel passa apenas uma vez, o tempo deve ser dividido por 4, ou seja, $t = 294s$ ou 4min e 54s, ou 5min.

Desse modo, o tempo base para formato A1 em traçador de penas é de 22 min e em impressora eletrostática é de 5 min. Para dimensionar as taxas de uso nos vários formatos, esses tempos serão divididos ou multiplicados, acompanhando a relação entre o tamanho do formato em foco e o formato A1.

As taxas de utilização foram obtidas considerando um tempo de uso de 220 hs/mes para os equipamentos copiadores. Elas foram obtidas para uso contínuo, que serve apenas como condição limite de referência para dimensionamento da quantidade mínima necessária de recursos, já que em condições normais de trabalho esses equipamentos não ficam o tempo todo copiando, sendo solicitados de tempos em tempos, de forma aleatória, quando se necessita de cópias. Assim, a quantidade realmente necessária, será sempre maior que o valor obtido, devido ao tempo que existe entre as solicitações de cópias e à impossibilidade de se ficar com o serviço parado muito tempo por falta de cópias prontas.

A taxa mensal de uso de impressora e traçador (nos quadros 7.13 e 7.14) foi obtida multiplicando-se o número de equivalentes A1 de cada formato, pelo tempo em horas gasto para cada cópia, dividido pelo número de horas estimado para o equipamento trabalhar por mes.

7.4.1. COPIADORES PARA O SUB-SISTEMA ABCD

Para determinar os tamanhos dos traçadores e impressoras necessários para o sub-sistema, foi tomada a relação percentual existentes entre os tamanhos de desenhos a serem gerados, baseados nos dados do capítulo 4, que são mostrados no quadro 7.13.

Embora a taxa de utilização prevista seja baixa para traçadores de formato A0, existe a necessidade de se gerar cópias naquele tamanho, principalmente de arranjos e de estudos de alternativas e de desenhos de instalação. O uso de impressora para esse fim fica descartado, devendo ser usado um traçador de penas, de formato A0 a A4.

QUADRO 7.13

MÉDIAS MENSAIS DE FORMATOS DE DESENHOS DO SUB-SISTEMA ABCD

TAMANHOS DE FORMATOS	NÚMERO DE CÓPIAS	TAXA MENSAL DE IMPRESSORA ELETROSTÁTICA	TAXA MENSAL DE TRAÇADOR DE PENA
A0	61	0,046	0,2
A1	1.557	0,59	2,6
A2	466	0,088	0,4
A3	2.267	0,21	0,9
A4	4.443	0,21	0,9

Pelos valores do quadro, duas impressoras eletrostáticas tamanho A1/A4 seriam suficientes para atender ao sub-sistema ABCD para formatos A1, A2, A3 e A4. Três, de penas, A1/A4 juntos com dois de penas A3/A4 também atenderiam às necessidades. Existem, porém, alguns pontos a considerar para determinar a melhor opção:

1. A quantidade de formatos A1 geradas no sub-sistema em foco é muito grande e provoca uma tendência para um meio de saída mais rápido para esse formato.
2. Existe necessidade de se obter cópias em cores em muitos dos desenhos A1 produzidos, isso eliminaria, em parte, a indicação da impressora eletrostática, pois estão sendo considerados, nesta especificação, apenas modelos monocromáticos deste equipamento.

A solução é usar uma impressora eletrostática A1/A4 em conjunto com dois traçadores de penas A1/A4.

Os desenhos de formatos A3 e A4 gerados no sistema não requerem, necessariamente, o uso de cores nas cópias, pois representam, normalmente, detalhes que podem ser visualizados e

discutidos facilmente com cópias monocromáticas. Para esses, o mais indicado é o uso de impressoras eletrostáticas. Pois, além de servir para gerar os desenhos, são usadas, também, para emissão de listas de materiais, memórias de cálculo e textos. Além disso, servem para gerar cópias de telas em lugar de impressoras térmicas, na maioria dos casos. O uso de impressora térmica colorida se faz mais necessário para emissão de cópias de resultados de análises por elementos finitos ou de cópias para apresentações.

Na configuração básica, o sub-sistema ABCD deve ter seis impressoras eletrostáticas formato A4. Os formatos A3 serão atendidos pela impressora A1/A4.

Em suma, o sub-sistema ABCD ficará com os seguintes equipamentos de produção de cópias:

Um traçador de penas, 6 a 8 cores, A0 a A4;

Uma impressora eletrostática, monocromática, A1 a A4;

Dois traçadores de penas, 6 a 8 cores, A1 a A4;

Seis impressoras eletrostáticas, monocromáticas, A4.

Quatro impressoras térmicas, coloridas, A4.

7.4.2. COPIADORES PARA O SUB-SISTEMA EFGH

As taxas de utilização para essa área são mostradas no quadro 7.14.

QUADRO 7.14

MÉDIAS MENSAIS DE FORMATOS DE DESENHOS DAS ÁREAS EFGH

TAMANHOS DE FORMATOS	NÚMERO DE CÓPIAS	TAXA MENSAL DE IMPRESSORA ELETROSTÁTICA	TAXA MENSAL DE TRAÇADOR DE PENA
A0	30	0,023	0,09
A1	105	0,04	0,14
A2	158	0,03	0,12
A3	1.267	0,12	0,54
A4	2.745	0,13	0,58

Considerando os números apresentados, não será usado impressora eletrostática, de maior porte, no sub-sistema EFGH. Será usado um traçador de penas A0/A4 (central) e quatro traçadores de penas A2/A4 (Fundição, Calibração, Levantamento e Central). O traçador de penas A0/A4 se justifica não pelo índice de uso apresentado mas pelo fato do sub-sistema estar localizado fisicamente longe do sub-sistema ABCD.

Serão usadas três impressoras térmicas coloridas tamanho A4, porque se estima que as análises de fluxo de calor em Fundição e Calibração, as análises de tensões em Engenharia de Manutenção e Metalurgia e as análises de solidificação em Fundição e Metalurgia terão bastante necessidade de saída de cópias coloridas.

Em suma, o sub-sistema EFGH ficará com os seguintes equipamentos de produção de cópias:

Um traçador de penas, 6 a 8 cores, A0 a A4;

Quatro traçadores de penas, 6 a 8 cores, A2 a A4;

Quatro impressoras eletrostáticas, monocromáticas, A4.

Três impressoras térmicas, coloridas, A4.

7.4.3. CÓPIAS EM MICROFILMES

Devido ao baixo custo envolvido de geração e arquivamento e à facilidade de reprodução e consulta, o microfilme continuará a ser usado como forma de arquivo.

Em fase mais avançada do sistema CAE/CAD, será adequado que a empresa instale um sistema COM para facilitar a manutenção de um arquivo atualizado de microfilmes. Esta saída do sistema seria a responsável por manter os arquivos de microfilmes do arquivo técnico e das áreas de manutenção e operação.

Deverá ser colocado um arquivo de microfilmes na central do sub-sistema EFGH, com uma copiadora para os mesmos. Esta unidade visa servir ao ambiente de Estudos e Projetos e aos elementos de Manutenção e Operação, que agilizariam seu serviço e não necessitariam de sair da Usina para tal atividade.

Para facilitar o trabalho de confecção na Oficina Central, deve ser montado um fluxo de informação direto do sub-sistema EFGH

com a administração da mesma.

7.5. ARQUIVAMENTO DOS DESENHOS E MODELOS

Os arquivos magnéticos do sistema CAE/CAD serão mantidos em unidades centrais de discos rígidos, ligadas às estações de trabalho servidoras, com sistemas de fitas ou discos ópticos para cópias de segurança.

No dimensionamento do sistema, tem que ser considerado qual é o tamanho de memória de massa necessária para o funcionamento do mesmo. A forma mais prática para isso é estabelecendo uma relação direta entre o volume de formatos A1 gerados atualmente e o volume de memória que seria ocupado [83] [149]. Existem, no entanto, algumas dificuldades para se fazer isso, por uma série de razões:

1. A quantidade de informações contidas em um desenho feito manualmente pode ser bem menor que aquela contida em um desenho feito no computador, onde além das vistas ortogonais, podem ser inseridas vistas tridimensionais e podem ser inseridos detalhes com maior facilidade e sem maior consumo de tempo de desenhista;
2. A facilidade na geração das informações gráficas e no refino do projeto, leva, automaticamente, a um maior esmero no seu desenvolvimento e, conseqüentemente, a um maior volume de informações incorporadas aos documentos gerados;
3. Os projetos variam muito, entre si, em tamanho e complexidade, impossibilitando que se trace uma linha média real entre eles, em termos de volume de memória que seria ocupada e
4. Várias fontes de informações, além de desenhos, que hoje são acessadas sem uso de recursos computacionais, tais como memórias de cálculo, dados de materiais, etc..., passarão a ser colocadas no sistemas, gerando ocupação de memória.

Todos os desenhos e modelos gerados e considerados de utilidade serão arquivados em fita magnética para guarda. Os desenhos, além de serem guardados em fita serão armazenados em

forma de microfilme.

Considerando que serão armazenadas memórias de cálculo, modelos tridimensionais para análise, dados de materiais, dados de equipamentos e processos, relatórios técnicos, códigos de materiais, além dos programas aplicativos e dos desenhos e modelos gerados, considera-se que a memória de massa geral do sistema só poderá ser estimada com maior precisão após a implantação de alguns núcleos de estações e se tiver uma amostragem típica dos trabalhos efetuados na empresa. Como os recursos de armazenagem são expansíveis, é permitida que se façam avaliações periódicas e se aumente o potencial de memória de massa de acordo com as projeções de cada etapa. Além disso, o uso de unidades de fita para gravação dos arquivos aumenta em muito a flexibilidade do sistema de arquivamento. As unidades de fita serão especificadas de acordo com o equipamento a ser adquirido. Sua quantidade deve ser suficiente para armazenar todos os desenhos e documentos validados do sistema CAE/CAD.

Foi, assim, adotado um valor de memória de massa para cada servidor na etapa inicial baseado no volume de desenhos gerados atualmente mas com avaliação prevista para 6 meses após o início de operação. Zera [149] sugere um valor de 600 Mbyte de espaço em disco para cada 1.000 desenhos.

7.5.1. ARQUIVAMENTO DO SUB-SISTEMA ABCD

Considerando a taxa de 600 kbyte/desenho, o sub-sistema necessitará, para um volume objetivado de 2.500 desenhos armazenados "on-line", de recursos em disco de 1,5 Gigabyte apenas para desenhos, sem considerar o espaço que será ocupado pelos programas e pelos demais arquivos. O servidor do sub-sistema deverá ter, portanto, capacidade de disco de 2 Gbyte.

Do quadro 7.12, tem-se que o sub-sistema ABCD terá uma geração de 591 desenhos/mês. Para administrar esse crescimento sem ter que expandir indefinidamente a capacidade de memória de massa, o arquivo de desenhos é feito, em paralelo, em fita, que além de servir de arquivo de segurança, serve para armazenar o que for

sendo gerado e manter o volume de desenhos "online" dentro dos limites adequados. A administração do sistema, deverá programar a transferência de arquivos de fita para os discos, de acordo com a programação de serviços a ser executada

É recomendado que cada sistema possua dois conjuntos de discos rígidos, funcionando em paralelo, em estações separadas.

Existe uma série de benefícios que podem ser auferidos pelo sistema se possuir instalados dois conjuntos de discos em lugar de um, que são: [149]

1. Redução do risco do sistema ficar fora de ação por mau funcionamento de discos e/ou de estação servidora;
2. Melhor manutenção da organização e da portabilidade da base de dados;
3. Maior flexibilidade na distribuição de projetos nos discos. Em caso de projetos de grande porte, pode haver um conjunto de discos especificamente para cada um, que seria montado no sistema quando de trabalhos no mesmo, evitando perdas de tempo para transferências e organização de arquivos;
4. Maior rapidez de resposta do sistema na busca de informações armazenadas;
5. Redução de arquivos segmentados através de cópias disco-a-disco durante períodos de paradas do sistema (almoço ou à noite). Cópias disco-a-disco são muito mais rápidas que cópias fita-disco e
6. A possibilidade de se manter cópia mestra dos programas principais, nos discos, para ser carregada sempre que houver necessidade, sem a grande perda de tempo que seria carregar via fita.

Assim, em sua fase plena, o sub-sistema deverá dispor de duas estações com capacidade para 2 Gbytes de armazenagem em disco.

7.5.2. ARQUIVAMENTO NO SUB-SISTEMA EFGH

O sub-sistema EFGH deverá trabalhar com 1.000 desenhos "on-line", necessitando assim de 600 Mbytes de memória em discos

para armazená-los. Considerando os programas que ficarão armazenados, o servidor deverá ter uma capacidade instalada de 900 Mbytes em disco.

O sub-sistema deverá, pois, contar com duas estações com capacidade para 900 Mbytes de armazenagem em disco.

Por questões estratégicas ou de requisitos operacionais, pode ser necessário que alguma estação periférica tenha necessidade de trabalhar com disco rígido próprio. Nesse caso, o disco para ela será dimensionado de acordo com a necessidade geradora.

7.6. CONFIGURAÇÃO DO SISTEMA

De acordo com o que foi definido, o sistema CAE/CAD ficará configurado conforme mostra a figura 7.1.

Todos os equipamentos do sistema trabalharão interligados em rede, permitindo o acesso instantâneo a qualquer base de dados do mesmo por qualquer estação. A velocidade de transmissão de dados de um sub-sistema deve ser suficientemente alta, para permitir que as consultas e transferências sejam feitas sem atrasar o serviço -usando por exemplo, o padrão IEEE 802.3.

Como citado anteriormente, o sistema foi dividido em dois sub-sistemas: ABCD e EFGH. A distância entre eles será de 1.100 m.

Considera-se que os recursos de programas e de periféricos serão compartilhados entre os sub-sistemas.

O arquivamento será centralizado no sub-sistema ABCD, para facilitar a administração da base de dados e possibilitar maior controle sobre o que está sendo arquivado. As comunicações das estações do sistema CAE/CAD com o computador central IBM serão feita através de ligação com o servidor do sub-sistema ABCD. Além disso, nos sub-sistemas existirão terminais IBM para consulta a bancos de dados corporativos.

A área de conferência dimensional da Oficina Central tem necessidade de um medidor tri-dimensional, de médio porte, para maior agilidade e garantia de qualidade de seu trabalho. O sistema deverá ter um canal de comunicação com este equipamento, para uso no trabalho de levantamento dimensional. A saída do medidor tri-dimensional deverá ser compatível com a entrada da estação de

trabalho a ser usada no Levantamento. O medidor tri-dimensional da Fundição também deverá ser usado como dispositivo de entrada de dados para o sistema.

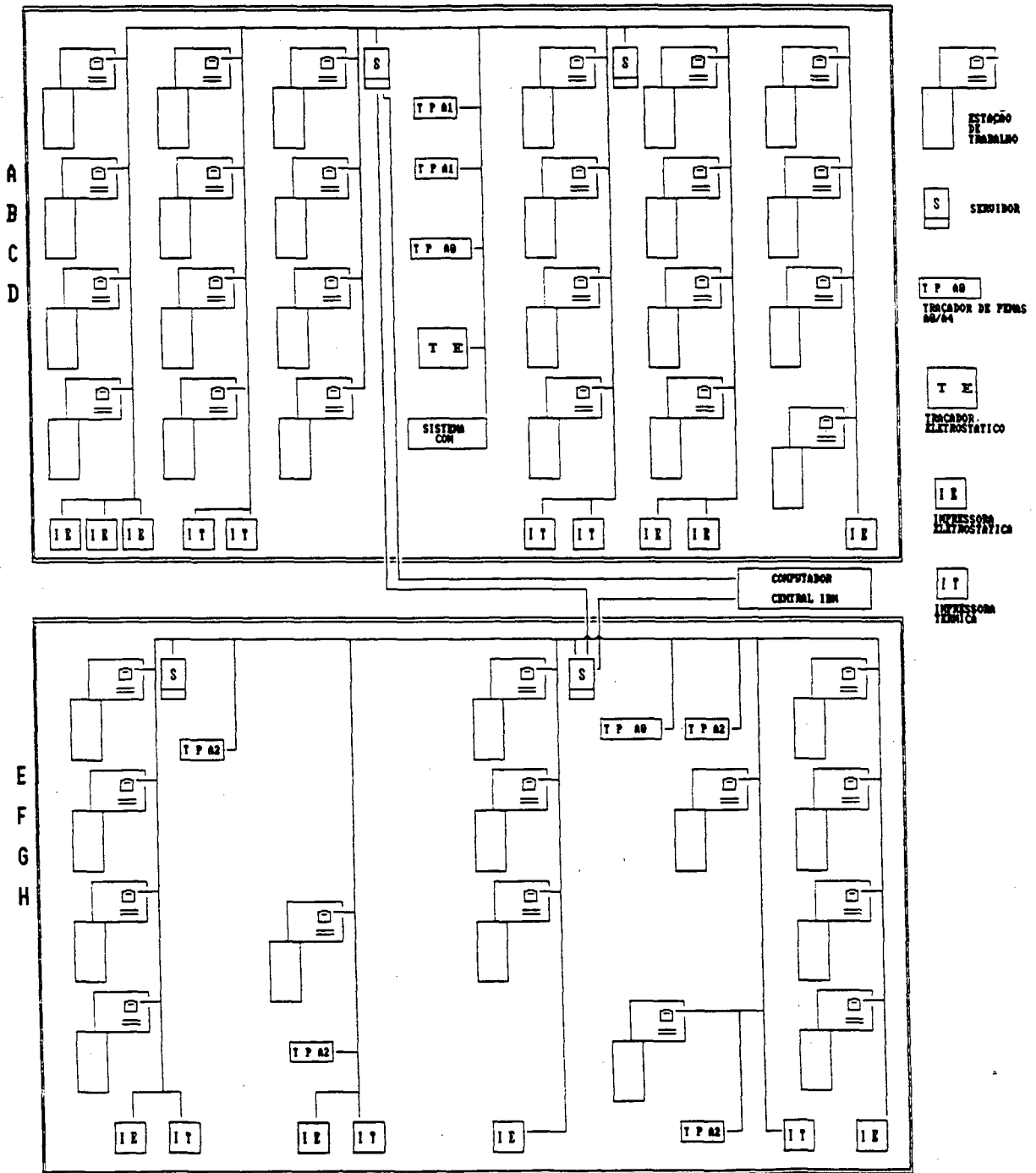


Figura 7.1. Configuração básica do sistema CAE/CAD

CAPÍTULO VIII

PLANO E JUSTIFICATIVA DE IMPLANTAÇÃO DO SISTEMA CAE/CAD

A implantação de um sistema CAE/CAD/CAM é uma oportunidade única de se contribuir decisivamente para o aumento da produtividade e o sucesso de uma organização, por isso, o trabalho deve ser desenvolvido criteriosamente. [149]

Neste capítulo será apresentado um plano para implantação do sistema CAE/CAD na AGESITA, descrevendo as etapas pelas quais ele deve passar, um plano de treinamento de pessoal e uma justificativa econômica para a implementação do mesmo.

8.1. IMPLANTAÇÃO

A implantação (aquisição e instalação) deverá ser feita em etapas, que serão determinadas pelo volume e pelo nível de aplicações na empresa, considerando os requisitos do planejamento estratégico da mesma, até atingir o total proposto no capítulo 7, conforme pode ser visto no cronograma da figura 7.1.

8.1.1. AQUISIÇÃO DE EQUIPAMENTOS E PROGRAMAS

Na primeira etapa, serão adquiridas três estações de trabalho a serem instaladas no sub-sistema ABCD (Escritório Central). Este conjunto será formado por:

- Três estações de trabalho
 - Um servidor com 300 Mbytes de disco e 12 Mbytes de RAM;
 - Duas estações dependentes com 8 Mbytes de Ram, sem disco;
- Um traçador de penas A0/A4;
- Uma impressora eletrostática A4;
- Programas de: (uma licença de cada)

Projeto mecânico:

Desenho 2D e 3D;

Modelamento sólido;
 Parametrizador;
 Projeto industrial;
 Analisador por elementos finitos;
 Banco de dados;
 Sistema operacional.

CRONOGRAMA DE IMPLANTAÇÃO DO SISTEMA CAE/CAD												
ATIVIDADES	ANO 1		ANO 2		ANO 3		ANO 4		ANO 5		ANO 6	
	SEMESTRE 1	SEMESTRE 2	SEMESTRE 1	SEMESTRE 2	SEMESTRE 1	SEMESTRE 2	SEMESTRE 1	SEMESTRE 2	SEMESTRE 1	SEMESTRE 2	SEMESTRE 1	SEMESTRE 2
1. COMPRA DE 3 ESTAÇÕES • PLOTTER • PROG.	=====											
2. TREINAMENTO DE PESSOAL	=====	=====										
3. INSTALAÇÃO NO ESCRITÓRIO CENTRAL	=====											
4. COMPRA DE 2 ESTAÇÕES • PLOTTER • PROG.		=====										
5. COMPRA DE 2 ESTAÇÕES • PROGRAMAS			=====									
6. COMPRA DE 2 ESTAÇÕES • PROGRAMAS				=====								
7. COMPRA DE 2 ESTAÇÕES • PROGRAMAS					=====							
8. CONSTITUIÇÃO DE SALA P. SUB-SISTEMA EPCH					=====							
9. LIGAÇÃO ENTRE SUB-SISTEMAS ANCO E EPCH						=====						
10. COMPRA DE 4 ESTAÇÕES • PLOTTER • PROG.							=====					
11. COMPRA DE 4 ESTAÇÕES • PLOTTER • PROG.								=====				
12. COMPRA DE 4 ESTAÇÕES • PLOTTER • PROG.									=====			
13. COMPRA DE 4 ESTAÇÕES • PLOTTER • PROG.										=====		
14. COMPRA DE 4 ESTAÇÕES • PLOTTER • PROG.											=====	
15. COMPRA DE 4 ESTAÇÕES • PROGRAMAS												=====
16. COMPRA DE 3 ESTAÇÕES • PROGRAMAS												=====

Figura 7.1. Cronograma de implantação do sistema CAE/CAD.

As estações deverão trabalhar, sempre que possível, agrupadas, para otimizar sua utilização, facilitar a administração e possibilitar uma real padronização. No caso das três primeiras a serem implantadas, o agrupamento é fundamental para que se consiga treinar o pessoal dentro de um método de trabalho comum e padronizado, que facilite a integração futura. Durante o processo de implantação, no entanto, terão que ser colocadas estações iniciais isoladas, até que se complete o sub-sistema a que pertencam.

Considerando o porte do sistema, as necessidades apresentadas e a curva normal de aprendizado, considera-se que o sistema deverá crescer a uma taxa média de 4 estações por semestre, a partir do quarto trimestre de instalação.

O direcionamento dos recursos seguintes será feito, em função do desenvolvimento alcançado pelos usuários e pelas aplicações a serem desenvolvidas dentro do planejamento estratégico da empresa. A cada ano, a partir da instalação das primeiras estações, deverá ser feito o planejamento para o ano seguinte, especificando as áreas que receberão equipamentos e o plano de instalação e treinamento a ser seguido. Deve ser dada uma atenção especial para a manutenção de um nível adequado de recursos humanos treinados e em treinamento, para evitar descontinuidade no funcionamento do sistema, considerando o tempo que se leva para formar um usuário eficiente.

8.12. INSTALAÇÕES

Em termos de instalações, deve-se considerar que a maior parte dos dois sub-sistemas será instalada em locais adequados ao seu funcionamento (em termos de temperatura e limpeza) e os custos de instalação serão concentrados em compra e passagem de cabos, instalações de tomadas e compra de mesas e cadeiras. Uma parte do sub-sistema EFGH -referente a Engenharia de Manutenção e Metalurgia- necessitará de construção de salas no local citado em 6.2.1.. Esta construção, orçada em US\$ 45,000, deverá ser construída no terceiro ano de funcionamento do sistema. Até lá, o pessoal daquelas áreas trabalhariam em estações não centralizadas.

A interligação do sub-sistema EFGH exigirá a passagem de aproximadamente 1.500 metros de cabo de comunicação. Isto deverá ser realizado no nono trimestre de funcionamento.

A cada ano, deverá ser analisado e estruturado o plano de instalação para o ano seguinte, definindo os recursos necessários e viabilizando verbas para tal fim.

8.13. PREPARAÇÃO PARA FUNCIONAMENTO

A partir do momento que seja fechado o contrato de fornecimento do sistema, o responsável pelo mesmo, na ACESITA, deverá começar o trabalho de preparação para funcionamento. [110, 133]

Deverá procurar estabelecer, em conjunto com o fornecedor, com a equipe de processamento de dados da empresa e com o comitê de CAE/ CAD, a forma de armazenagem de dados a ser seguida e os procedimentos a serem adotados. Em paralelo, deverá definir, com o pessoal técnico de Estudos e Projetos, quais as informações que deverão ser armazenadas e como deverão ser recuperadas. Enquanto isso, deverá atuar junto ao fornecedor para tornar conhecida a estruturação do banco de dados e dos programas a serem fornecidos.

A seguir, o comitê deverá procurar estabelecer, em conjunto com o grupo de Estudos e Projetos que irá trabalhar no sistema, que informações serão usadas para compor as bibliotecas de símbolos e que normas serão usadas, e como isso será feito.

Em contato com o órgão de Organização e Métodos, o comitê deverá orientar a elaboração de um manual de organização para o funcionamento do sistema.

Todas as rotinas possíveis deverão ser definidas antes da instalação na empresa.

8.14. ARMAZENAGEM DE DESENHOS

Os desenhos gerados no sistema serão armazenados em forma de microfilmes e na memória magnética (discos e fitas). Os modelos tri-dimensionais e os resultados de análise serão armazenados na memória magnética.

Devido ao seu baixo custo de armazenagem e de geração de cópias, o arquivamento em microfilmes deverá ser mantido para todos os desenhos de fabricação ou de referência que forem gerados no sistema. Para manter este sistema funcionando, porém, deve ser feita uma avaliação sobre qual é a melhor maneira de fazê-lo: se manualmente -como é feito- ou num sistema COM.

8.2. TREINAMENTO DE PESSOAL

Considerando que a empresa está começando no uso de sistemas CAE/CAD, o treinamento deverá partir dos cursos mais elementares até os mais aprofundados. Deve ser considerado, ainda, que vários elementos técnicos, usuários do sistema, não têm conhecimento operacional de equipamentos de computação e que isto, também, deverá ser fornecido.

Será selecionado um grupo dentro da área de Estudos e Projetos para participar do treinamento. Embora o pessoal não disponha de conhecimentos específicos no assunto, conhecem bem o trabalho na empresa e só exigirá treinamento no sistema computacional e nos princípios teóricos correlatos, o que facilita o trabalho [104]. Os treinamentos básicos, considerados como pré-requisitos para o trabalho no sistema, serão ministrados antecipadamente, com recursos internos da empresa ou de entidades externas. Estão incluídos nesta categoria, treinamento para conhecimento de processos computacionais, conhecimento de métodos de análise por elementos finitos, conceitos de garantia de qualidade, etc..., que serão administrados antes da instalação do sistema.

Sawzin [80], considera que seja necessário um treino de pelo menos 160 horas, para que um elemento se torne capaz de aplicar um programa de computação gráfica em desenho e que, continuando a usar o sistema por mais 28 semanas, pode alcançar um ganho de produtividade de 3:1 sobre os métodos convencionais.

Além do treinamento inicial obrigatório, devem ser previstos treinamentos posteriores para aprofundamento e otimização dos recursos dos programas em uso. Cursos específicos, aplicados em pessoal já experiente, tem apresentado excelentes resultados no desempenho [80].

O treinamento deverá cobrir desde informações operacionais detalhadas até informações gerenciais.

Quatro tipos de grupos participarão dos treinamentos:

- A. Grupo de usuários de estação de trabalho e de desenvolvimento:
Projetistas, engenheiros, desenhistas.
- B. Administradores do sistema:
Responsável pelo dia-a-dia de funcionamento do sistema.

C. Administradores de outras áreas ligadas ao processo;

D. Pessoal técnico de apoio.

Responsável pelo suporte ao funcionamento computacional do sistema.

Os grupos A e B tem suas descrições detalhadas no item 6.2.2. Os grupos C e D, embora não façam parte diretamente da estrutura do sistema CAE/CAD, tem um relacionamento tal com este, que necessitam conhecê-lo. O pessoal técnico de apoio será formado por alguns elementos do pessoal de suporte computacional geral da empresa, a serem designados e treinados para isto.

O plano de treinamento, de acordo com proposta discutida com fornecedores de equipamentos, está estruturado da forma mostrada a seguir. A semana 1, refere-se à primeira semana após confirmação de fornecimento. A instalação será prevista para a semana 12.

8.2.1. PLANO DE TREINAMENTO

O plano de treinamento, aqui contido, cobre apenas a parte inicial de implantação do sistema, procurando atender às necessidades básicas de funcionamento. Após a entrada do sistema em ritmo de funcionamento pleno, deverá ser feito um outro plano, para garantir o aprofundamento de conhecimentos e os aprimoramentos necessários. Na duração dos treinamentos previstos, considera-se períodos de 8 hs. diárias, 5 dias por semana.

O plano de treinamento é o seguinte:

Semanas 2 e 3 OPERAÇÃO E FUNCIONAMENTO COMPUTACIONAL

Descrição:

Treinamento no conhecimento e uso do sistema operacional que será usado nas estações de trabalho e dos fundamentos computacionais.

Instrutor:

Interno.

Participantes:

Usuários de estação de trabalho e pessoal de suporte técnico. (A, B e E) 9 pessoas.

Local:

ACESITA.

Semanas 4 a 12 MÉTODOS DE ANÁLISE DE ENGENHARIA

Descrição:

Estudo teórico sobre dinâmica de mecanismos e métodos de análise por elementos finitos.

Instrutor:

Interno ou proveniente de Universidade.

Participantes:

Usuários de sistemas de análise 7 pessoas.

Local:

ACESITA.

Semanas 7 e 8 ESTUDO DO HARDWARE

Descrição:

Treinamento no conhecimento dos equipamentos que serão instalados e no seu funcionamento.

Instrutor:

Fornecedor.

Participantes:

Pessoal de suporte técnico (E)..... 2 pessoas.

Local:

No fornecedor.

Semana 10 ADMINISTRAÇÃO DE SISTEMA CAE/CAD

Descrição:

Informações sobre as necessidades administrativas do sistema e sobre os métodos a serem usados.

Instrutor:

Fornecedor.

Participantes:

Usuários de estações de trabalho e administradores de sistemas. (A e B) 8 pessoas.

Local:

No fornecedor.

Semana 13

FUNCIONAMENTO GLOBAL DO SISTEMA NA EMPRESA

Descrição:

Informações sobre o funcionamento do sistema como um todo, o método de trabalho a ser seguido e sua interrelação com o processo de Estudos e Projetos na Empresa. Esclarecimentos sobre as atribuições de cada parte envolvida.

Instrutor:

Interno.

Participantes:

Todos os grupos. (A, B, C e D) 20 pessoas

Local:

ACESITA.

Semanas 14 e 15

DESENHO EM DUAS DIMENSÕES

Descrição:

Treinamento no conhecimento e uso do programa básico de desenho em 2D, conhecimento do funcionamento do equipamento e dos periféricos, estudo dos comandos básicos e montagem e consulta de arquivos.

Instrutor:

Fornecedor.

Participantes:

Usuários de estação de trabalho e supervisor de sistema. (A e B) 7 pessoas.

Local:

ACESITA. Usando as estações de trabalho.

Semanas 18, 19 e 20

DESENHO EM TRÊS DIMENSÕES

Descrição:

Treinamento no conhecimento e uso do programa básico de desenho em 3D e modelamento sólido.

Instrutor:

Fornecedor.

Participantes:

Usuários de estação de trabalho e supervisor de sistema. (A e B) 7 pessoas.

Local:

ACESITA. Usando as estações de trabalho.

Semanas 27, 28 e 29

PROJETO INDUSTRIAL

Descrição:

Treinamento no conhecimento e uso do programa de projeto industrial, nos módulos de estruturas, tubulação, construção, elétrica e banco de dados. Construção de bibliotecas de componentes e trabalho com isométricos e desenhos para construção.

Instrutor:

Fornecedor.

Participantes:

Usuários de estação de trabalho e supervisor de sistema. (A e B)11 pessoas.

Local:

ACESITA. Usando as estações de trabalho.

Semanas 33, 34, 35 e 36

ANÁLISE DE ENGENHARIA

Descrição:

Treinamento no conhecimento e uso do programa de análise de engenharia, usando modelos sólidos e método de elementos finitos. Módulos para tensões, térmica, fluidos e magnetismo, estática e dinâmica.

Instrutor:

Fornecedor.

Participantes:

Usuários de estação de trabalho para análise de componentes e estruturas 7 pessoas.

Local:

ACESITA. Usando as estações de trabalho.

Semanas 40, 41, 42 e 43 APROFUNDAMENTO EM PROJETOS COM 2D e 3D

Descrição:

Execução de projeto usando recursos mais avançados de 2D e 3D, assistido pelo fornecedor.

Instrutor:

Fornecedor.

Participantes:

Usuários de estação de trabalho e supervisor de sistema. (A e B) 12 pessoas.

Local:

ACESITA. Usando as estações de trabalho.

Semanas 47, 48, 49 e 50 PROJETO INDUSTRIAL AVANÇADO

Descrição:

Desenvolvimento de projeto integrado, assistido pelo fornecedor, usando recursos avançados do programa de PROJETO INDUSTRIAL e do BANCO DE DADOS, para os módulos de estruturas, equipamentos, civil, tubulação e elétrica.

Instrutor:

Fornecedor.

Participantes:

Usuários de estação de trabalho e supervisor de sistema. (A e B) 9 pessoas.

Local:

ACESITA. Usando as estações de trabalho.

8.3. ESTUDO DE VIABILIDADE ECONÔMICA

Este estudo de viabilidade visa determinar a atratividade de investimento na implantação do sistema CAE/CAD na ACESITA. Numa primeira etapa considera apenas o efeito da introdução do sistema dentro do ambiente de Estudos e Projetos; após é feita uma projeção de alguns efeitos do sistema no ambiente operacional da empresa. e a seguir é analisada a viabilidade de se adquirir um sistema COM para a empresa

8.3.1. CUSTOS E BENEFÍCIOS RELACIONADOS AO SISTEMA

Os custos relacionados com a implantação do sistema são:

- C 1. Mão-de-obra consumida no sistema;
- C 2. Depreciação do equipamento adquirido;
- C 3. Juros (valor equivalente a juros que seriam pagos se o dinheiro investido no equipamento fosse aplicado no mercado);
- C 4. Custo das cópias de desenho tiradas nos equipamentos de CAE/CAD;
- C 5. Instalação (preparação de local, alimentação elétrica, iluminação, móveis, construção);
- C 6. Manutenção do sistema CAE/CAD em funcionamento (contrato a ser feito com fornecedor do sistema);
- C 7. Treinamento (tempo gasto pelos treinandos e custos de instrutor e material);
- C 8. Custo de aquisição de equipamentos e programas;

Os benefícios a serem auferidos do sistema podem ser listados como sendo:

- B1. Ganho de mão-de-obra (volume de mão-de-obra que poderá liberada para outra atividade ou que deixará de ser contratada a mais);
- B2. Formatos de desenhos excedentes (formatos equivalentes que deixam de ser comprados de firmas externas);
- B3. Economia de material gasto para desenhar (quantidade de

cópias em papel vegetal que deixará de ser feita com a introdução do CAD).

Além dos ganhos citados, podem ser relacionados os seguintes:

- B4. Ganho de produtividade em equipamento com antecipação de projetos;
- B5. Ganho em produtividade com otimização de processos.
- B6. Redução de consumo de componentes e insumos.

8.3.1.1. CUSTOS LIGADOS A MICROFILMAGEM

Os custos envolvidos no sistema COM, são:

- Custo de aquisição do equipamento US\$ 70,000.00
- Custo por microfilme (cartão) montado US\$ 0.29 [263]

Os custos no sistema manual de microfilmagem são:

- Custo de cartão janela (por microfilme)..... US\$ 0.49
Inclue: duplicação do rolo, montagem e duplicação do diazo. (Fonte APDM)

8.3.1.2. CUSTOS DE CÓPIAS DE DESENHOS NO SISTEMA MANUAL

Atualmente, o arquivamento e a distribuição de documentos técnicos em uso, principalmente desenhos, está a cargo do ARQUIVO TÉCNICO, que guarda originais em papel vegetal e microfilmes e distribue cópias dos mesmos conforme solicitação dos usuários.

A quantidade de cópias produzidas no sistema atual é a seguinte:

- Quantidade de cópias heliográficas (A1/mes) 13.045
- Quantidade de cópias micrográficas (A1/mes) 984

Os custos envolvidos na produção de cópias são os seguintes:

- Custo total por cópia heliográfica A1 (US\$)..... 3.40
- Custo total por cópia micrográfica A2 (US\$)..... 1.50

(Fonte: EEM - Copiadora Brasileira BH)

- Custo de folha de papel vegetal A1 (US\$) 2.00

8.3.13. CUSTOS DE CÓPIAS DE DESENHOS NO SISTEMA CAE/CAD

A cópia de desenho produzido no sistema CAD custa US\$ 1.00. [283]. Sem considerar m.d.o. e outras despesas indiretas.

8.3.14. CUSTOS DOS EQUIPAMENTOS DO SISTEMA CAE/CAD

Como já foi citado, o sistema começará com três estações e deverá crescer a uma taxa de 2 estações por trimestre.

O custo total de 38 estações de trabalho com seus periféricos e programas é de US\$ 3,152,607.00.

Embora o custo de equipamentos e programas esteja caindo a cada ano, será considerado que o preço de cada unidade de estação/programa corresponderá a 1/38 do preço total.

8.3.15. CUSTOS DE MÃO-DE-OBRA

- Cada estação trabalhará 220 horas por mes.
- O custo de Homem/hora de projeto é de US\$ 20.00. [110, 287] Mesmo o custo de mão-de-obra interno sendo mais barato, foi considerado este valor como referência para todos os cálculos, tanto internos quanto externos.

8.3.2. GANHO DE PRODUTIVIDADE

O ganho de produtividade estimado para o sistema foi baseado em artigos consultados, principalmente [149, 110, 120, 64]. Como esse ganho não é instantâneo, foi usada como referência a tabela de crescimento de produtividade com o tempo [64], mostrada na tabela 8.1. A curva de crescimento coincide com a de outras referências [149, 178, 120].

TABELA 8.1
CRESCIMENTO DA PRODUTIVIDADE COM O TEMPO

TRIMESTRE	TAXA DE PRODUTIVIDADE
1	0,5 :1
2	1,0 :1
3	1,3 :1
4	1,6 :1
5	2,1 :1
6	2,5 :1
7	2,8 :1
8	3,0 :1

8.3.3. ESTUDO DE VIABILIDADE DO SISTEMA CAE/CAD

No estudo, foram considerados apenas os ganhos a serem auferidos dentro das atividades especificamente de Estudos e Projetos, embora se saiba que existe uma influência sensível nas atividades de Fabricação, Administração e Planejamento.

Para os cálculos, foram usados os valores citados nos itens 8.3.1.1. a 8.3.1.4.

Os dados do estudo estão no quadro 8.1, sendo que o cálculo detalhado de cada item está listado em seguida.

Os custos e benefícios foram calculados da seguinte forma:

Trimestre 1

CUSTOS

- Mão-de-obra

US\$ 20.00/h x 3meses x 6pes x 176h/mes= US\$ 63,360.00

Custo de mão-de-obra US\$ 20.00 (com encargos).

- Depreciação

$$\text{US\$ } 248,890.00 \div 7 \text{ anos} \div 4 \text{ trimestres} = \text{US\$ } 8,888.00$$
 Considerado 7 anos de período de depreciação (linha reta) sobre valor do equipamento. [110]

- Juros

$$\text{US\$ } 248,890.00 \times 7\% \div 4 \text{ trimestres} = \text{US\$ } 4,355.00$$
 Considerada taxa de 7% ao ano sobre valor do equipamento.

- Custo de cópias

$$\text{US\$ } 1.00 \times 1.413 \text{ eqA1/mes} \times 3/38 \times 3 \text{ meses} = \text{US\$ } 334.00$$
 O sistema completo deverá gerar 1.413.
 Cópias de desenhos US\$ 1.00/cópia [263].

- Instalação US\$ 8,000.00
 Compra e passagem de cabos, ligação de tomadas e compra de mesas e cadeiras.

- Manutenção US\$ 7,468.00
 Corresponde a 3% do custo do equipamento instalado.

- Treinamento
 Ver programa de treinamento no item 8.2.

- Equipamento

$$\text{US\$ } 82,963.00 \times 3 \text{ estações} = \text{US\$ } 248,890.00$$

BENEFÍCIOS

- Redução de cópias

$$\text{US\$ } 2.00 \times \frac{3}{38} \times 1413 \text{ eqA1/mes} \times 3 \text{ meses} = \text{US\$ } 668.00$$
 Custo de uma folha A1 de papel vegetal de US\$ 2.00.

Os valores relativos ao trimestre 4 estão após o quadro 8.1.

QUADRO 8.1

DEMONSTRATIVO DE CUSTO/BENEFÍCIO DO SISTEMA CAE/CAD ANO 1

FATORES	TRIMESTRE 1	TRIMESTRE 2	TRIMESTRE 3	TRIMESTRE 4
CUSTOS	3e	3e	3e	5e
Mão-de-obra	63,360	63,360	63,360	105,800
Depreciação	8,888	8,888	8,888	14,814
Juros	4,355	4,355	4,355	7,259
Cópias	334	364	364	558
Instalação	8,000	---	---	500
Manutenção	7,496	7,496	7,496	12,444
Treinamento	3,919	5,786	4,511	3,533
Equipamento	249,890	---	---	165,926
SOMA CUSTOS	346,242	90,249	88,929	310,634
BENEFÍCIOS				
Ganho de M.D.O	--	---	23,760	79,200
Ganho formatos	--	---	34,134	113,784
Economia cópia	668	668	668	1,115
SOMA BENEFÍCIOS	668	668	58,562	194,099
SALDO	- 345,574	- 89,581	- 30,367	- 116,535
SALDO ACUMULADO	- 345,574	- 435,155	- 465,522	- 582,057

Trimestre 4

CUSTOS

- Mão-de-obra
 $US\$ 20/h \times 3\text{meses} \times 10\text{pessoas} \times 176h/\text{mes} = US\$ 105,600.00$
- Depreciação
 $US\$ 248,890.00 \times 7\text{anos} \div 4\text{trimestres} = US\$ 8.888.00$
 Soma com a depreciação de mais duas estações, nas mesmas condições:
 $US\$ 165,926.00 \div 7\text{anos} \div 4\text{trimestres} = US\$ 5,926.00$
 Soma = US\$ 14.814

- Juros

US\$ 248,890.00 x 7% ÷ 4 trimestres = US\$ 4,355.00

Soma com a taxa de juros de mais duas estações:

US\$ 165,926.00 x 7% ÷ 4 trimestres = US\$ 2,904.00

Soma = US\$ 7,259.00

- Custo de cópias

US\$ 1.00 x 1.413eqA1/mes x 5/38 x 3meses = US\$ 558.00

- Instalação

US\$ 500.00

- Manutenção

US\$ 12,444.00

- Equipamento

US\$ 82,963.00 x 2 estações = US\$ 165,926.00

BENEFÍCIOS

- Ganho de mão-de-obra

US\$ 20 x 220 H/h x 5x2 x 0,6x3 = US\$ 79,200.00

Ganho estimado de 1,6:1 em relação ao sistema manual [64].

- Ganho formatos

1413eqA1 x 0,60 x US\$ 340 x 5/38 x 3 = US\$ 113,784.00

Um eqA1 externo custa para a ACESITA US\$ 340.00 (segundo contrato 3465A).

Ganho de produtividade de 1,6:1. [64]

- Redução de cópias

US\$ 2 x $\frac{5}{38}$ x 1.413 x 3 meses = US\$ 1,115.00

Custo de uma folha A1 de papel vegetal de US\$ 2.00.

O quadro 8.2 mostra os valores de custo e benefício no segundo ano de implantação do sistema.

QUADRO 8.2

DEMONSTRATIVO DE CUSTO/BENEFÍCIO DO SISTEMA CAE/CAD ANO 2

FATORES	TRIMESTRE 5	TRIMESTRE 6	TRIMESTRE 7	TRIMESTRE 8
CUSTOS	7e	7e	9e	11e
Mão-de-obra	147,840	147,840	190,080	116,160
Depreciação	20,740	20,740	26,666	32,592
Juros	10,163	10,163	13,167	15,971
Cópias	780	780	1,004	1,227
Instalação	5,000	500	500	500
Manutenção	17,422	17,422	22,400	27,377
Treinamento			2,500	
Equipamento	165,926	---	165,926	165,926
SOMA CUSTOS	367,871	197,445	422,243	475,913
BENEFÍCIOS				
Ganho de M.D.O	203,280	277,200	427,680	580,800
Ganho formatos	292,044	398,243	614,430	834,413
Economia cópia	1,562	1,562	2,008	2,454
SOMA BENEFÍCIOS	496,886	677,005	1,044,118	1,417,667
SALDO	129,015	479,560	621,875	941,754
SALDO ACUMULADO	- 453,042	26,518	648,393	1,590,147

Como pode ser observado no quadro 8.2, a partir do sexto trimestre de instalação, o investimento já está amortizado e dando lucros líquidos para a empresa.

Outro exemplo de ganho pode ser observada na área específica de estudos e projetos de Fundição. O rendimento metálico médio no processo de fundição da ACESITA, subiu de 55% em 1980 para 68% em 1990. Com o uso de recursos de CAE/CAD, estima-se que se possa passar, no mínimo, para um rendimento metálico médio de 73%. Considerando o custo médio de US\$ 2,00/kg de aço fundido, numa produção média mensal de 170 ton., um ganho de 5% corresponderia a um lucro de US\$ 17.000 mensais. Este, no entanto, é um valor

mínimo estimado, que poderá ser aumentado com o tempo.

Os ganhos referentes à influência do sistema CAE/CAD nos blocos de Fabricação, Administração e Planejamento, variam de acordo com o porte e a lucratividade dos projetos e dos estudos a serem desenvolvidos. Como exemplo, pode-se citar dois projetos recentes: Reforma do Forno Elétrico a Arco 3 (FEA3) e Implantação do Esmerilhamento de Bobinas 2 (EB2).

No caso da reforma do FEA 3, o projeto tem uma duração prevista de 24 meses, com término em dezembro de 1990. Com a taxa de retorno encontrada no estudo de viabilidade, após o projeto implantado, a empresa passaria a ter um ganho de US\$ 9.380.000 anuais [15]. Na implantação da EB2, um projeto de 36 meses de duração, o ganho previsto é de US\$ 3.000.000 anuais.

Pode-se observar, em função dos valores citados, que um sistema que possibilite antecipação dos prazos -como é o caso do sistema CAE/CAD-, seja de 1, 2 ou mais meses, na colocação dos projetos em marcha, é altamente interessante para a empresa.

A seguir serão apresentadas duas análises simuladas de casos relativos a antecipação de entrada em operação de equipamentos. São projeções aproximadas (em função de relatos de experiências correlatas) usando os valores reais dos projetos citados.

Caso 1 Analisando o desenvolvimento do projeto de reforma do FEA 3, pode-se considerar que se a AGESITA tivesse trabalhado com um sistema CAE/CAD adequado (com no mínimo 3 estações) desde o início do projeto, poderia ter sido obtido uma antecipação de prazo de implantação de no mínimo 2 meses. Isso significaria um ganho para a empresa de US\$ 1.563.000.

Caso 2 Fazendo as mesmas considerações no projeto da EB2, pode-se estimar que seria obtida uma antecipação operacional de 2 meses, o que provocaria um ganho acumulado de US\$ 500.000 em função da mesma.

Tomando os valores gastos com estudos e projetos em ambos projetos, EB2 e FEA3, respectivamente, US\$ 222.282 e US\$ 303.219, e considerando um ganho médio de 3:1 na produtividade, tem-se que a AGESITA teria um ganho somado de US\$ 350.334.

8.3.4. ESTUDO DE VIABILIDADE DO SISTEMA COM

Considerando os valores mostrados nos itens 8.3.1, foi feito um estudo para verificar a viabilidade ou não de se adquirir um sistema COM para atender aos trabalhos de Estudos e Projetos da ACESITA. Os quadros 8.3 e 8.4 mostram o resumo dos cálculos feitos.

Foi feito um trabalho comparando-se os gastos de um sistema manual de microfilmagem já instalado, com os gastos para adquirir e operacionalizar um sistema COM, citados no item 8.3.1.1..

QUADRO 8.3

DEMONSTRATIVO DE CUSTOS DE MICROFILMAGEM COM X MANUAL ANO 1

FATORES	TRIMESTRE 1	TRIMESTRE 2	TRIMESTRE 3	TRIMESTRE 4
CUSTOS MANUAL	3e	3e	3e	5e
Mão-de-obra	21.600	21.600	21.600	21.600
Depreciação	400	400	400	400
Juros	392	392	392	392
Cópias	997	997	1.296	2.659
Manutenção	3.600	3.600	3.600	3.800
SOMA MANUAL	26.989	26.989	27.288	28.651
CUSTOS COM	3e	3e	3e	5e
Mão-de-obra	10.800	10.800	10.800	10.800
Depreciação	2.500	2.500	2.500	2.500
Juros	1.225	1.225	1.225	1.225
Cópias	194	194	252	517
Instalação	500	---	-----	
Manutenção	2.100	2.100	2.100	2.100
Equipamento	70.000	---	-----	
SOMA COM	87.319	16.819	16.877	17.142
SALDO	- 60.330	10.170	10.411	11.509
SALDO ACUMULADO	- 60.330	- 50.170	- 39.749	- 28.240

O custo do sistema está diretamente relacionado com o número de cópias de microfilme que será feito. Desse modo, o cálculo relativo a quantidade de cópias leva em consideração a tabela 3.1 de aumento de produtividade, já que tem efeito direto no aumento de cópias de desenhos.

No sistema manual, como existe a necessidade de se fazer uma cópia em papel para ser fotografada, foi incluído o custo da cópia feita no sistema CAD (para tal fim) no seu custo.

Trimestre 1

SISTEMA MANUAL

CUSTOS

- Mão-de-obra
US\$ 5/h x 3meses x 6pessoas x 240h/mes = US\$ 21.600

- Depreciação US\$ 400

- Juros US\$ 22.400 x 7% ÷ 4 trimestres = US\$ 392
Valor estimado de compra dos equipamentos instalados.

- Custo de cópias
US\$(0,49 + 1) x 1.413eqA1/mes x 2 x 3/38 x 3meses = US\$ 997
Considerar dois microfilmes por desenho.
Para copiar no sistema manual, deve ser tirada uma cópia em papel no CAD, para ser fotografada (US\$ 1).

- Manutenção US\$ 3.600
Conforme contrato 19.335 de setembro/1989.

SISTEMA COM

CUSTOS

- Mão-de-obra
US\$ 5/h x 3meses x 3pessoas x 176h/mes = US\$ 10.800

- Depreciação
 $US\$ 70.000 \div 7 \text{ anos} \div 4 \text{ trimestres} = US\$ 2.500$
- Juros
 $US\$ 70.000 \times 7\% \div 4 \text{ trimestres} = US\$ 1.225$
- Custo de cópias
 $US\$ 0,29 \times 1.413 \text{eqA1/mes} \times 2 \times 3/38 \times 3 \text{meses} = US\$ 194$
- Instalação US\$ 500
- Manutenção US\$ 2.100
- Equipamento US\$ 70.000

QUADRO 8.4

DEMONSTRATIVO DE CUSTOS DE MICROFILMAGEM COM X MANUAL ANO 2

FATORES	TRIMESTRE 5	TRIMESTRE 6	TRIMESTRE 7	TRIMESTRE 8
CUSTOS MANUAL	7e	7e	9e	11e
SOMA MANUAL	30.878	31.809	34.369	36.962
CUSTOS COM	7e	7e	9e	11e
SOMA COM	17.576	17.757	18.255	18.760
SALDO	13.302	14.052	16.114	18.202
SALDO ACUMULADO	- 14.938	- 886	15.228	33.430

Como pode ser visto no quadro 8.4, no sétimo trimestre de sua compra, o investimento do sistema COM estará amortizado e começará a apresentar resultado acumulado lucrativo (US\$ 15.228) que tenderá a aumentar à medida que aumentar o número instalado de estações de trabalho.

Justifica-se, pois, a compra de um sistema COM, mas recomenda-se que isto seja feito após o oitavo trimestre de implantação do sistema CAE/CAD, para que se tenha um retorno mais rápido do investimento e se aproveite melhor sua capacidade.

CAPÍTULO IX

CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES

Todos aqueles que promovem algum avanço científico são, freqüentemente movidos por motivos nobres e por um desejo genuíno de melhorar a qualidade de vida daqueles que serão afetados por suas inovações. [232]

De forma similar, os motivos das inovações no campo do projeto auxiliado por computador são igualmente louváveis. Alguns afirmam que os computadores serão usados para democratizar o processo de tomada de decisão no projeto, enquanto outros afirmam que não devem ser encarados como meios de eliminar desenhistas e sim como ferramentas para aumentar sua responsabilidade e habilidade para desenvolver suas tarefas criativas. [232] Esse quadro, no entanto, deve ser adequado aos ambientes empresariais, onde os imperativos de produção podem fazer com que a situação apresente efeitos bem diferentes em termos políticos, sociais e econômicos.

Organizações sem experiência no uso de recursos de CAE/CAD ou elementos puramente teóricos afastados dos ambientes produtivos, podem assumir atitudes muito ufanistas com relação aos resultados globais resultantes de sua implantação. No entanto, experiências industriais tem mostrado que a introdução de equipamentos de alto investimento (computadores) em áreas de trabalho intelectual (no caso, projeto), introduzem, também, problemas similares àqueles encontrados quando se pretende implantar mudanças tecnológicas em atividades manuais. Se não forem tomados os devidos cuidados, o sistema computadorizado pode criar, nas pessoas, subordinação e dependência das máquinas, levando a perda de criatividade e desmotivação. [232]

Com a introdução do sistema na ACESITA, tomando os devidos cuidados organizacionais, mantendo as pessoas dentro de seus ambientes naturais, otimizando procedimentos, mantendo um ciclo adequado de treinamento e valorizando o pessoal envolvido, espera-se evitar maiores problemas de adaptação bem como obter as

mesmas vantagens que, como cita Horn [149], tem levado muitas firmas de projeto e fabricação a adotarem sistemas CAE/CAD, ou seja:

- Aumento de produtividade;
- Menores custos de desenho;
- Maior rapidez no desenvolvimento dos projetos;
- Mais tempo para trabalhar o projeto;
- Melhora de qualidade e de consistência;
- Capacidade para manter uma vantagem competitiva;
- Incentivo para atrair pessoal de alta qualificação;
- Maior eficiência nas mudanças de diretrizes;
- Descentralização de assessoria;
- Melhora na comunicação interdepartamental;
- Melhoria nas análises de projetos;
- Maiores oportunidades para uso da criatividade;
- Estimativas de custos mais apuradas;
- Melhor percepção do que ocorre no sistema;
- Menores custos de preparação operacional;
- Menor desperdício e melhor verificação para fabricar;
- Excelente ferramenta de "marketing".

O impacto da introdução de tal sistema na empresa, não deverá ficar restrito ao ambiente de estudos e projetos, devendo atingir todas as áreas ligadas aos processos produtivos, conforme pode ser deduzido do modelo mostrado na figura 3.1 e apresentado no item 2.2..

Alguns exemplos de ganho direto com o uso do sistema CAE/CAD foram citados no item 8.3.3, mas pode ser citado um ganho indireto de grande importância: a padronização de peças e componentes. O uso de recursos computacionais criaria condições para que fosse implementada na empresa uma estratégia de padronização que poderia reduzir sensivelmente o estoque de peças sobressalentes, em termos de diversidade e quantidade, pela facilidade que criaria para o manuseio e comparação/atualização dos dados gráficos. Outro ponto que sofreria grande influência seria o setor de manutenção de equipamentos, com a redução de quebras mecânicas, devido a maior facilidade de análise de comportamento das peças sob carga.

Grande influência deverá ser exercida no comportamento do pessoal de estudos e projetos, com a necessidade que irá surgir do domínio de novas técnicas e o processo constante de treinamento a que terão que se submeter. Haverá necessidade de se criar base teórica em diversas áreas, o que poderá exigir a contratação de elementos externos, caso os da empresa não se disponham a se aprofundar nos assuntos correlatos. De qualquer modo, o efeito no ambiente deverá ser benéfico. Também o pessoal de manutenção e operação terá que se ajustar a um ambiente de estudos e projetos com capacidade para fornecer respostas mais rápidas e completas aos seus problemas, o que fará com que eles tenham que tomar, também, decisões mais rápidas e consistentes.

Concluiu-se, com este estudo, que a implantação de um sistema CAE/CAD na ACESITA é plenamente viável, tendo o seu custo de investimento reembolsado em 18 meses e possibilitando um ganho considerável de produtividade e de qualidade nas atividades de estudos e projetos. Além dos ganhos quantitativos apresentados no item 8.3.3, a implantação do sistema se justifica pelos ganhos qualitativos que o mesmo introduziria no ambiente produtivo da empresa, com as vantagens apresentadas nos itens 2.2 e 5.3.

A empresa tem um volume de trabalho e um nível de exigência tecnológica que tornam necessários recursos de CAE/CAD de alto nível. Além disso, dispõe de pessoal técnico altamente qualificado que, após o treinamento adequado, poderá utilizar tais recursos, passando a render muito mais que atualmente. Outro fator de peso é a base de conhecimentos técnicos já existente no ambiente de estudos e projetos da empresa que, em conjunto com os recursos de CAE/CAD, levariam a um lucro significativo tanto em serviços internos quanto em serviços externos.

A execução deste trabalho foi bastante difícil, principalmente quanto a parte de estudo do funcionamento e análise do Ambiente de Estudos e Projetos. O grande volume de informações e o número de pessoas envolvidas formam um sistema complexo e difícil de explicitar. Foi adotado o método de representar os fluxos e os processos em diagramas de fluxos de dados (DFD's), por ser considerado que os mesmos facilitariam o entendimento geral e tornariam possível medidas organizacionais posteriores mais

eficazes. Esses diagramas foram de grande utilidade para o entendimento do que ocorre no ambiente e de como estão estruturadas as suas interfaces com os outros, levando à uma visão suficientemente clara para especificar-se o sistema CAE/CAD e possibilitando um entendimento amplo de como funciona este processo na empresa.

Pelo observado, o ambiente necessita de um amplo trabalho de Organização e Métodos, para que possa render o equivalente ao seu potencial. Para que o sistema CAE/CAD seja implantado com sucesso, é de grande importância que seja feito este estudo, tanto no ambiente de estudos e projetos quanto nas suas interfaces com as outras áreas.

Outro fator constatado e que deve ser considerado refere-se a motivação do pessoal. Quanto a isto, dois aspectos devem ser encarados: o trabalho com o CAD é um fator de motivação nos ambientes onde é instalado, mas são necessárias medidas de caráter motivacional, tais como maior valorização profissional, maior autoridade técnica nos processos da empresa, organização dos métodos de trabalho e definição clara de responsabilidades e autoridades, entre outras, para melhorar o desempenho do ambiente. Isto, aliás, deve ser feito, com ou sem implementação do sistema CAE/CAD.

Do mesmo modo, deve ser considerada a necessidade de se investir pesadamente em treinamento de pessoal técnico. Há uma necessidade clara e crítica de treinamento voltado para atualização e aprofundamento tecnológico, tanto para uso de CAE/CAD quanto para os trabalhos manuais da empresa. Muitos técnicas, que trariam grande aumento de produtividade para a empresa, não estão sendo usadas por falta de conhecimento do pessoal técnico e administrativo da mesma.

Espera-se que os dados levantados com este trabalho, que refletem uma realidade dentro de um ambiente de estudos e projetos bastante complexo, possam servir para ajudar a explicitar cada vez mais o funcionamento desta disciplina, que tanta influência tem nos ambientes produtivos em geral.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Altan, T. - " Computer Aided Design and Manufacturing (CAD/CAM) of Hot Forging Dies " - Journal of Applied Metalworking, vol 2, nº 2, jan. 1982
2. " Anual Technical Conference - Numerical Engineering Society: Computer Aided Engineering - Today's Technology " - Numerical Engineering Society, London, 1983.
3. Araís, E.A. - " Design of Automatic Simulation Systems " Programing and Computer Software, vol.10, nº 6, nov-dez/1984.
4. Arnoldy, D. e Crist, P. - "Integration Considerations for CAD/CAM Systems" - Technical Paper S.M.E., Paper MS83-739, 1983.
5. Augusto Jr., A. A. - " CAD in a Brazilian Engineering Firm " Comput & Graphics, vol. 8, nº 3, 1984.
6. Beraldo, A.T.M. e Cunha, G.J. - " Sistemas CAD: Evolução e Tendências " Informática e Administração, nº 16, ago/1985.
7. Catálogos de Produtos Sun Microsystems, Inc.
8. Buckley, J.F. - " High-Level Hardware Description Languages: A New Computer-Aided Design Tool " - British Telecommunications Engineering, vol.2, nº 4, jan/1984.
9. " O CAD/CAM nas Indústrias Villares " - Engenho e Tecnologia, nº 21, fev/1985.
10. Datapro Research Corp. - " CAD/CAM User Survey Evaluation " - IEEE Computer Graphics and Applications, vol.4, nº 2, fev/1984.

11. Chehebe, J.R. - " A Automação na Siderurgia Mundial " - IBS Revista, nº 49, ago/1982.
12. Clemens, G.W. - " CADD With Microcomputers " - Consulting Engineer, vol.62, nº 4, abr/1984.
13. Connor, B.L. - " Applications of Computer-Aided Design in Analysis Program" - Technical Paper SME, Paper MS82-172, 1982.
14. Coulomb, J.L. - " Simple Interactive Finite Element Processor fo Teaching Purposes " - Journal of Applied Phisics, vol 53, nº 11, pt 2, nov/1982.
15. Fonseca, M.A.P. e Oliveira, S.P. - " Estudo de Viabilidade para Troca do Transformador do FEA 3 - Acesita, relatório EE 44/079, 23/nov/1988.
16. Dantas, J.R. - " CAD: as possibilidades do micro " - Micro Sistemas, nº.27, dez/1983.
17. Davies, E.M. - " Information Technology Trends in the Steel Industry " - Anais do II Seminário de Informática e Automação na Siderurgia, Rio de Janeiro, 22-23-24/nov/1988.
18. Dixon, J.R. - " Computers That Design: Expert Systems for Mechanical Engineers " - Computers in Mechanical Engineering, vol.2, nº 3, nov/1983.
19. Doty, R.J. - " How to Make CAD/CAM Works for You " - Chilton's I&CS, vol.56, nº 9, set/1983.
20. Eastman, C.M. - " New View for CAD: Scanning and Revision of Engineering Drawings " - Journal of Information & Image Management, vol 19, nº 8, ago/1986.
21. Catálogos Autocad e produtos compatíveis.

22. Encarnaç3o, J.L.; Torres, O.F.F.; Warman, E.A. - "CAD/CAM as a Basis for the Development of Technology in the Developing Nations. Proceedings of the IFIP WG 5.2 Working Conference, 1981 " - North Holland, New York, 1981.
23. " Engineering Software for the PC " - Engineering Materials and Design, vol.28, n2.9, set/1984.
24. Esmanhoto, L.M.G. - " CAD/CAM " - Compucenter, s/d.
25. Fantinato, M. - " Da Programaç3o Manual ao Comando Num3rico Direto " - Mundo Mec3nico, n2 123, out/1986.
26. French, D.; Hughes, B.J. - " Design of a Low Cost CAD/CAM System " - The Journal of Forth Application and Research, vol.3, n2.2, 1985.
27. Gausemeier, J.; Ajouri, E.; Roman, H.H. - " Application Specific Coupling of CAD Systems with NC Programming Systems " - Industrial & Production Engineering, vol 7, n2 2, 1983.
28. Gayman, D. - " CAD/CAM Opens Up " - Manufacturing Engineering, vol 96, n2.2, fev/1986.
29. Gingerich, J.Z.; Peery, J.W. - " CAD/CAM and Quality " - Quality Programming, vol 17, n2 6, jun/1984.
30. Goehring, R. - " Training Program for the Introduction of CAD in a Company " - Comput & Graphics, vol. 8, n2.3, 1984.
31. Goldman, G.S. - " Micro-Based CAD: A Production Tool for Manufacturing Engineering " - Computer Graphics Forum, vol 4, n2 4, dez/1985.
32. Gondert, S. - " Evaluating Turnkey CAD Systems " - Machine Design, vol 4, n2 27, 25/nov/1982.

33. Grodzki, Z. - " Development Study of a Small Specialized CAD System " - Computer Aided Design, vol 14, n° 5, set/1982
34. Gutteridge, P.A. and Turner, J. - " Computer Aided Materials Selection and Design " - Materials & Design, vol 3, n° 4, ago/1982.
35. Hall, L. - " Conversion to CAD: Nine Years of Experiences " - Journal of Information & Image Management, vol 17, n° 12, dez/1984.
36. Hart, J. - " CAD/CAM: Back to Basics " - Manufacturing Engineering, vol 95, n° 4, out/1985.
37. Hartmann, R. - " Plant Monitoring Using Process Computers " - Metallurgical Plant and Technology, n° 3, 1978.
38. Harrow, P. - " Factors in Selecting a CAD System " - Computer Aided Engineering Journal, vol 1, n° 1, nov/1983.
39. Harrow, P. - " The Selection of CAD Systems " Electronics & Power, vol 29, n° 1, jan/1983.
40. Harvey, R.E. - " CAPP: Critical to CAD/CAM Success " - Iron Age, vol 226, n° 24, 23/set/1983.
41. Harvey, R.E. - " Industrial Databases: the Key to Productivity in the Factory of the Future " - Iron Age, vol 226, n° 26, 21/out/1983.
42. Harvey, R.E. - " Micro CAD is Sweeping the Country " - vol 230, n° 2, fev/1987.
43. Heerema, F.J. and van Hedel, H. - " An Engineering Data Management System for CAD " - Advanced Engineering Software, vol 5, n° 2, abr/1983.

44. Altomani, P.R. - " Os Desafios do Setor para Década de 90 " - Fundição e Matérias-Primas, nº 102, jul/ago/1990.
45. Hevel, O. - " CAD/CAM Aspects in Diemaking " - Casting Plant and Technology, vol 4, nº 4, 1986.
46. CAD/CAM: Informações Básicas que Definem o Sistema " - Máquinas e Metais, vol 21, nº 229, out/1984.
47. Corbett, C. F. - " Computer Aided Thermal Analysis and Solidification Simulation " - I.B.F. Conference Paper
48. IBS - " Diagnóstico e Tendências da Informática na Siderurgia Brasileira " - 2º Seminário de Automação na Siderurgia, Rio de Janeiro, nov/1986.
49. Irving, R.R. - " Quality in Design: That's Where it All Starts " - Iron Age, vol 226, nº 21, 01/ago/1983.
50. Jadrnicek, R. - " Computer-Aided Design " - Byte, vol 9, nº 1, jan/1984.
51. Jerahov, G. E. - " Training Requirements for an Interactive CAD/CAM System " - Technical Paper SME MS84-738, 1984.
52. Datapro Research Co. - " Gráficos por Computador " - MIS- O Relatório de Gerenciamento de Informação, nº 13.
53. Jones, D.B. - " CAD Selection. One Manager's View " - Electronic Technology, vol 19, nº 1, jan/1985.
54. Jorgensen, J. e Alting, L. - " General and Flexible System for Information Handling and Decision Making " - Technical Paper SME, MS84-622, 1984.
55. Kacala, J. - " CAD/CAM for Small Budgets " - Machine Design, vol 57, nº 1, 10/jan/1985.

56. Kacala, J. - " More Power for PC CAD " - Machine Design, vol 57, n° 18, 8/Ago/1985.
57. Katzel, J. " Integrating CAD and Data Management: This Program Does It " - Plant Engineering, vol 40, n° 20, 9/out/1986.
58. Kawasaki Steel Corporation - " General View of Information System and Automation in the Japanese Iron and Steel Industry " - 2º Seminário de Informática e Automação na Siderurgia, Rio de Janeiro, 1986.
59. Kimura, H. - " Computer Aided Design Becomes Personalized with Small Economical Efficient Plotters " - Journal of Electronic Engineering, vol 22, n° 221, mai/1985.
60. Kitao, N. - " The Use of Microcomputers in the Process of Iron and Steel Making " - SEAI SI, vol 12, n° 4, Out/1983.
61. Knowles, N.C. - " Finite Element Analysis " - Computer Aided Design, vol 16, n° 3, Mai/1984.
62. Kobaiashi, C.M.O. - " CAE/CAD/CAM nos Processos Primários de Manufatura: Fundição e Forjaria " - Mineração e Metalurgia, vol 51, n° 483, jan/fev/1987.
63. Kozumi, M. e Kiyosawa, H. - " Integrated CAD System for Power Distribution Panels " - Fujitsu Scientific and Technical Journal, vol 19, n° 4, dez/1983.
64. Komack, R.L. - " Business-Oriented CAD System Justification " - Technical Paper of SME, Paper MS85-1056, 1985.
65. Krouse, J.K. - " Computers for CAD/CAM: the List Gets Longer " Machine Design, vol 57, n° 22, 26/set/1985.

66. Kunicshi, S. - " A Introdução de CAD/CAM em uma Empresa " - Máquinas e Metais, vol 20, nº 227, ago/1984.
67. Lacy, D.L. e Drenan, L.A. - " Implementing and Managing a CAD System Based on Vendor-Supplied Tools"- IEEE Design & Test vol 2, nº 2, abr/1985.
68. Lando, P.F. - " Implementing CAD/CAM a Primer for Managers " - Eletronic Package Products, vol 26, nº 5, mai/1986.
69. Lenocker, T. - " Micro-CAD It Pay for Itself ? " - Civil Engineering/ASCE, vol 55, nº 10, out/1985.
70. Lewis, D.M. - " Control and Instrumentation in the Steelworks; Steelworks process control-some moderns trends " - Steel Times, vol 209, nº 5, mai/1981.
71. Lichten, L. - " CAD Applications on Microcomputers " - IEEE Computer Graphics & Application, vol 4, nº 10, out/1984.
72. Lopinto, L.L. - " La Via Economica para Automatizar las Fabricas " - Industria Internacional, vol 14, nº 3, abr/1985.
73. Lord, S.M. - " What I Wish I Had Know About CAD Software, but Didn't Know Enough to Ask " - Mechanical Engineering, vol 107, nº 11, nov/1985.
74. Lozzi, A. e Genner, D. - " CAD Command Structures " - Technical Paper Society of Manufacturing Engineers, Paper MM85-671, 1985.
75. Lucena, R. - " Automação Industrial: o Estimulo da Novas Areas " - Dados e Idéias, dez/1984.
76. Lucena, R. - " O Avanço do CAD/CAM no Brasil " - Dados e Idéias, dez/1984.

77. Marchant, G.R. - " Computer Control in Process Metallurgy " - The Metallurgical Society of AIME, New York, 1976.
78. Marovac, N. e Elliott, W.S. - " Interative Computer Aided Design Using Computer Graphics " - Computer Graphics, vol 7, n° 2, 1983.
79. Marsland, D.W. - " Review of Computer-Aided Part Programming System Developments " - Computer Aided Engineering Journal, vol 1, n° 6, out/1984.
80. Martin, R. - " Some Humans Factors in Effective CAD " - Computer Aided Engineering Journal, vol 2, n° 1, fev/1985.
81. Martinez, J.P. - " A tecnologia CAD/CAM no Brasil " - Dados e Idéias, vol 8, n° 58, mar/1983.
82. Maver, T.W. - " Computer in Design Decision-Making " - Computer Aided Design, vol 16, n° 7, dez/1984.
83. McClelland, M.J. - " Selection of a CAD System " - Materials & Design, vol 4, n° 6, dez/1983-jan/1984.
84. Messina, L.A. - " Justification of CAD Systems " - Comput & Graphics, vol 8, n° 1, 1984.
85. Milne, R. - " Integrating More Engineering Tools, Workstations Are Linking Logic Simulators to Prototype and Production Tests " - Eletronic Design, vol 32, n° 11, mai/1984.
86. Mischle, W.J. - " CAD Engineering: Applied to Materials Handling"- Mechanical Engineering, vol 101, n°11, nov/1979
87. Mollmann, W. - " Methoden zur Überwachung und Diagnose mit speicher-programmierbaren Steuerungen - Stahl und Eisen, vol 104, n° 10, mai/1984.

88. Morant, G.D. e Osoteo, V. R. - " Weight Cost and Quality Factors when Selecting a CAD Service " - EDN, vol 27, nº 22, 10/nov/1982.
89. Morby, K. - " Embarking on a CAD Venture " - Engineering Materials and Design, vol 30, nº 7, jul/1988.
90. Moreira, I. - " A Automação nas Grandes Usinas Integradas e a Demanda na Área Estatal " - IBS Revista, nº 49, ago/1982.
91. Mucci, P.E.R. - " Selection, Installation and Operation of CAD Systems " - Computer Aided Engineering Journal, vol 1, nº 7, dez/1984.
92. Muller, B. - " Computer-aided Production of Work Schedules for the Evaluation of the Operational Production Process in the Steel Industry " - Stahl und Eisen, vol 104, nº 17, ago/1984.
93. Myers, W. - " CAD/CAM: the Needs for a Broader Focus " - Computer, vol 15, nº 1, jan/1982.
94. Nauman, J.D. e McMahon, D.J. - " Managing Computer Networks in the Steel Industry " - Iron & Steelmaker, vol 10, nº 6, jun/1983.
95. New Technology to Provide Economies for Forging Industry in '87 " - Industrial Heating, nº 36, fev/1987.
96. Nobbe, T.A. - " Graphic Input Devices for CAD/CAM " - Machine Design, vol 57, nº 4, 21/fev/1985.
97. Nobre Filho, W. - " Tecnologia CAD/CAM: a Revolução da Produtividade " - Mundo Mecânico, vol 8, nº 94, mai/1984
98. Nobre Filho, W. - " A Automação Industrial Baseada na Tecnologia CAD/CAM " - Mundo Mecânico, nº 98, set/1984.

99. Nobre Filho, W. - " A Automação Industrial Baseada na Tecnologia CAD/CAM "(conclusão) - Mundo Mecânico, nº 98, out/1984.
100. Okino, N. e Kakazu, Y. - " Present Situation of CAD/CAM System in Japan " - Bull Japan Soc Press Engineering, vol 18, nº 2, JUN/1984.
101. Baxter Jr., D.F. - " User Like Steel's New Look " - Advanced Materials & Process, vol 138, 1s 2,
102. Flower, E.C. - " FEA Yields Improved Forgings " - Machine Design, vol 62, nº 19, 20/set/1990.
103. Catálogos de produtos Hewlett Packard.
104. Pasemann, K. e Metzner, E. - " Educational Requirements for CAD in Industry " - Computer Graphics, vol 8, nº 2, 1984
105. Pereira, R. - " Após a Definição da SEI, a Expectativa do Setor " - Máquinas e Metais, nº 229, out/1984.
106. Pinhanez, C.S. - " Considerações Sobre CAD/CAM: Conceitos Básicos " - Revista Politécnica, nº 193, set/out/1986.
107. Pinto, L.R. - " Sistemas de Informação na CSN - uma Realidade 2º Seminário de Informática e Automação na Siderurgia, Rio de Janeiro, nov/1986.
108. Pond, J.B. - " Latest Graphics Systems Regast CAD/CAM Concepts " - Iron Age, vol 221, nº 24, jun/1978.
109. Preiss, K. - " Future CAD Systems " - Computer Aided Design, vol 15, nº 4, jul/1983.
110. Preston, E.J. - " CAD/CAM Systems: Justification, Implementation, Productivity Measurement " - Marcel Dekker, New York, 1984.

111. Primrose, P.L., Creamer, G.D. e Leonard, R. - " Identifying and Quantifying the Company-wide Benefits of CAD within the Structure of a Comprehensive Investment Program " - Computer Aided Design, vol 17, n° 1, jan/fev/1985.
112. Processos Mais Avançados Exigem Melhor Equipamento " - Dirigente Industrial, vol 26, n° 9, set/1985.
113. Pruvot, F. - " Petits Systemes de CAO: Bas de Gamme ? " - Annales des Mines, vol 189, n°s 5 e 6, mai/jun/1982.
114. Punwani, S.J. " Integrated Finite Element Modelling System in a CAD/CAM Environment " - Technical Paper SME MS83-750, 1983.
115. Reed, D.P. - " A Distributed Computer Control System for a Steelmaking Facility " - Iron and Steel Engineer, vol 61, n° 3, mar/1984.
116. Renz, W. - " Interactive Smoothing of Digitized Point Data " -Computer Aided Design, vol 14, n° 5, set/1982.
117. Rodrigues, S.N. - " Sistema Integrado de Informações na COSIPA " - 2º Seminário de Informática e Automação na Siderurgia, Rio de Janeiro, nov/1986.
118. Rice, H. e Raker, D. - " So You Want to Buy a Micro CAD System " - Manufacturing Systems, vol 3, n° 4, abr/1985.
119. Richardson, F.J. - " Application of CADD in the Manufacturing Industry " - Mining Engineer, vol 142, n° 255, dez/1982.
120. Riethof, R.J. - "Successful CAD/CAM Implementation Strategy" Technical Paper SME, MS84-704, 1984.
121. Rouse, N.E. - " CAD on a Shoestring " - Machine Design, mai/1985.

122. Rouse, N.E. - " Manual Digitizers for CAD " -Machine Design, vol 57, nº 14, 20/jun/1985.
123. Schachtner, S.R., Ahlbrand, S.D. - " Putting CAD to Work " - Johns Hopkins APL Technical Digest, vol 7, nº 3, jul/set/1986.
124. Schofield, N.A. - " Integration - the Key to Success with CAD/CAM " - Long Range Planning, vol 20, nº 3, jun/1987.
125. Wadley, H.N.G. e Eckhart Jr., W.E. - " The Intelligent Processing of Materials for Design and Manufacturing " - Journal of Metals, vol 41, nº 10, out/1989.
126. Schwan, J. - " Guidelines for Selecting Low-cost CADD Systems Computer Design Construction, vol 1, nº 3, mar/abr/1983.
127. Anais do 6º Seminário de Processamento de Dados e Sistemas de Informação na Siderurgia " - Rio de Janeiro, set/1980.
128. Sequeira, S.D.L. - "Tecnologia para Automação na Siderurgia" Anais do Seminário sobre Tecnologia Siderúrgica, Consider, Brasilia, 1984.
129. Sheehan, P. - " Design Process Today: Is There Need for a Predictive Tool ? " - Technical Paper SME MS83-746, 1983.
130. Sheldon, D.F. - " Present State fo the Art on Computer-Aided Draughting and Design " - IEE Procedures Part A, vol 130, nº 4, jun/1983.
131. Shenoy, R.S. e Patnaik, L.M. - " Data Definition and Manipulation Languages for a CAD Database " - Computer Aided Design, vol 15, nº3, mai/1983.

132. Shephard, M.S. e Yerry, M.A. - " Approaching the Automatic Generation of Finite Element Meshes " - Computers in Mechanical Engineering, vol 1, n° 4, abr/1983.
133. Smart, R.L. - " Learning to Use CAD " - Mil Engineering, vol 76, n° 497, nov/dez/1984.
134. Sorokin, V.K. - " Data Base Organization in Computer Aided Design Systems " - Automation and Remote Control, vol 43, n° 9, pt 2, set/1982.
135. Strachan, C. - " CAD/CAM on Small Systems " - Computer Aided Engineering Journal, vol 3, n° 3, jun/1986.
136. Straub, D. - " Comparison of and Future Trends in Personal Computer-Baseds Computer-Aided Design and Drafting Software " - Computer Graphics, vol 9, n° 3, 1985.
137. Strelnikov, Y.N., Pulkkis, G. e Dmitrevich, G.D. - " Approach to CAD System Performance Evaluation " - International Journal of Man-Machine Studies, vol 21, n° 5, nov/1984.
138. Swerling, S. - " Computer -Aided Engineering " - IEEE Spectrum, vol 19, n° 11, nov/1982.
139. Swift, K. e Matthews, A. - " Expert Computer Systems in Engineering Design"- Engineering, vol 223, n° 9, set/1983
140. Swinson, P. S. G. - " Prolog: a Prelude to a new Generation of CADD " - Computer Aided Design, vol 15, n° 6, nov/1983.
141. Szkely, J. - " Megaflops and CAD/CAM in Metals Processing " - Journal of Metals, vol 38, n° 10, out/1986.
142. Takala, T. - User Interface Management System with Geometric Modeling Capability: a CAD Systems Framework " - IEEE Computer Graphics and Applications, vol 5, n°4, abr/1985.

143. Tamm, B., Kittner, R., Vilipylid, J. e Prunden, J. - " System for CAD/CAM Software Development and Implementation " - Computers in Industry, vol 5, nº4, dez/1984.
144. Taraman, K. - " CAD/CAM Integration and Innovation " - SME, Dearborn, 1985.
145. Taylor, C. - Stop Sending Drawings! Stop Copying Data! " - Process Engineering, vol 64, nº 12, dez/1983.
146. Taylor, F.E. - " Security in CAD/CAM Systems" - CME Chart Mechanical Engineer, vol 32, nº 9, set/1985.
147. " Tecnologia CAD/CAM: a Revolução da Produtividade II " - Mundo Mecânico, vol 8, nº 95, jun/1984.
148. " Tecnologia CAD/CAM: a Revolução da Produtividade (conclusão) " - Mundo Mecânico, vol 8, nº 96, jul/1984.
149. Teicholz, E. - " CAD/CAM Handbook " - McGraw-Hill, New York, 1985.
150. Duarte, A. - " Garantia de Qualidade no Projeto em Ambiente CAD/CAE " - II Seminário Nacional de CAD na Engenharia, Belo Horizonte, 16-17/ago/1990.
151. " CAD: O futuro está traçado e há previsões bem otimistas " - Rev. Máquinas e Metais, Nov 1989
152. "CAD/CAM: Engineering and Technology Guide " -Machine Design, vol 62, nº 2, 25/jan/1990.
153. Thomas, A. - " Mannesman Revamps Mill Capabilities " - Iron Age, vol 227, nº 4, fev/1984.

154. Thompson, W. - " Como Instalar um Sistema " - Máquinas e Metais, vol 22, nº 248, jul/1986.
155. Tonias, E.C. - " To CAD or Not to CAD " - The Military Engineer, vol 76, nº 497, nov-dez/1984.
156. The Total Information System of the Iron Making Plant at the Mizushima Works, Kawasaki Steel Corporation " - Transactions of the Iron and Steel Institute of Japan, vol 24, nº 4, 1984.
157. Traversa, L.L. - " High-Touch Requirements for High-Tech CAD/CAM " - Technical Papers of SME, Paper MS84-739, 1984.
158. Venkayya, V.B., Tischler, V.A. e Copenhaver, E.M. - " CADs - A Computer Aided Design System for Unification of Finite Elements Programs " - Finite Elements Analysis Design, vol 2, nºs 1-2, abr/1986.
159. Jenkins, N. - " Thermal Analysis Speeds Surface-Mount Board Design " -Machine Design, vol 62, nº 2, 25/jan/1990.
160. Voss, L.E. - " Production Systems Management " - Technical Papers of SME, Paper MS83-753, 1983.
161. Waldeck, H. - " CAD- Anwendungen Bei Krupp Industrietechnik, Werk Essen " - Tech Mitt Krupp Werksberitche, vol 43, nº 2, set/1985.
162. Waterbury, R. - " Look at Low Cost CAD " - Assembly Engineering, vol 26, nº 2, fev/1983.
163. Wheeler, R.J. - Managing Computer-Aided Engineering - a Teaching Approach " - Computer Aided Engineering Journal, vol 1, nº 6, out/1984.

164. Willians, T.J. - Hierarchical and Distributed Control Systems for Steel Mill Applications " - Iron and Steel Engineer, vol 57, nº 4, abr/1980.
165. Wilson, P. - " Selecting a CAD Operator " - Production Engineering, vol 31, nº 5, mai/1984.
166. Woerdenweber, B. - " Finite Element Mesh Generation from Geometric Models " - International Journal of Computer Mathematical Electric and Electronics Engineering, vol 2, nº 1, mar/1983.
167. Wohlers, T.T. - " Potential of Personal Computer CAD Systems" Technical Papers of SME, Paper MS84-774, 1984.
168. Fensterseifer, J.E e Bastos, R.M. " O Grau de Informatização dos Sistemas de Gestão da Produção das Grandes Empresas Industriais no Brasil " - Revista de Administração de Empresas, Jul/set/1989.
169. Yarmosh, N.A. e Zema, T.G. - " Direct and the Inverse Problem of Automatic Translation from Source to Object Language in CAD/CAM Systems " - Programming and Computer Software, vol 8, nº 6, nov/dez/1982.
170. Marshall, G.R. - " Computer Graphics in Application " - Prentice-Hall, 1987.
171. Vários. - " Computer Aided Design " - Byte, Junho 1987.
172. Robinson, P. - " A CAD For All Incomes " - Byte, Agosto, 1987.
173. Vários. - " Printer Technologies " - Byte, Setembro, 1987.
174. Vários. - " Image Processing " - Byte, Março, 1987.
175. Tinney, R. - " AT e T's True Vision Image Processing System " - Byte, Março, 1987.

176. Leitão, M. - " Softwares Gráficos: os primeiros traços no Brasil ", Micro Sistemas, outubro, 1987, p.8 - 10
177. Hollifield, B.R. - " Applying Microcomputer Based CAD Systems to Plant Engineering " - Plant Engineering, 13/Mar/1986.
178. Voisinet, D.D. - " Computer Aided Drafting and Design Applications " - McGraw-Hill, Singapura, 1987.
179. Morris, N.M. - " Computer Grafics and CAD Fundamentals " - Pitman Publishing, Londres, 1986.
180. Poblet, J.M. - " Sistemas CAD\CAM\CAE - Diseño y Fabricación por Computador ", Ed. Marcombo, Barcelona,1986.
181. Tori, Arakaki, Massola e Filgueiras - " Fundamentos de Computação Gráfica - Compugrafia. " - Livros Técnicos e Científicos, Rio de Janeiro, 1987.
182. Hawkes, B. - "The CAD\CAM Process " - Pitman Publishing, Londres, 1988.
183. Iizuka,K. - " Ligação Micro-Maiframe " - Ed. Atlas, São Paulo, 1987.
184. Tarouco, L.M. - " Redes de Computadores - Locais e de Longa Distância " - McGraw-Hill, São Paulo, 1986.
185. Tozzi, C.L. - " PAC - Projeto Auxiliado por Computadores " Ed. Papirus/Unicamp, Campinas, 1986.
186. Newman, W.M. e Sproull, R.F. - " Principles of Interactive Computer Graphics " - McGraw-Hill, Singapura, 1986
187. Magalhães, L.P. - " Computação Gráfica " - Ed. Papirus/Unicamp, Campinas, 1986.

188. Foley, I.D. e Van Dam, A. - "Fundamentals of Interactive Computer Graphics" - Addison-Wesley, 1984.
189. Besant, C.B. - "CAD/CAM" - Ed. Campus, Rio de Janeiro, 1986
190. Lorin, H. - "Introdução à Arquitetura e Organização de Computadores" - Ed. Campus, Rio de Janeiro, 1985.
191. Vários - "Machine Design", 18/jun/1987.
192. Rouse, N.E. - "Superworkstations Expand their Niche in Engineering" - "Machine Design", 26/nov/1987.
193. Cunha, G.J. e Varela, D.E. - "CAD/CAM em Microcomputadores" - "Mineração e Metalurgia", abr/1988.
194. Rouse, N.E. - "CAD Pioneers Are Still Trailblazing" - "Machine Design", 22/out/1987.
195. Martinez, J.P. - "A Tecnologia CAD/CAM no Brasil" - "Dados e Idéias", mar/1983.
196. Vários - "Graphics Hardware" - "Byte", nov/1985.
197. Cavalcanti, S.C. - "Gráficos e Imagens por Computador" - "PC Mundo", abr/1988.
198. Vários - "CAD: the Next Ten Years" - "Computer Aided Design", 06/nov/1978.
199. Kunii, T.L. e Kunii, H.S. - "Architecture of a Virtual Graphic Database System for Interactive CAD" - "Computer Aided Design", mai/1979.
200. Aish, R. - "3D Input for CAAD Systems" - "Computer Aided Design", mar/1979.

201. " Engineering Software " - Machine Design, 13/out/1988.
202. Diehl, S. e Apiki, S. - " Plotters in Perspective " - Byte, dez/1988.
203. Marshall, T. e Tazelaar, J. - "Worth the RISC"-Byte, fev/1989.
204. Rash, Jr., W. " Light, Bright and White " - Byte, dez/1988.
205. " Sistema de Acompanhamento de Compras - SCI - Especificação Física " - AP/APA 048/87, ACESITA, 1987.
206. " CAD\CAM Planning Guide " - Machine Design - 20/OUT/1988.
207. Gane, G. e Sarson, T. - "Análise Estruturada de Sistemas " - Livros Técnicos e Científicos Ed., Rio de Janeiro, 1988.
208. - Page Jones, M. - " Projeto Estruturado de Sistemas " - Mc Graw Hill, São Paulo, 1988.
209. Lattes, Vaufmam e outros - "A Revolução da Informática " - Ed. Paz e Terra, Rio de Janeiro, 1970.
210. Plonski, G. A. - "Automatização Industrial e Qualidade Organizacional " - Anais do 9º Seminário de Comando Numérico e Automatização Industrial, SP-Agosto-1989
211. Back, N. - " Metodologia de Projeto de Produtos Industriais " - ed. Guanabara Dois, Rio de Janeiro, 1983.
212. Corriel, A. E. - "The Desing Process - 12 Steps that Turn Ideas into Hardware " - Machine Design, 09/nov/1987.
213. " Solids Models Link Design and Manufacturing " - Machine Design, 07/jul/1988.

214. Eversheim, W. - " Modern Manufacturing Concepts Within the Era of CIM " - Anais da 5 Jornada Internacional de Automatização Industrial, SP, Ago/1989.
215. Bessant, J. e Haywood, B. - " The Introduction of Flexible Manufacturing Systems as an Example of Computer Integrated Manufacturing " - Operations Management Review, 1986.
216. HL Consultoria Gerencial - " Proposição para Sistema Integrado de Informação Gerencial " - ACESITA, S/D.
217. Chanaron, J.J. e Perrin, J. - " The transfer of Research, Development and Design to Developing Countries - Analysis and Proposals " - Futures, out/1987.
218. Cláudio, P.A; Barbosa, R.C.e Dode, V.C. - " Automação de Escritórios - Projeto Lógico AE1 " - ACESITA, ago/1989.
219. Oliveira, R.S.; Lins, L.M.L.; Costa, E; Araújo R.E. e Moretti, J.R. - " Informática e Automação na Siderurgia Brasileira - Diagnósticos e Tendências " - IBS, 1989.
220. Mota, A. G - " Sistemas de Informações da 16 " - Acesita, 1989.
221. Laxon, W.R. - " Selecting and Valuating CAD Sistens " - Computer Aided/Systems, vol 9. out/1987.
222. Groover, M.P. - " Automation, Production Systems, and Computer Itegrated Manufacturing " - Prentice-Hall, 1987.
223. - " CAD\CAM - Engineering and Technology Guide ", Machine Design, 12/jan/1989.
224. Rice, H. e Raker, D. - " The Microcomputer CAD Manual " - New Riders Pub., 1987.

225. " Automação e Indústria - Anuário de Produtos e Serviços 1989"
- Ed. Computerworld do Brasil, 1989.
226. " Automação e Indústria " - Computerworld do Brasil, Abr/1989
227. " Automação e Indústria " - Computerworld do Brasil, Jun/1989
228. Paes, N. S. - " Palestra IBM " - Belo Horizonte, 05/out/1989.
229. Ortis, L. e Galletti, R. - " Sistemas e Aplicações CAD:
Calibração de Cilindro Laminador " - Anais do II Seminário
de Informática e Automação na Siderurgia, v.1, Rio de
Janeiro, 22-23-24/nov/1988.
230. " Diagnóstico e Perspectiva da Informática e Automação na
Siderurgia Brasileira " - Anais do II Seminário de
Informática e Automação na Siderurgia, v.1, Rio de
Janeiro, 22-23-24/nov/1988.
231. Souza, R. F. e Teixeira, S. A. - " Sistemas de Informações
Gerenciais - SIG " - Anais do II Seminário de Informática
e Automação na Siderurgia, v.1, Rio de Janeiro,
22-23-24/nov/1988.
232. Cooley, M. J. E. - " Impact of CAD on the Design, and the Design
Junction " - Computer Aided Design, volume 9, out/1977.
233. Balbi, T. A. P. - " Aplicações de CAD\CAE na EE " - Acesita,
jan/1989.
234. Savane, S. L. - " Formação de Recursos Humanos " - II Seminário
Nacional de CAD na Engenharia, Belo Horizonte,
16-17/ago/1989.
235. Burgess, J. A. - "Design Assurance for Engineers and Managers"
- Marcel Dekker Inc., 1984.
236. Cunha, G. J. e Varela, O. E. - " CAD\CAM em Microcomputadores "
- Mineração e Metalurgia, Abr/1988.

237. Amkreutz, J.H.A.E. - "Cibernetical Model of the Design Process"
- Computer Aided Design, vol 8, jul/1976.
238. Moacir, S., Ferreira, J.M., Prado, N. e Toso, B. - "O
processo de Engenharia na Acesita" - Acesita, 1988.
239. "Plano de Capacitação de Executivos - Programa a Nível de
Organização" - 1º Seminário de Nivelamento de Conceitos
da Função de Metalurgia, Acesita, jun/1977.
240. Vieira, A.C. - "Estratégias para Implantação de CAD" - II
Seminário Nacional de CAD na Engenharia, Belo Horizonte,
16-17/ago/1990.
241. Rouse, N.E. - "Where's PC CAD Headed?" - Machine Design,
24/jul/1986.
242. Stover, R.N. - "Improved Scanners Challenge Manual
Digitizers" - Machine Design, 21/abr/1988.
243. Haberland, C. - "Supercomputers Clear Design Software
Hurdles" - Machine Design, 26/fev/1987.
244. Marks, P. - "What do Solid Models Need?" - Machine Design,
12/Mar/1987.
245. Soares, A.S. - "A Automação e o Terceiro Mundo" - Revista
Administração de Empresas, Jul/Set/1988.
246. "3D Laser Digitizing at 10.000/sec" - American Machinist,
Abr/1989.
247. Tori, R. e Massola, A.M.A. - "CAD/CAM: Tendências e
Necessidades" s/d.
248. Rouse, N.E. - "Gettings Concepts Down in the Computers" -
Machine Design, vol 61, nº 1, 12/jan/1989.

249. Kalay, Y.E. - " Computability of Design " - Wiley, 1987.
250. Cukierman, Z.S. e Dinsmore, - " Administração de Projetos - Caracterização e Problemático " - Ed. Guanabara, Rio de Janeiro, 1986.
251. Buffa, E.S. - " Modern Production\ Operations Management " - John Wiley, New York, 6 ed., 1980.
252. Willians, T.J. - " Conceptos de Manufactura com Integración de Computadores en la Industria del Acero: Panorama de Estado Atual, " - Siderurgia Latinoamericana, n° 349, mai/1989.
253. Badiru, A.B. - " Project Management en Manufacturing and High Technology Operations " - John Wiley, New York, 1988.
254. " CAD\CAM Application Guide " - Machine Design, Nov/1989.
255. Apiki, S. e Diehl - " Postscript Printers Come to Age " - Byte, Set/1988.
256. Chorafas, D.N. e Legg, S.J. - " Engineering Database " - Butterworths, Londres, 1988
257. Clayton, L.D. e Evans, P.S. - " Evaluating PC-FEA Programs " - Machine Design , 07/dez/1989.
258. Faria, P.C. - "Escolha Seu Software Para Gerenciar Projetos" - Rev. Automação e Indústria, maio 1989.
259. Drucker, P.F. - " The Emerging Theory of Manufacturing " - Harward Business Review, Mai-jun/1990.
260. Asimov, M. - " Introdução ao Projeto de Engenharia " - Ed. Mestre Jou, São Paulo, 1968.

261. " As estrelas do Desenho " - Exame Informática, 15/11/89.
262. Archibald, R.D. - " Managing High-Technology Programs and Projects " - John Willey, New York, 1976.
263. " 3M Model 2900 CAD Film Plotter " - 3M, St. Paul.
264. Knox, C.S. - "CAD/CAM Systems - Planning and Implementation" - Marcel Dekker, New York, 1983.
265. Chorofas, D.N. - " Engineering Productivity Throught CAD/CAM " - Butterworths, London, 1987.
266. Drucker, P.F. - " ADMINISTRAÇÃO: Tarefas, Responsabilidades, Práticas " - Ed. Pioneira, São Paulo, 1975, v.2.
267. Steiner, V.M. - " Selecting and Managing CAD Systems " - Plant Engineering, 23/out/1986.
268. Computer Aided Design Report, vol. 10, nº 3, mar 1990, CAD/CAM Publishing, San Diego.
269. Catálogos IBM.
270. Catálogos Prime.
271. Revista Automação e Indústria, nº 22, jul 1990, Ed. Estado da Arte Consultoria e Projetos em Comunicação, Rio de Janeiro
272. Nobre, W. - " E a Batalha Recomeça no Front das Estações de Trabalho " - Rev. Automação e Indústria, nº 22, jul 1990
273. Esses, M.G. - " Sistemas CAD: Como Minimizar os Efeitos de Implantação" - Rev. Automação e Indústria, nº 22, jul 1990
274. Schaffer, G. - " Workstations: Windows into CIM " - Rev. American Machinist, mar 1989.

275. Krouse, J., Mills, R., Beckert, B. e Dvorak, P. - "CAD/CAM Planning: 1990 " - Rev. Machine Design, 26/jul/1990.
276. Vários, Machine Design, 26/jul/1990.
277. Korane, K.J. - " The Changing State of CFD " - Machine Design, 26/jul/1990.
278. Rouse, N.E. - " Managing Distributed Engineering Databases " - Machine Design, 21/jun/1990.
279. Rouse, N.E. - " Power Computers for Design " - Machine Design, 26/mai/1988.
280. Rouse, N.E. - " Superworkstations Expand Their Niche in Engineering " - Machine Design, 26/nov/1987.
281. Leibowitz, M.R. - " UNIX Workstations Arrive ! " - Datamation, 1º/Jun/1990.
282. Vivoli, D. - " Parallel Processors for High-Speed Computing " - Machine Design, 12/jul/1990.
283. Carlyle, R. - " The Tomorrow Organization " - Datamation, 1º/fev/1990.
284. Grein, H., Schneebeil, F. e Bantli, H. - " 3-Dimensional Surface Modelling - a Design and Manufacturing Tool for Hydraulic Machinery " - Sulzer Technical Review, fev/1989.
285. Fleury, A.C.C. - " Automação na Indústria Metal-Mecânica: Tendências da Organização do Trabalho e da Produção " - Revista de Administração, vol 24, nº 3, jul-set/1989.
286. Skibinski, J.R. - " Designing Computer Systems that Really Communicate " - Machine Design, 23/fev/1990.

287. " Research Newsletter " - Dataquest Inc., San Jose, Abr/1989.
288. Rouse, N.E. - " Plotting Choices for Engineers " - Machine Design, 07/Dez/1989.
289. " CAD/CAM - Engineering and Technology Guide " - Machine Design, 21/jun/1990.

ANEXO 1

DIAGRAMAS DESCRITIVOS DAS ÁREAS DE ESTUDOS E PROJETOS

O anexo 1 contém os diagramas de fluxos de dados (DFD's) descritivos das áreas de Estudos e Projetos da ACESITA, que foram elaborados em conjunto com elementos de cada uma delas.

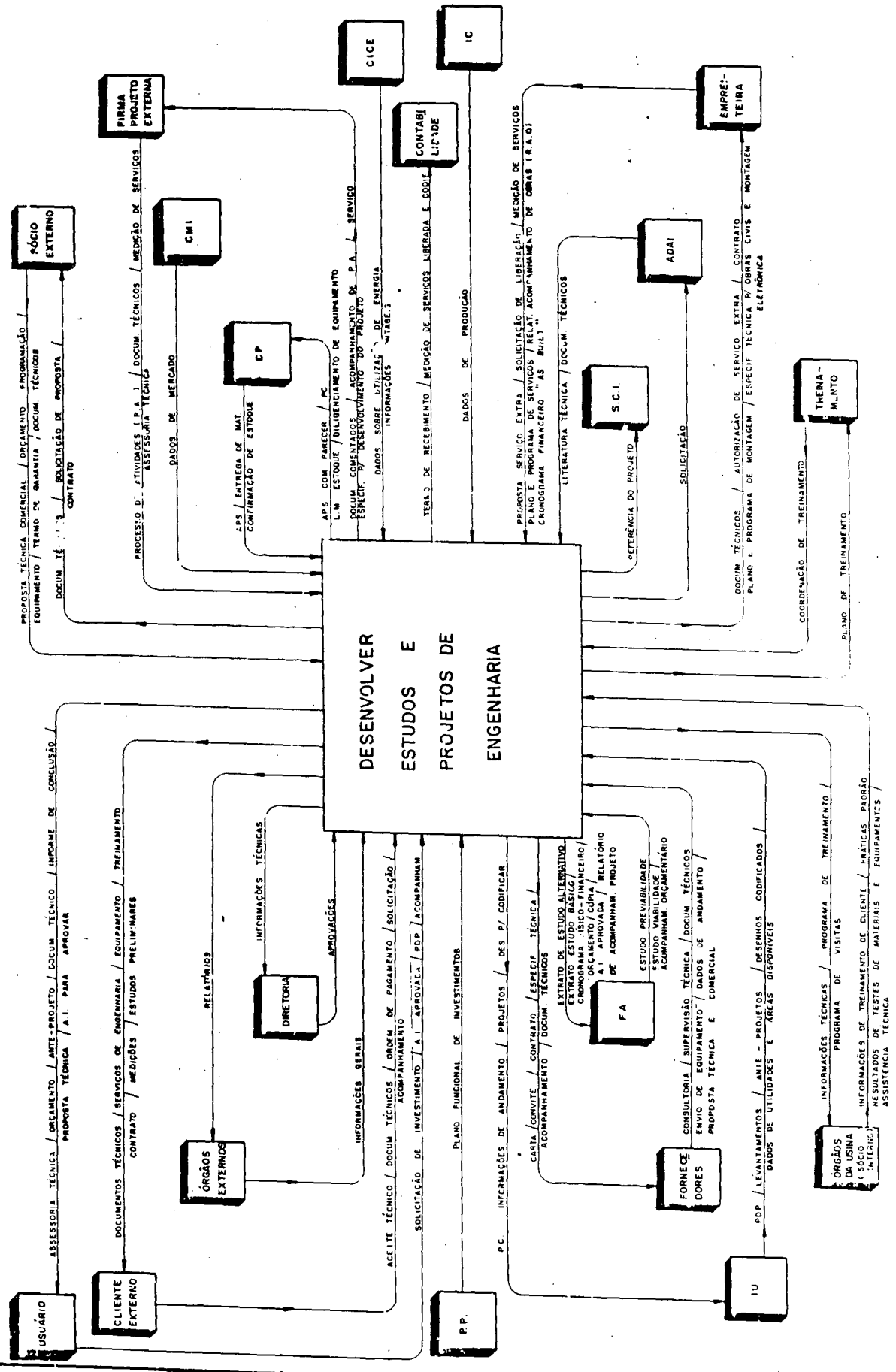
Como os diagramas foram elaborados apenas para facilitar o entendimento a respeito dos fluxos e processos de cada área, não foram usadas todos os recursos descritivos da Análise Estruturada. Nem todos os processos foram aprofundados, pois o nível de aprofundamento variou conforme a necessidade para o trabalho objetivado e a complexidade das funções em pauta.

A letra A colocada no início dos códigos indica que o diagrama descreve a situação atual da área focalizada.

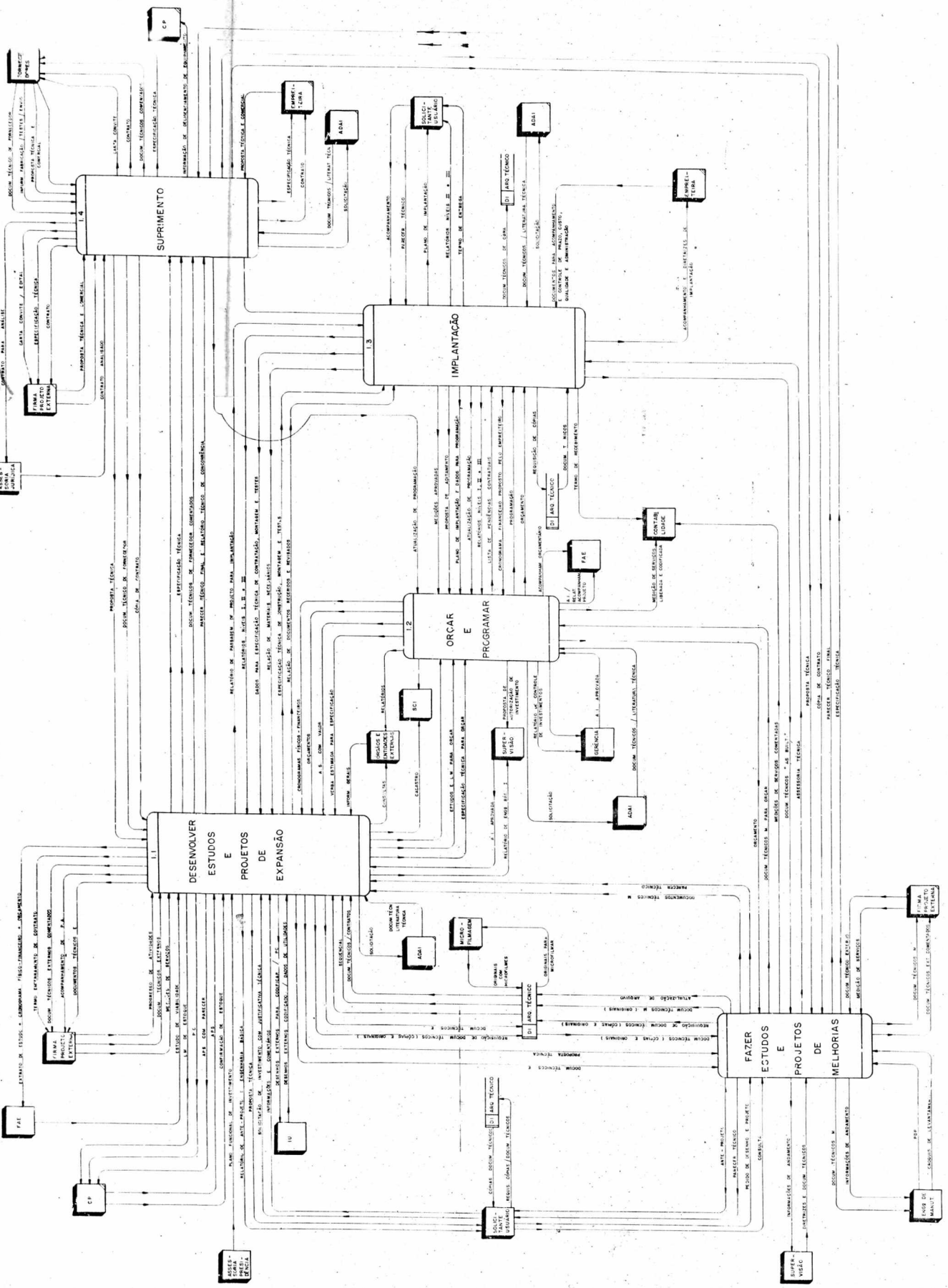
Os diagramas apresentados são os seguintes:

1. Gerência de Engenharia de Projetos A.1.0/S e A.1.0/D:
 - 1.1. Estudos e Projetos de Melhorias e Reformas
A.1.1/S, A.1.1/D, A.1.1.1, A.1.1.4, A.1.1.6;
 - 1.2. Estudos e Projetos de Engenharia
A.1.2/S, A.1.2/D, A.1.2.1, A.1.2.2, A.1.2.3,
A.1.2.4, A.1.2.5/S, A.1.2.5/D, A.1.2.5.8,
A.1.2.5.11, A.1.2.6, A.1.2.7;
 - 1.3. Orçar e Programar A.1.3/D;
 - 1.4. Suprimento A.1.4/D;
 - 1.5. Implantar Projetos A.1.5/S e A.1.5/D;
 - 1.6. Estudos e Projetos para Venda de Tecnologia
A.1.6/S e A.1.6/D;
2. Estudos e Projetos de Calibração
A.2.0/S, A.2.0/D, A.2.1 e A.2.2.

NÍVEL 0 - EE

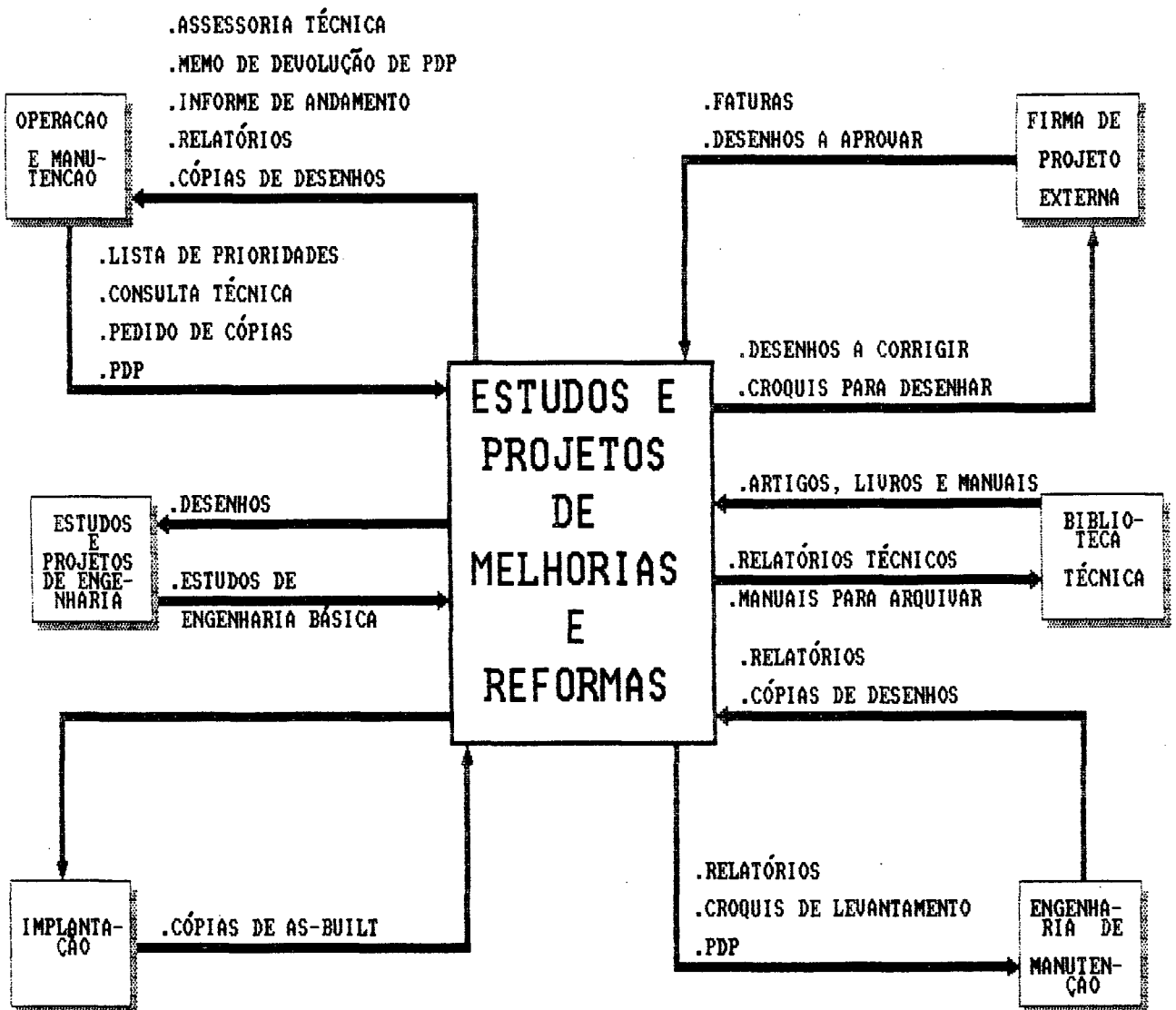


NIVEL I - EE

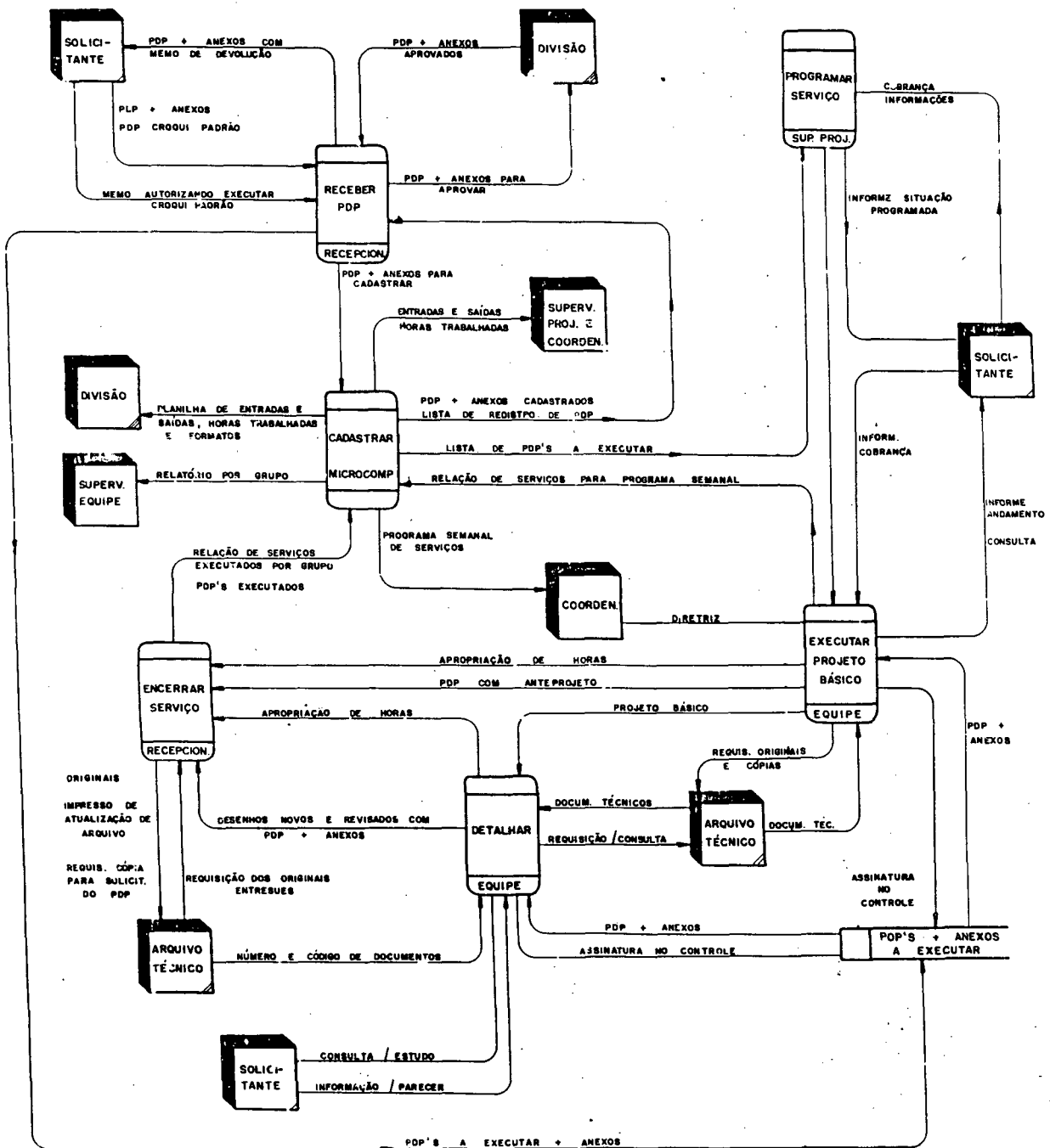


ESTUDOS E PROJETOS DE MELHORIAS E REFORMAS

A.1.1/S

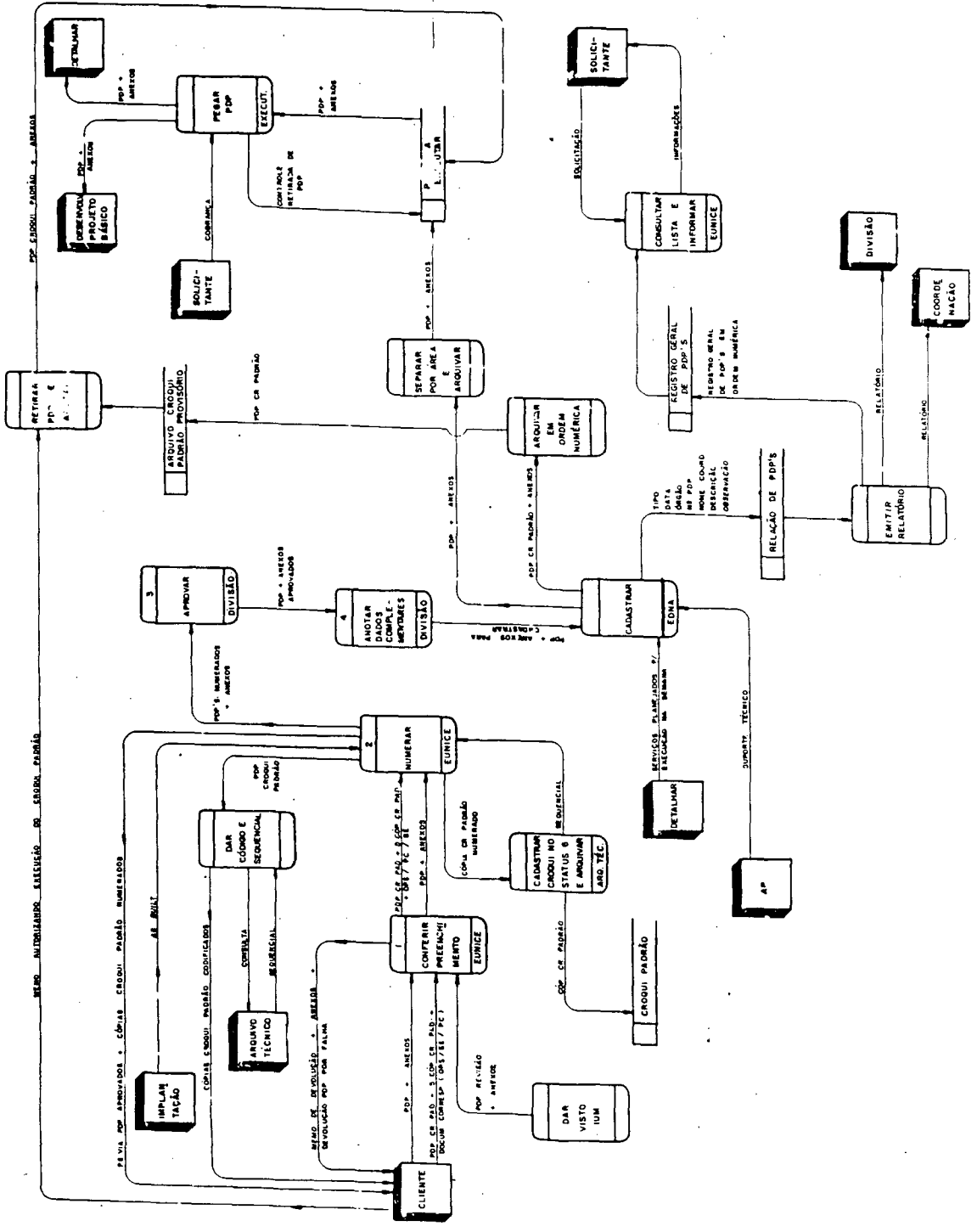


NÍVEL 2 - ESTUDOS E PROJETOS DE MELHORIAS



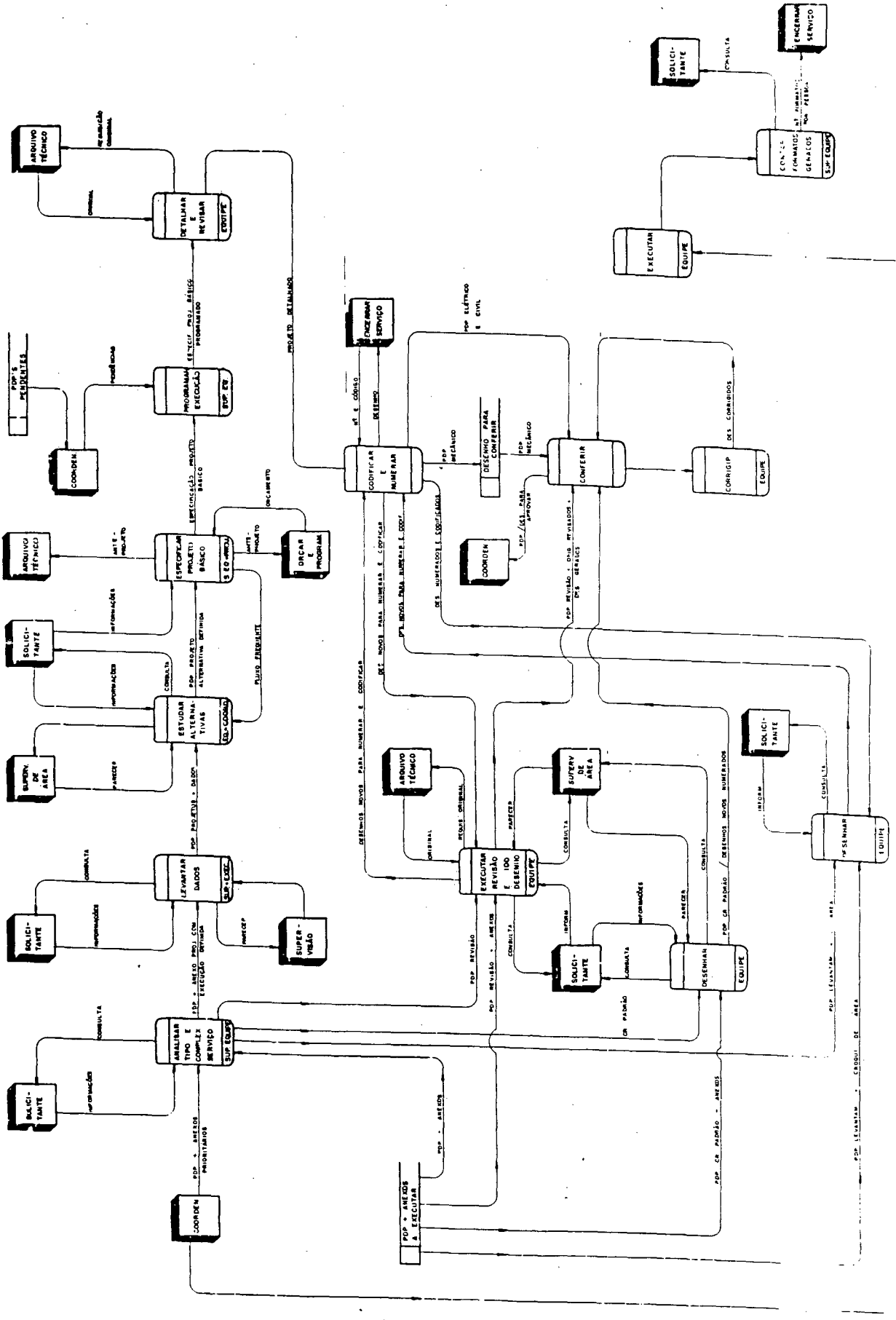
A.1.1.1.1

RECEBER PDP

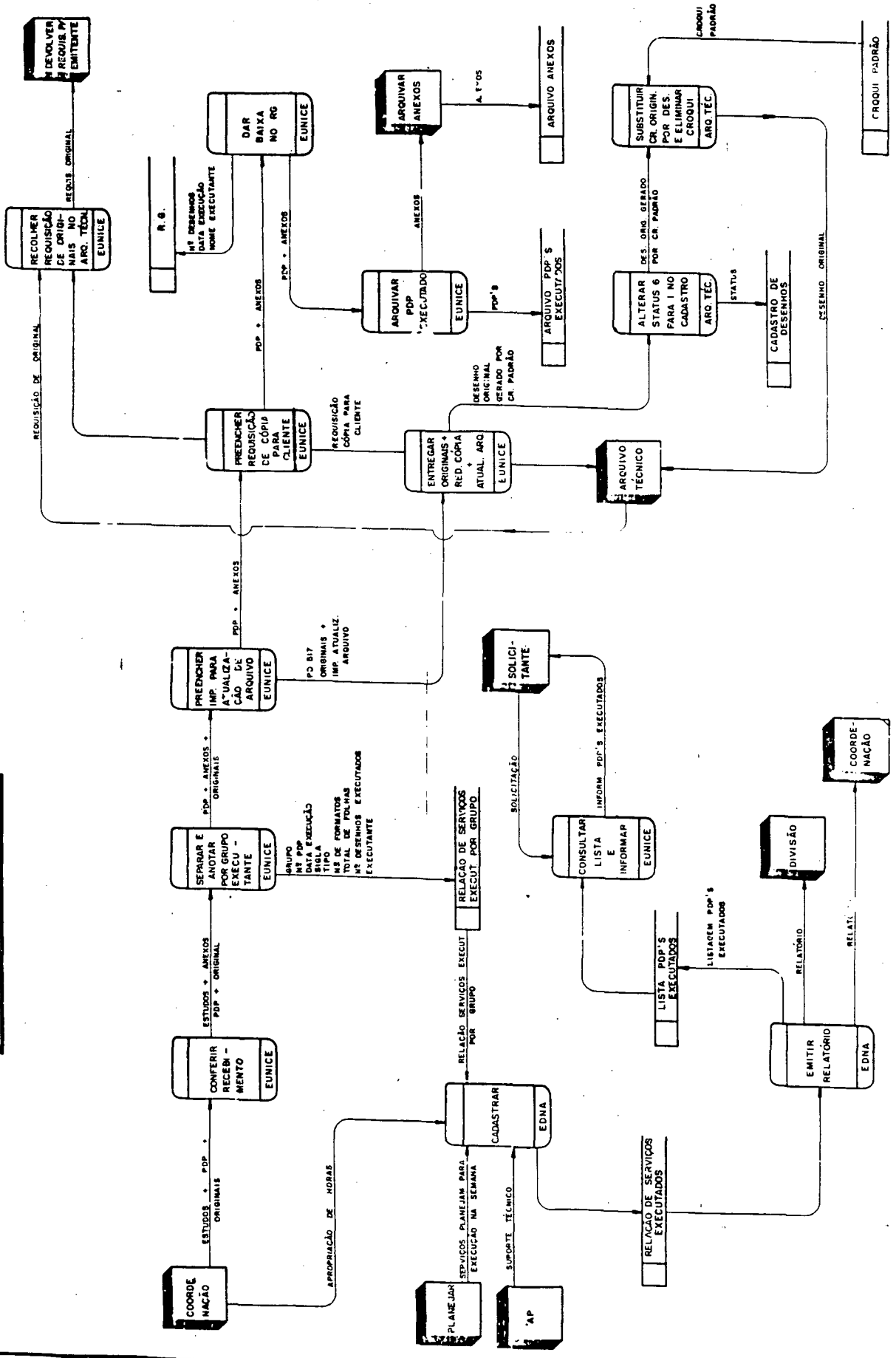


973

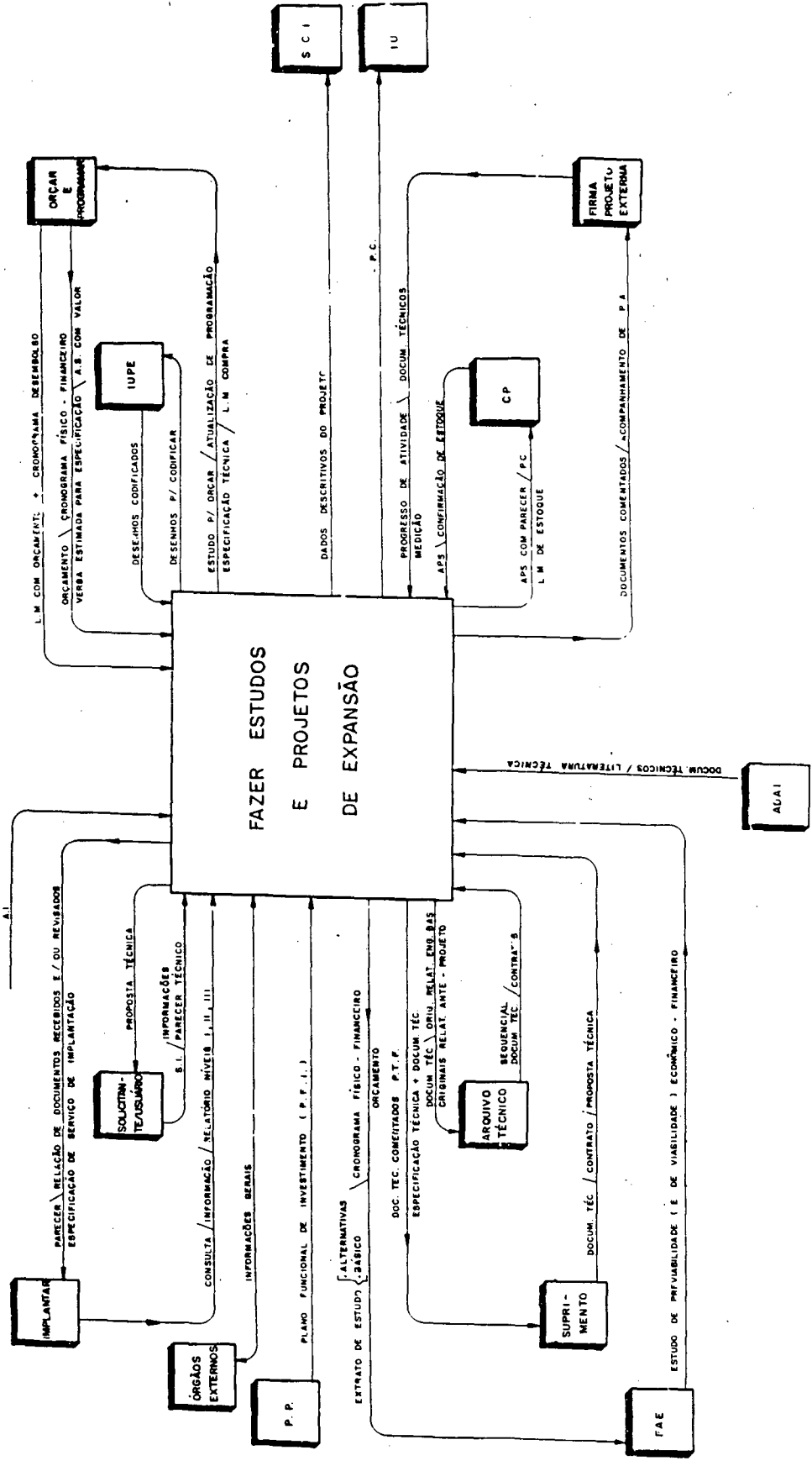
NÍVEL 3 - PROJETAR E DETALHAR - MELHORIAS



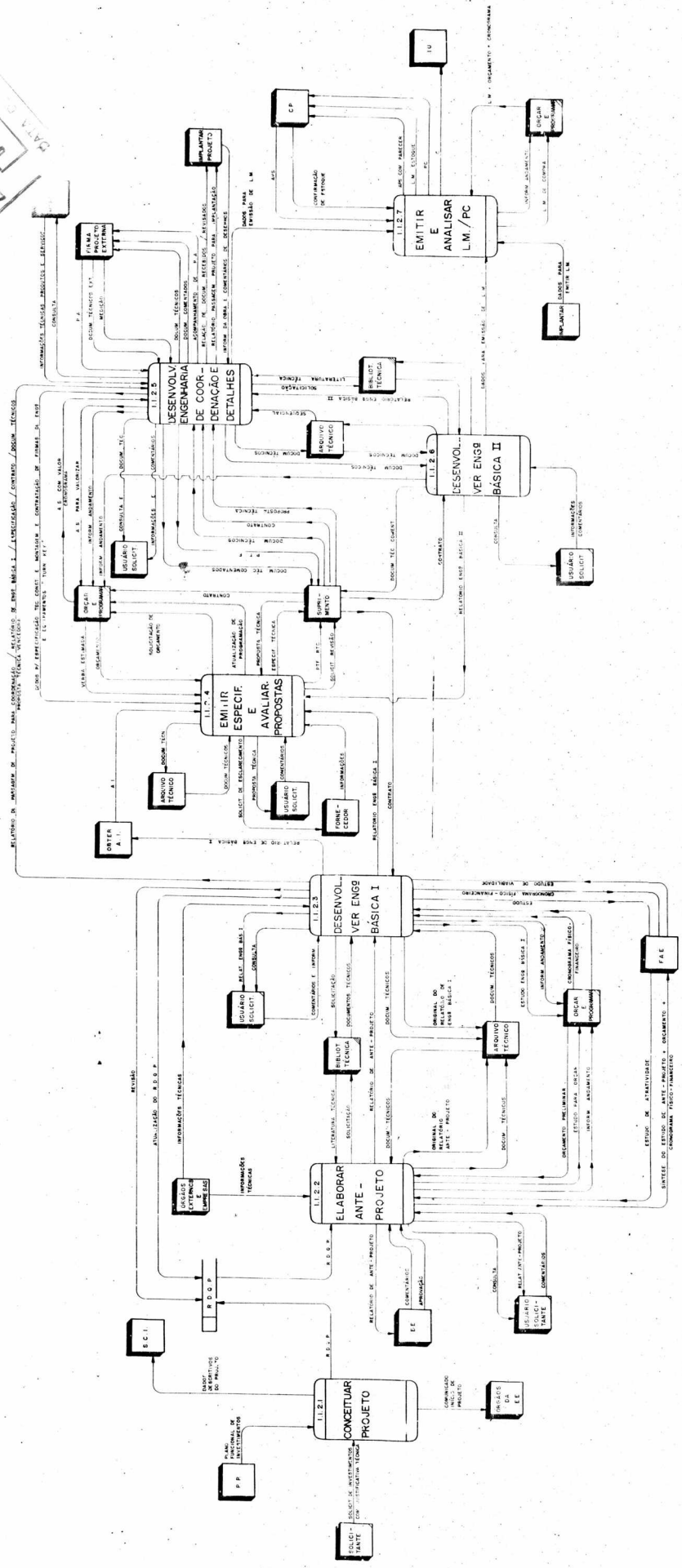
ENCERRAR SERVIÇO



1.1.0 - FAZER ESTUDOS E PROJETOS DE EXPANSÃO



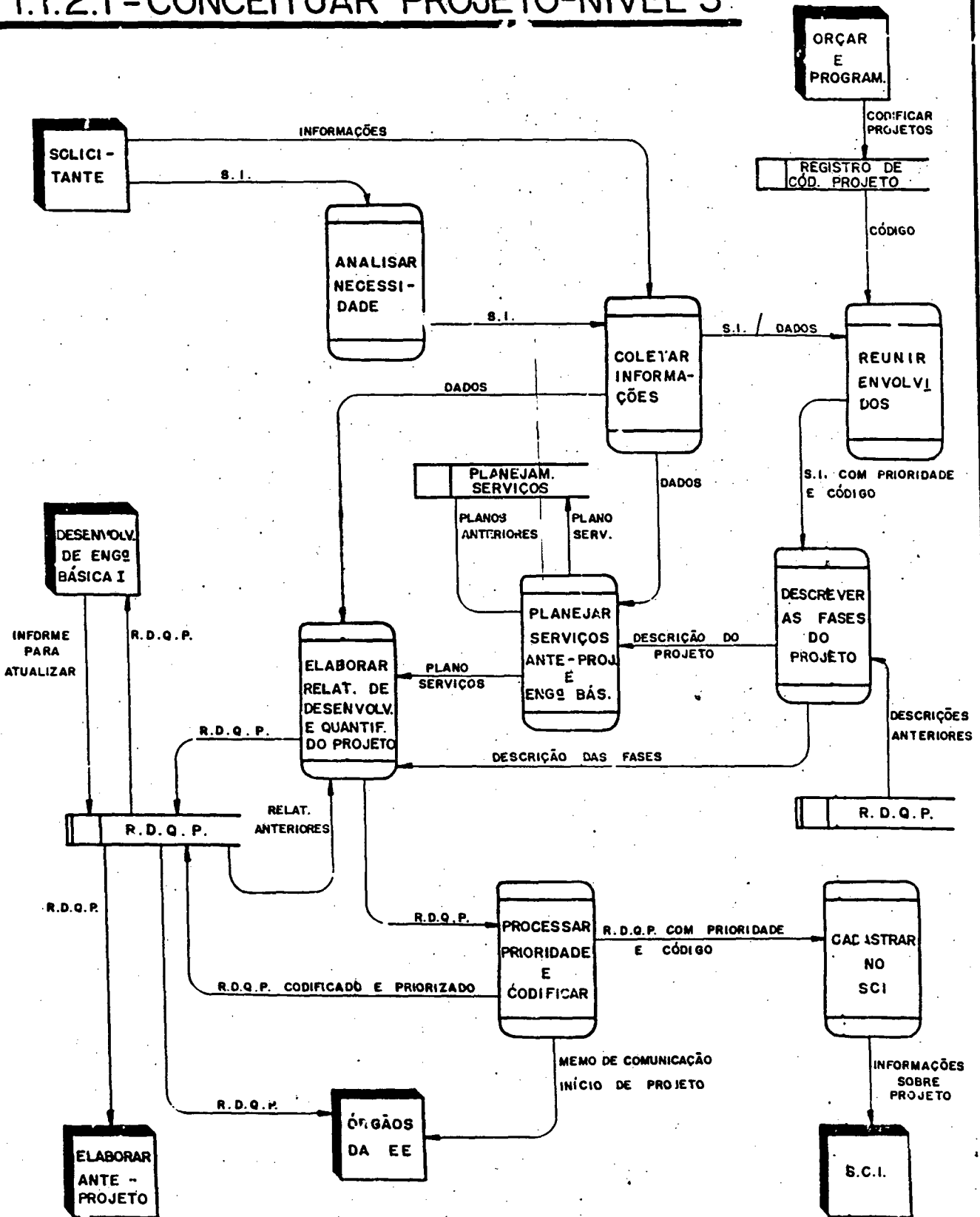
1.1.2 - NÍVEL 2 - FAZER ESTUDOS E PROJETOS DE EXPANSÃO



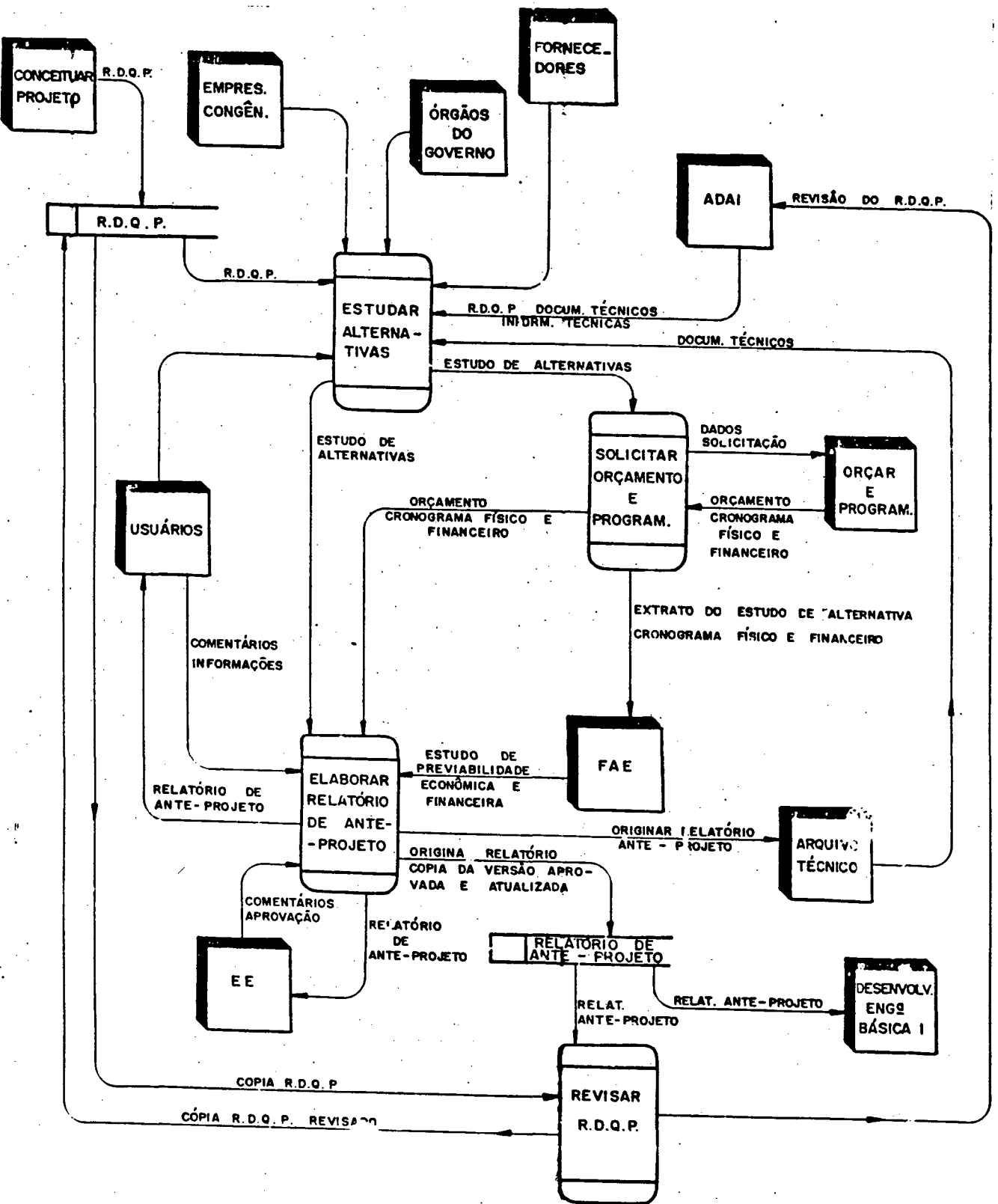
ARQUIVO TÉCNICO
15 MAR 1981

I.1.2.1 - CONCEITUAR PROJETO - NÍVEL 3

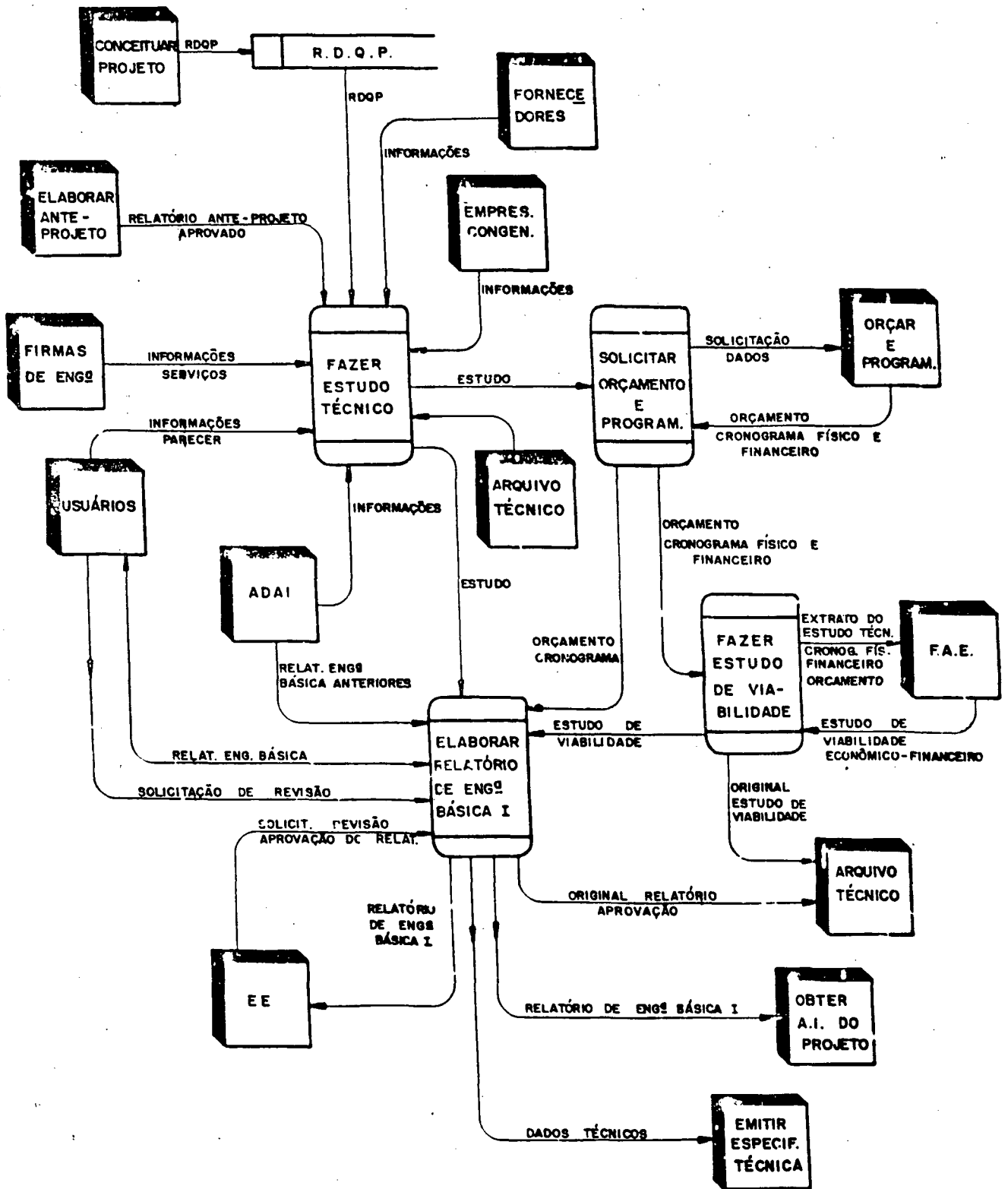
A.1.2.1



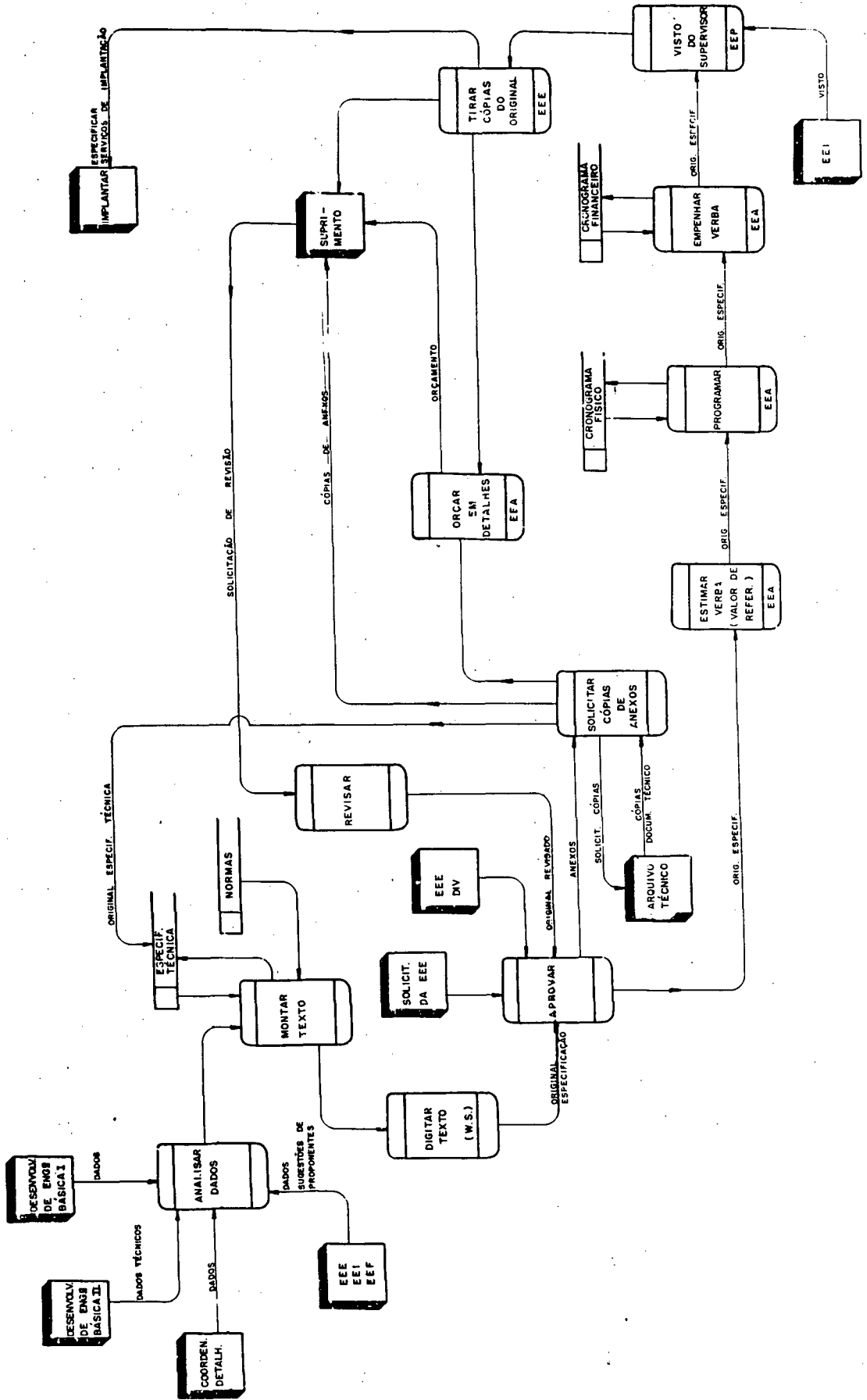
1.1.2.2- ELABORAR ANTE - PROJETO - NÍVEL 3



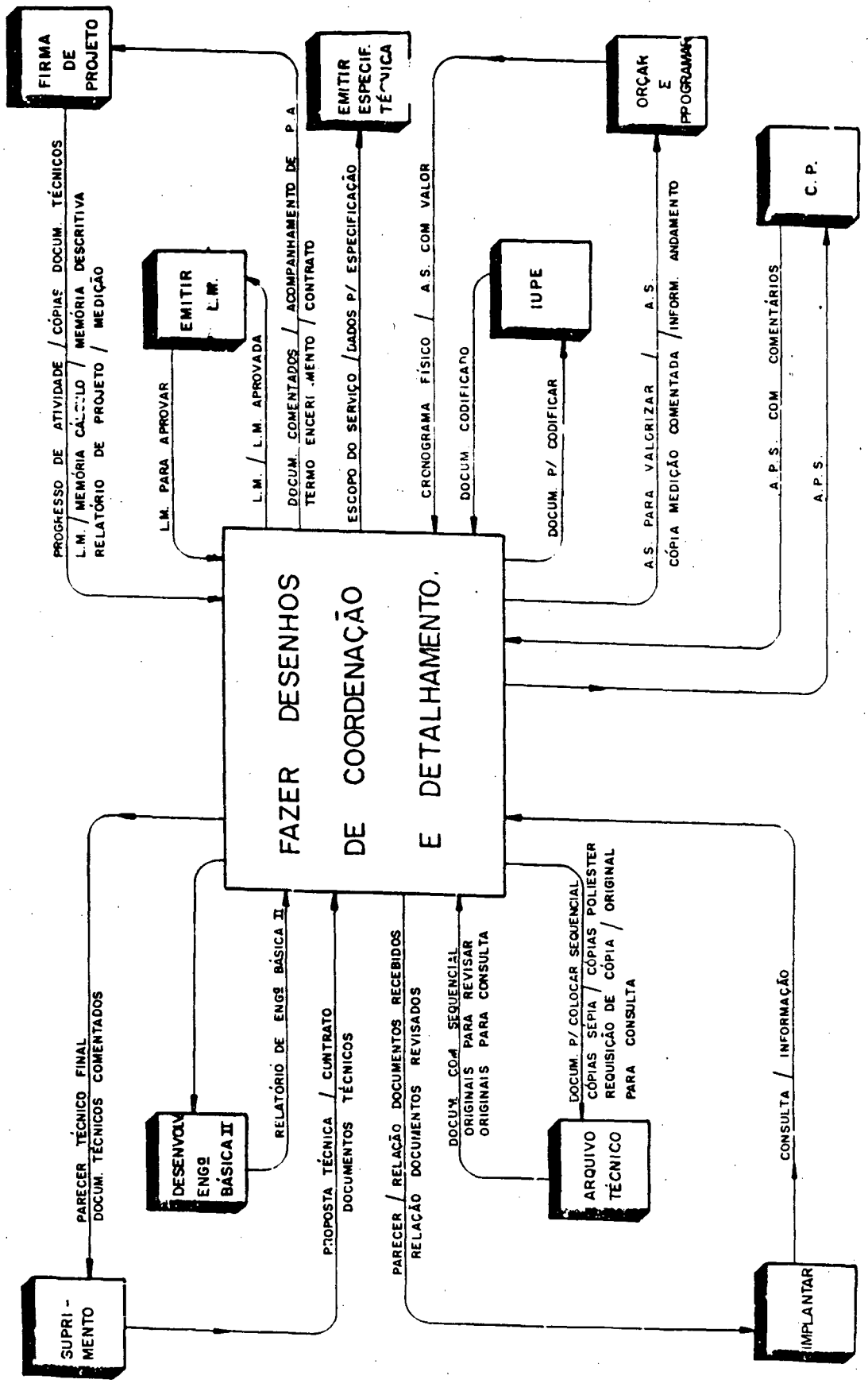
1.1.2.3-DESENVOLVER ENGENHARIA BÁSICA I-NÍVEL 3



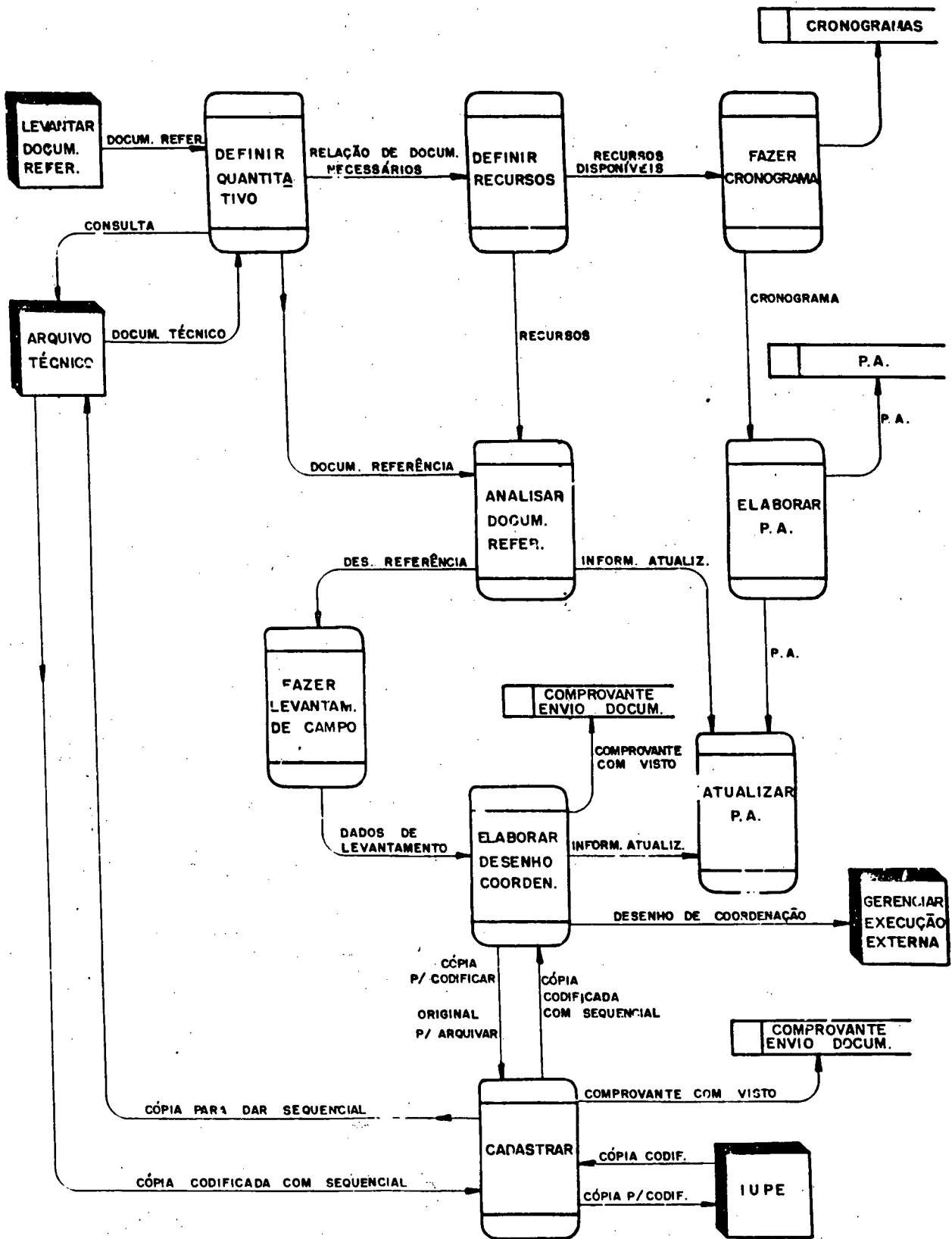
1.1.2.4 - EMITIR ESPECIFICAÇÃO TÉCNICA - NÍVEL 3



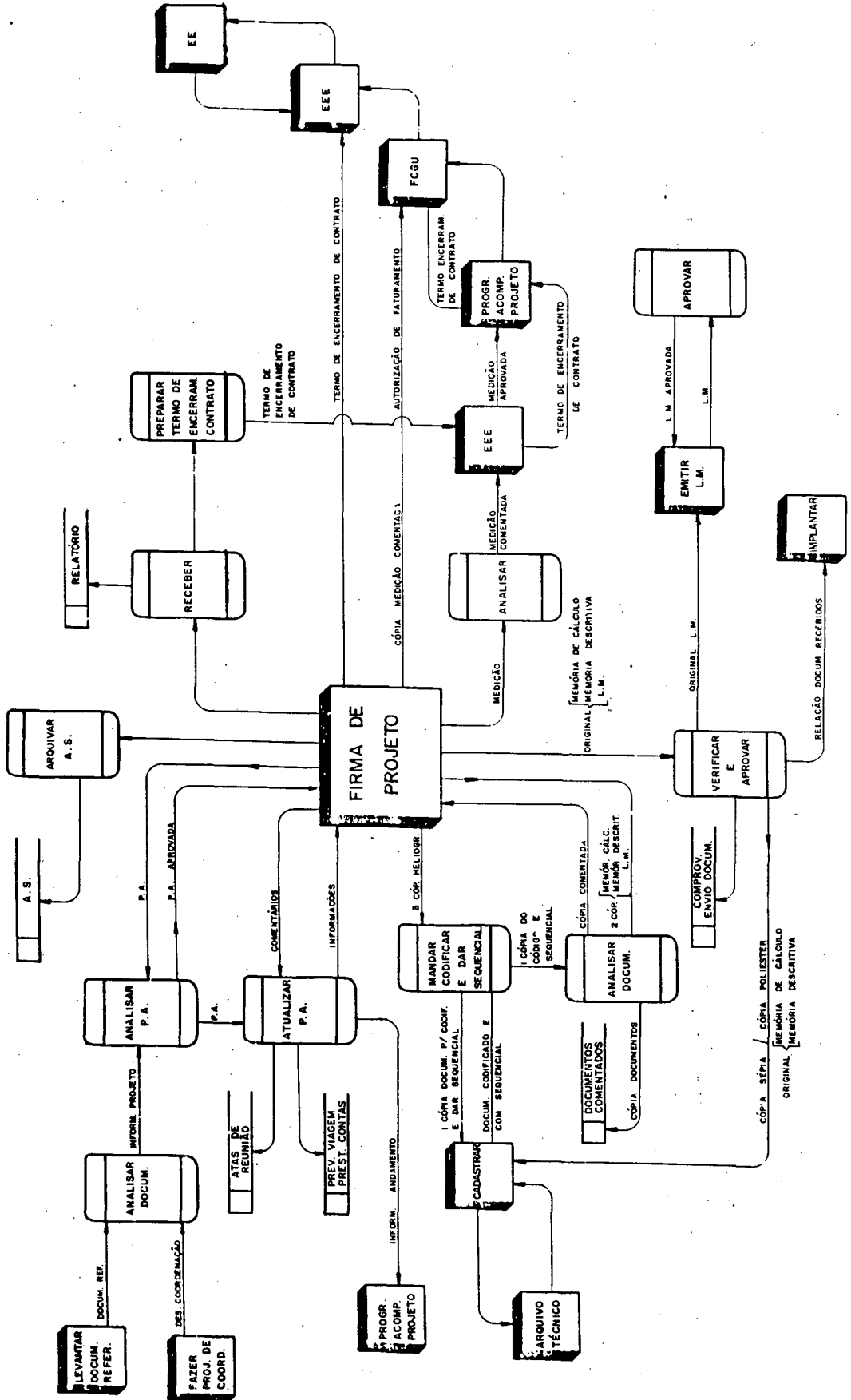
COORDENAR E DETALHAR PROJETO



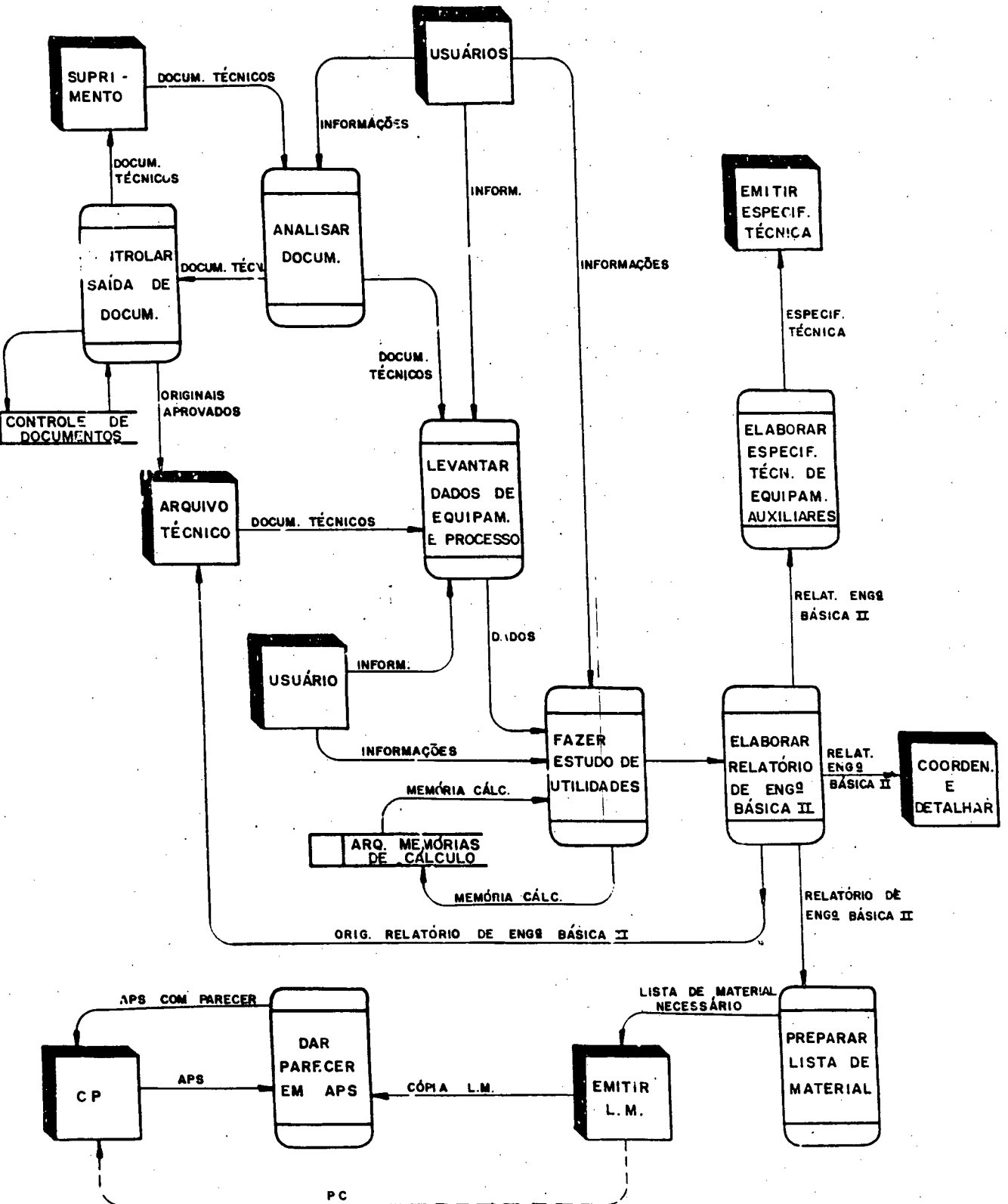
1.2.5.8-FAZER PROJETO COORDENAÇÃO-NÍVEL 4



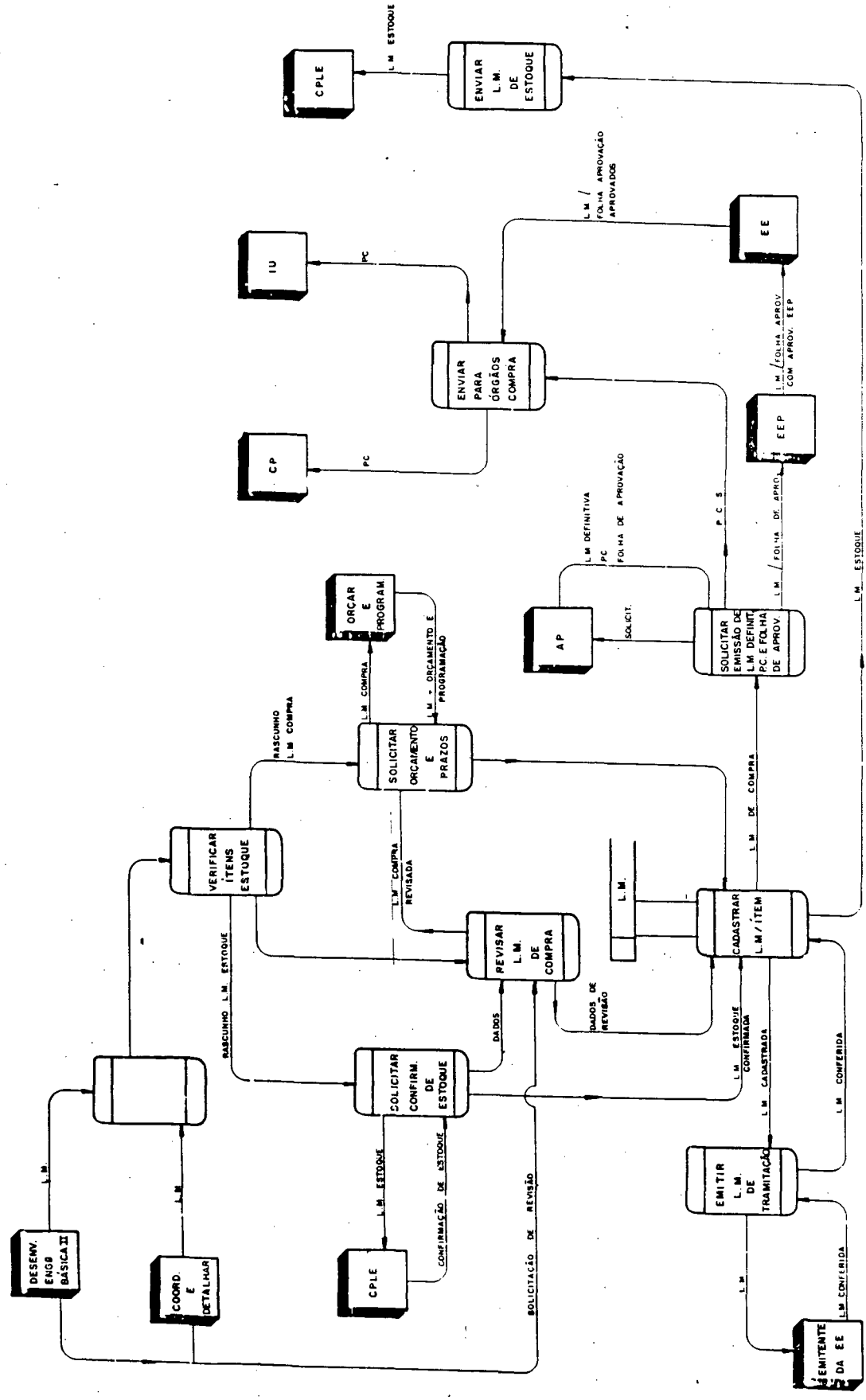
1.1.2.5.10 - GERENCIAR EXECUÇÃO EXTERNA - NÍVEL 4



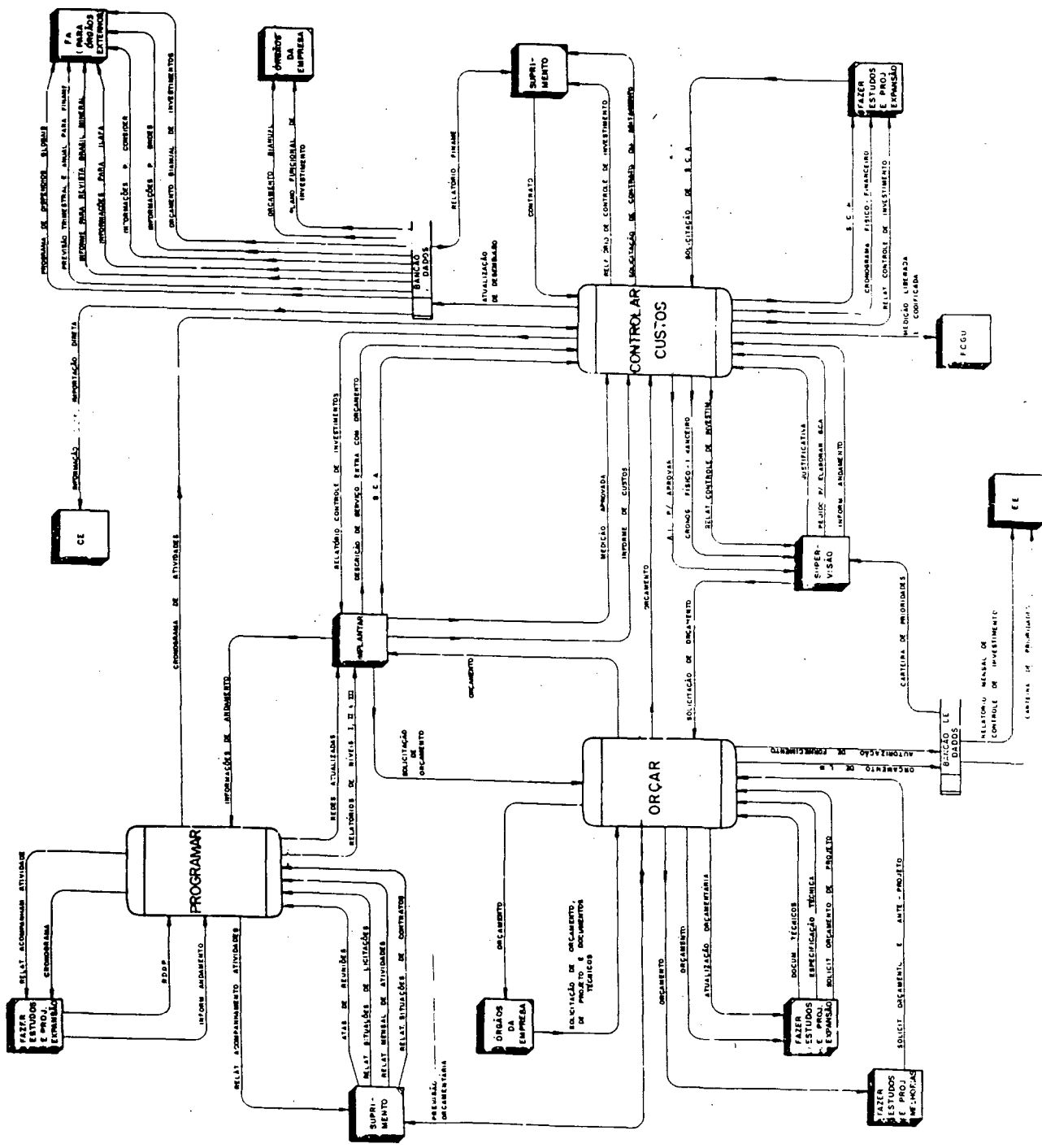
2.6-DESENVOLVER ENGENHARIA BÁSICA II-NÍVEL 3



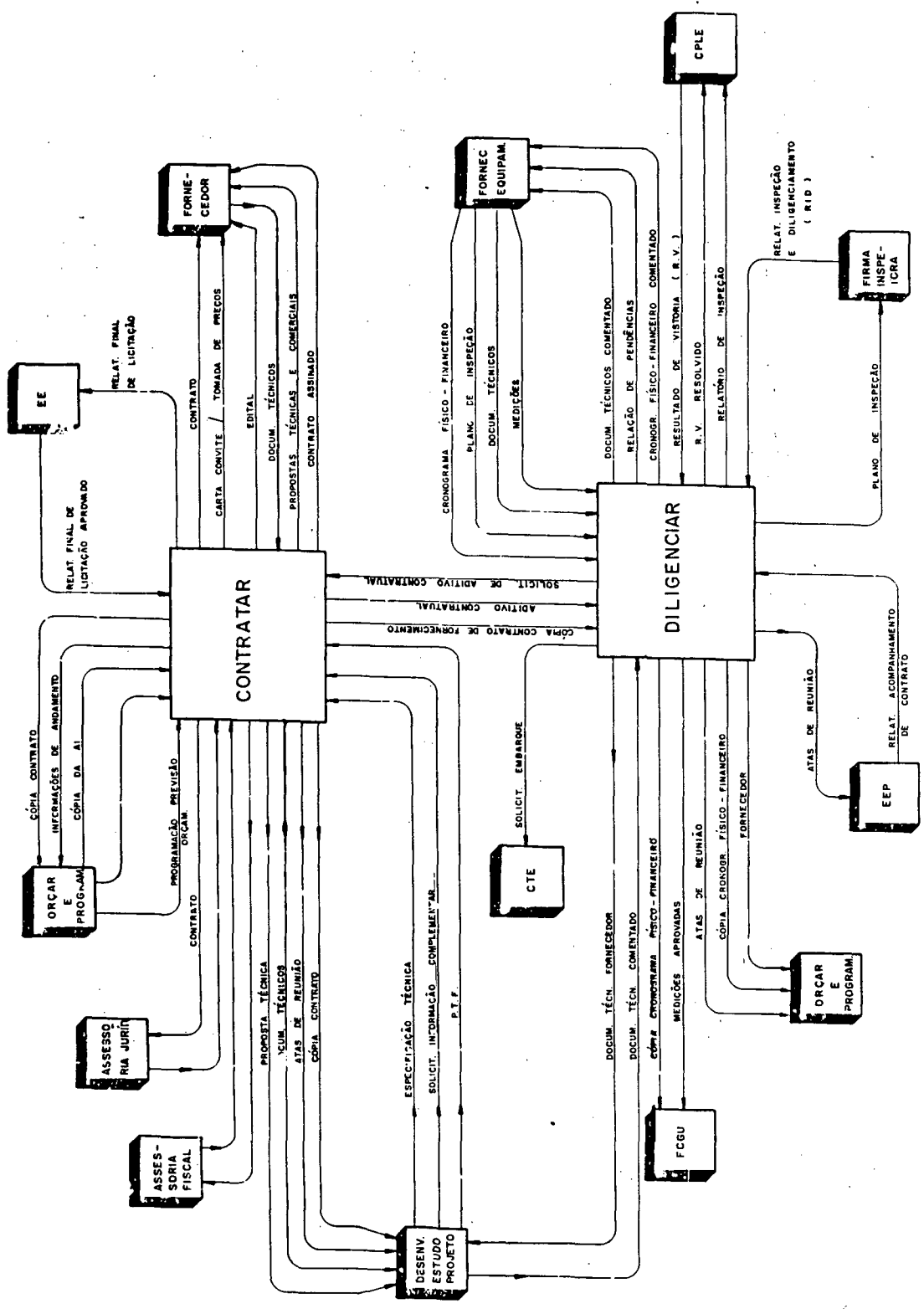
I.1.2.7 - EMITIR L.M. - NÍVEL 3

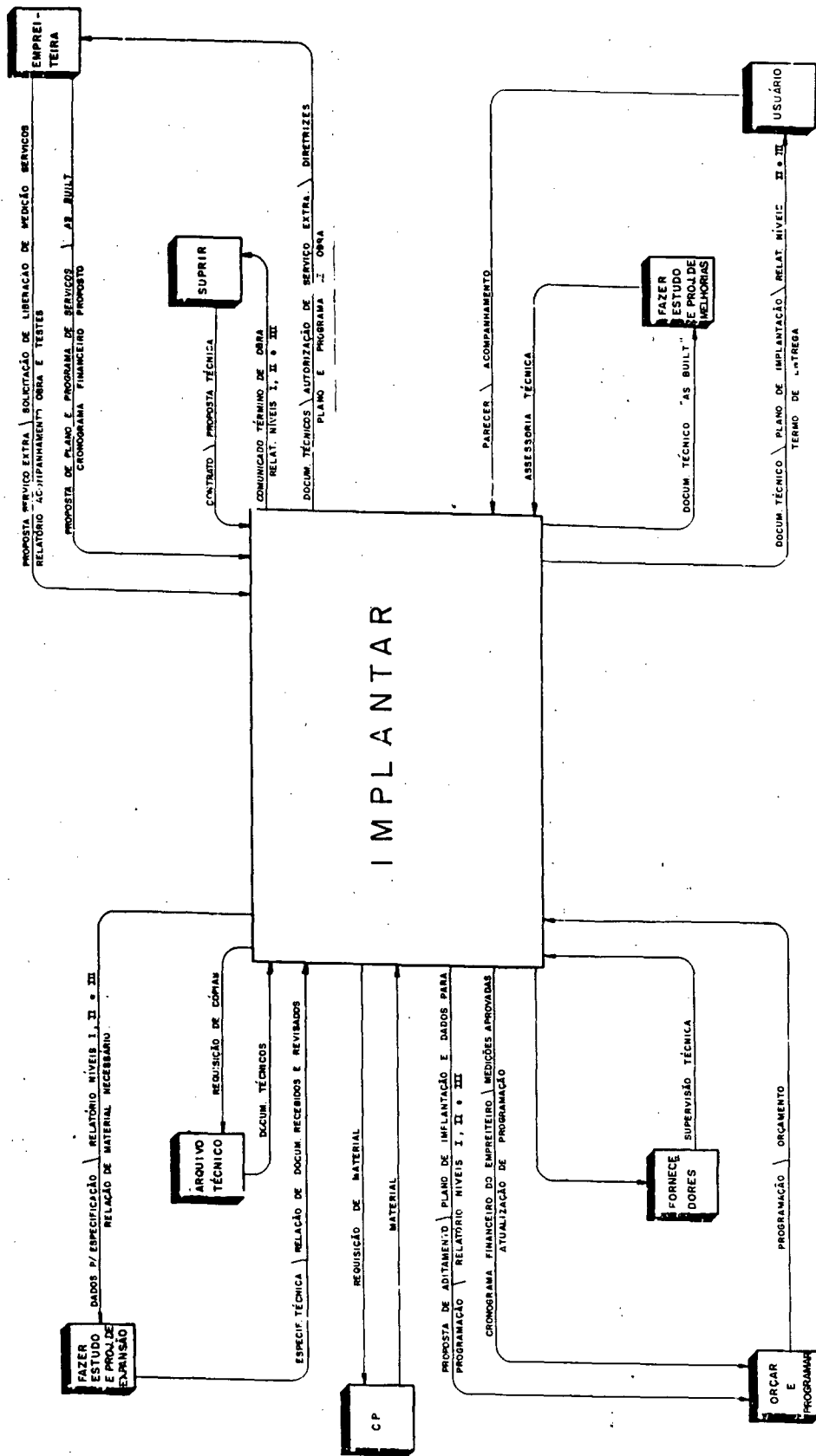


1.2.2 - NÍVEL 2 - ORCAR E PROGRAMAR

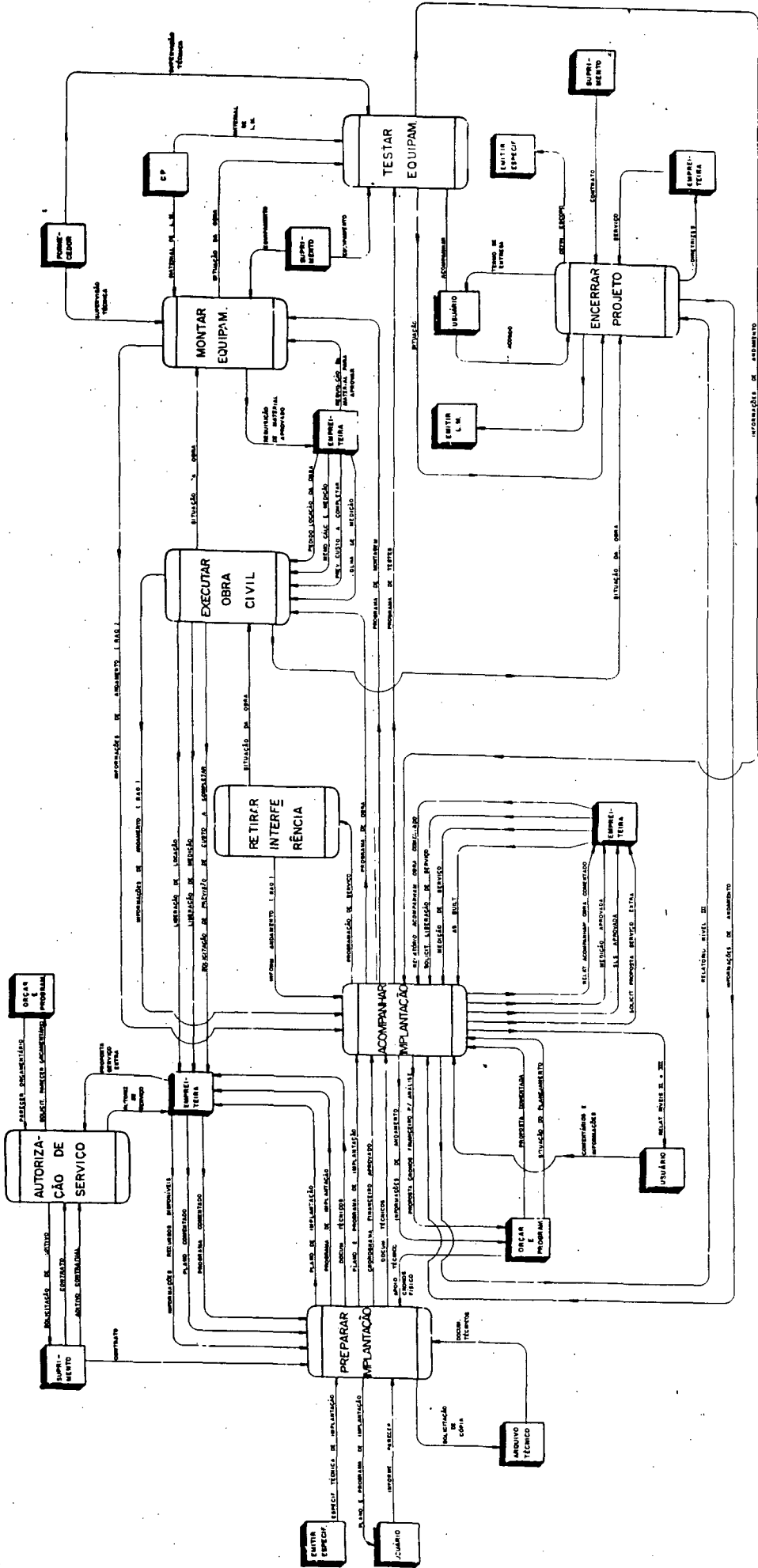


1.4.2 - SUPRIMENTO - NÍVEL 2



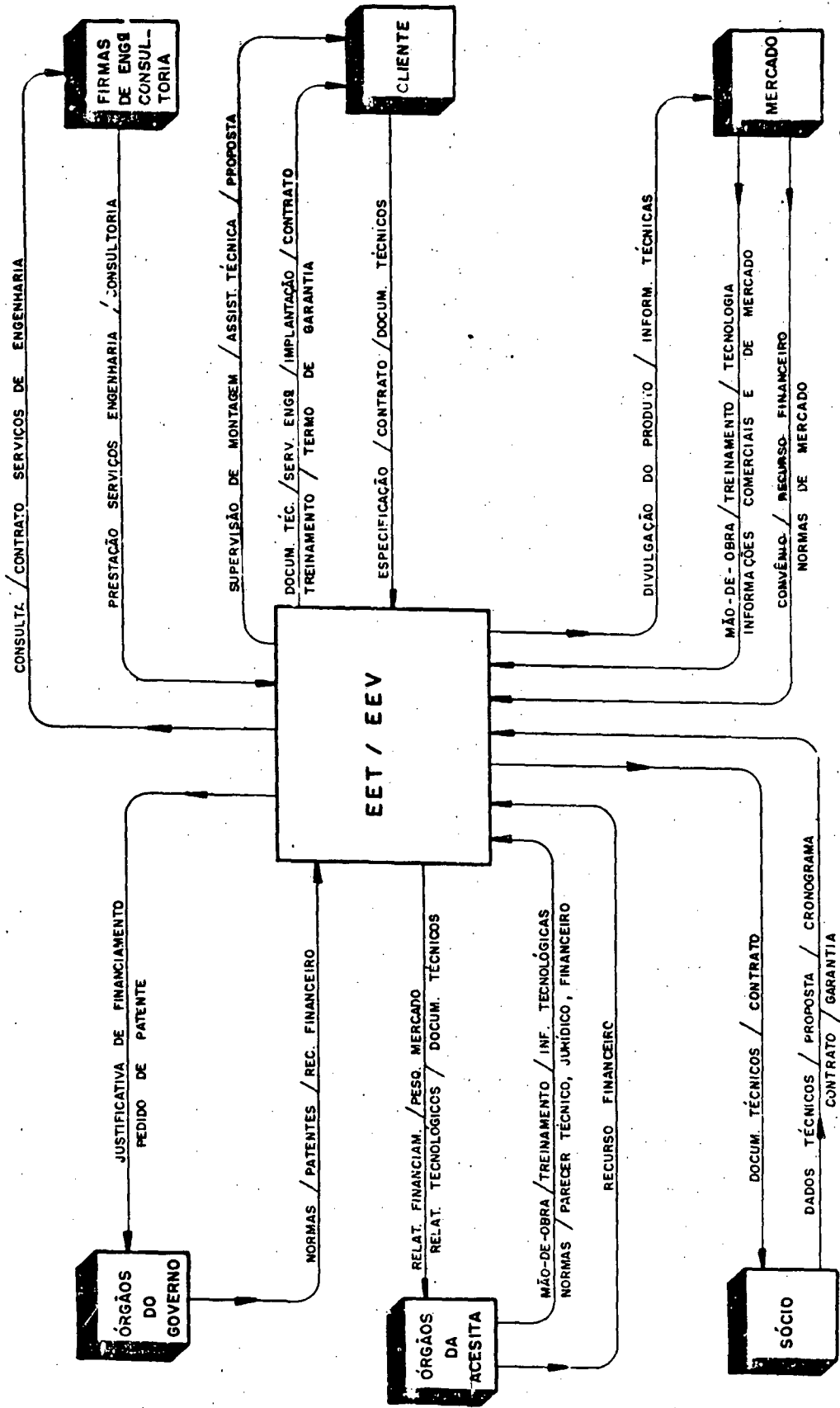


1.3.2 - NÍVEL 2 - IMPLANTAR PROJETOS

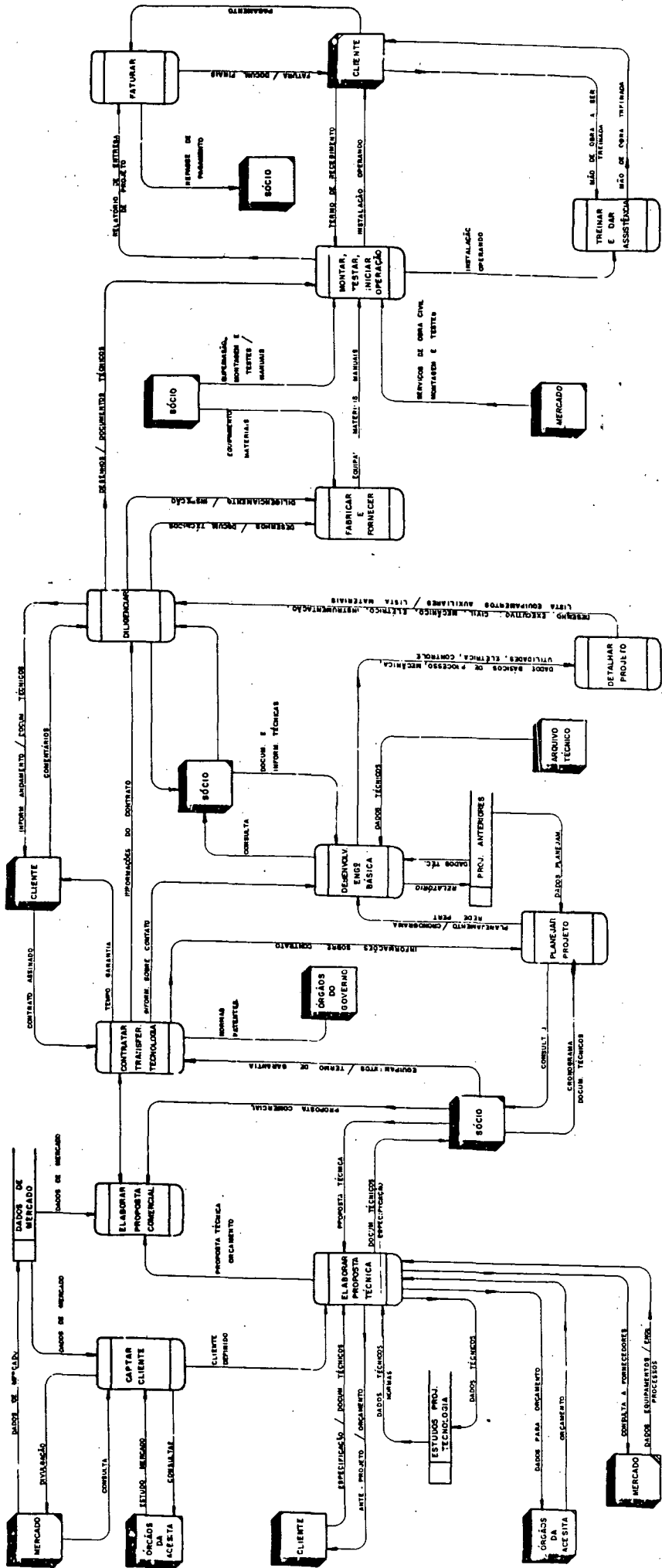


VENDA DE TECNOLOGIA

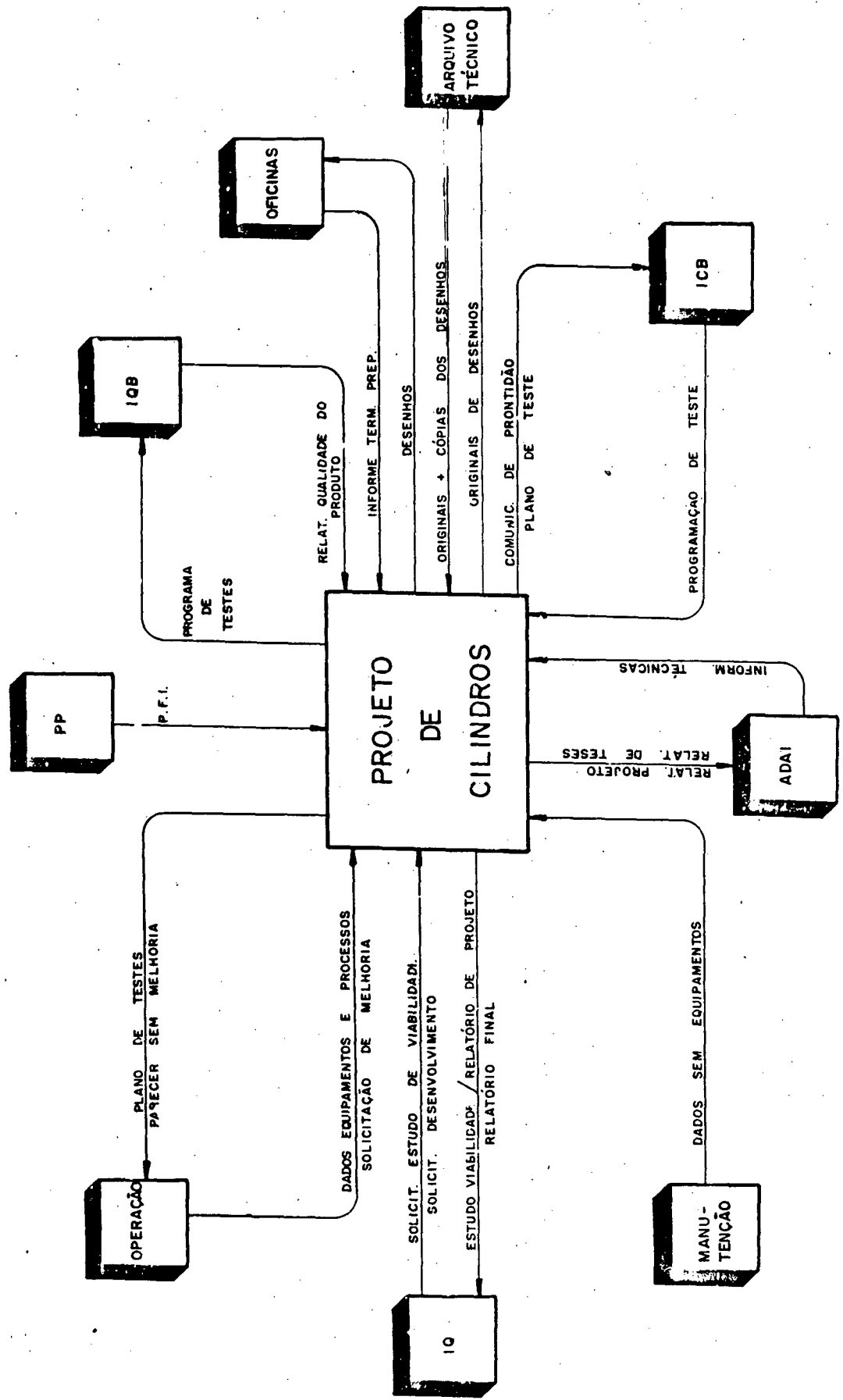
A.7.070



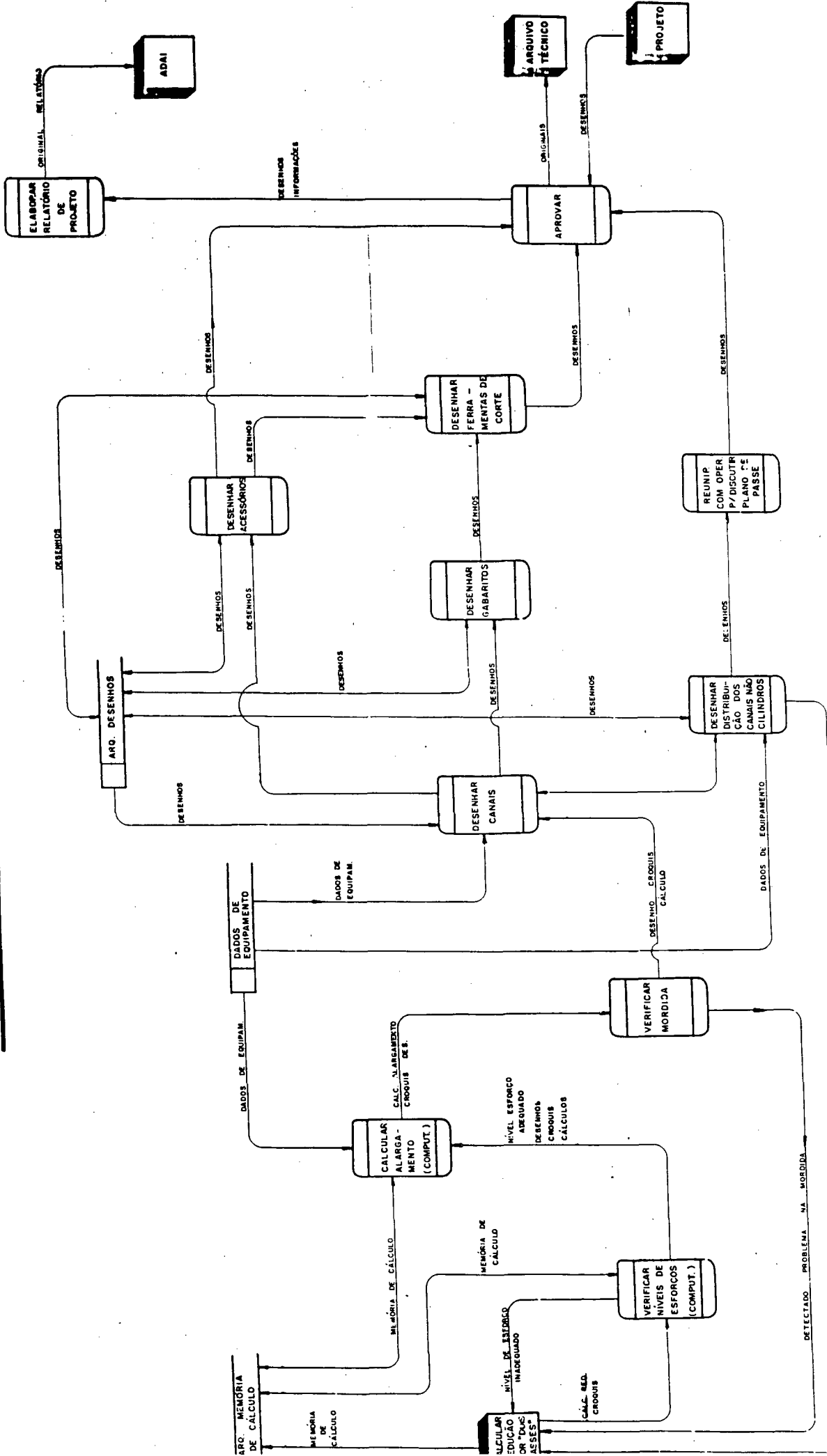
NÍVEL 2 - VENDA DE TECNOLOGIA



ESTUDOS E PROJETOS DE CALIBRAÇÃO



ELABORAR PROJETO DE CALIBRACIÓN



ANEXO 2

PROPOSTA DE ESTRUTURA PARA O AMBIENTE DE ESTUDOS E PROJETOS DA ACESITA

No estudo feito, foram observadas situações que, sanadas, melhorariam o desempenho do ambiente de estudos e projetos da ACESITA como um todo. Embora alguns setores estejam bem sintonizados com as necessidades e requisitos das áreas a que prestam serviço, de uma forma geral existe a necessidade de uma reformulação organizacional do ambiente.

A proposta feita nesta dissertação visa contribuir para essa reestruturação, mas cobre apenas o aspecto genérico da estrutura, já que um estudo detalhado teria que envolver órgãos específicos e recursos mais amplos que aqueles designados para este trabalho.

Considerando que o fator integração é considerado como fundamental pelos especialistas da área de projeto e fabricação, quando se deseja trabalhar com a maior taxa de produtividade e maior flexibilidade, a situação fragmentada do ambiente tem que ser alterada. Para isso, propõe-se que o ambiente de estudos e projetos seja dividido em três grandes blocos, de acordo com a natureza de sua atividade:

- Estudos e Projetos de Produtos e Processos;
- Estudos e Projetos de Sistemas Produtivos;
- Estudos e Projetos de Manutenção.

A estrutura deveria ser como mostra a figura A 2.1. O nível superior de Estudos e Projetos, deveria ser estruturado como um órgão que se responsabilizasse por todo o processo na empresa. Este fato, em conjunto com o planejamento centralizado, possibilitaria melhor aproveitamento dos recursos do ambiente, bem como uma participação realmente efetiva dos elementos especializados nas soluções dos problemas da empresa.

Esta centralização de administração não deve ser encarada como centralização física ou como dependência de comando, para não tornar ineficientes as áreas que atuam em contato direto com os

órgãos de fabricação.

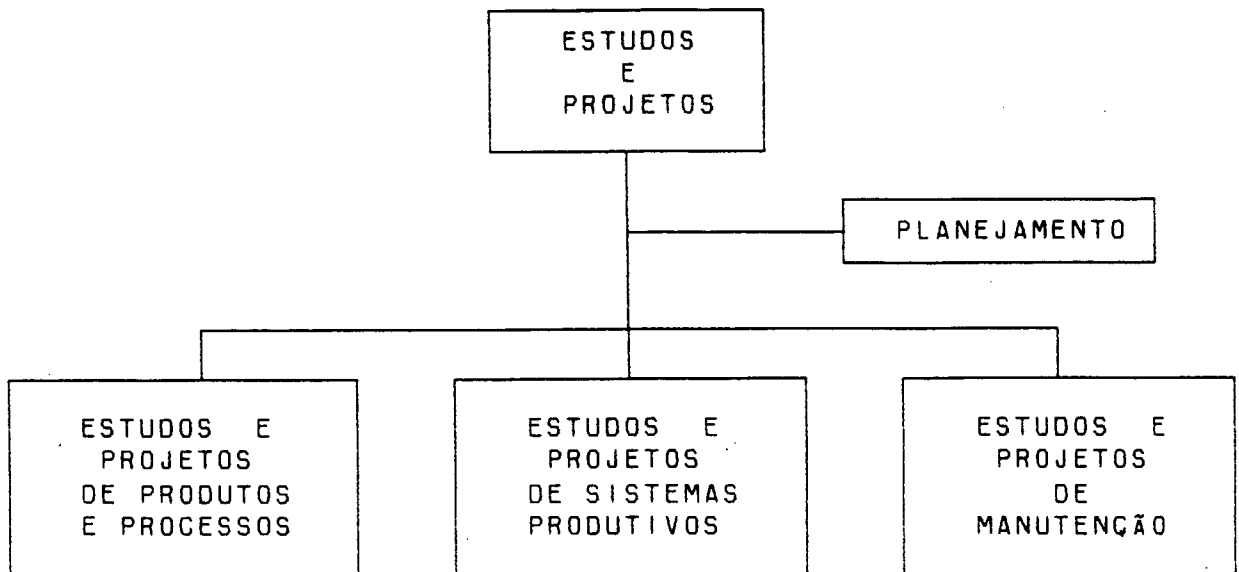


Figura A 2.1- Diagrama de ESTUDOS E PROJETOS - nível 1.

As definições relativas aos blocos da figura A 2.1 são:

1. Estudos e Projetos de Produtos e Processos é uma função ligada diretamente aos órgãos de Fabricação e Planejamento (de fabricação), para assessorá-los e fornecer-lhes as informações necessárias para a obtenção dos produtos especificados.

Dentro deste processo estão os serviços das atuais áreas de:

- Metalurgia;
- Estudos e Projetos de Fundição;
- Estudos e Projetos de Calibração;
- Estudos e Desenvolvimento.

2. Estudos e Projetos de Sistemas Produtivos, tem por objetivo principal dotar a empresa dos meios produtivos mais adequados para o cumprimento do seu planejamento estratégico e para atender às condições operacionais exigidas pelos produtos especificados.

Dentro deste processo estão os serviços das atuais áreas de:

- Estudos e Projetos de Engenharia;
- Parte de Estudos e Projetos de Melhorias e Reformas;
- Parte da Gerência de Processamento de Dados.

3. Estudos e Projetos de Manutenção está diretamente ligada à função Manutenção, existente dentro do bloco Fabricação e visa assessorar seu trabalho de manter os equipamentos e sistemas produtivos da empresa nas condições mais adequadas de desempenho e custo operacional.

Dentro deste processo estão os serviços das atuais áreas de:

- Engenharia de Manutenção;
- Parte de Estudos e Projetos de Melhorias e Reformas;
- Parte do Planejamento de Manutenção.

O diagrama de fluxo de dados do sistema no nível 1, P.1.0/D, apresenta as interligações que existem entre as três funções básicas de Estudos e Projetos e os demais blocos do sistema produtivo.

Dentro das condições atuais existentes, cada um destes grupos trabalha de forma quase que completamente isolada dos demais. No sistema proposto devem trabalhar de forma integrada. É importante que as informações geradas em cada um alimente os demais e que as decisões tomadas em cada um deles leve em consideração as experiências e a situação dos outros, principalmente no aspecto estratégico, de administração de recursos e de soluções técnicas.

Cada uma das funções de Estudos e Projetos, se ocupa de uma etapa do processo produtivo da empresa e, nesse trabalho, deve se especializar em determinados aspectos de processos que são bastante distintos de uma para outra. A forma de ataque dos problemas e a metodologia de trabalho pode ser bastante similar, mas o enfoque com que acompanha e atua são diferentes.

A função de Estudos e Projetos de Produtos e Processos tem as seguintes responsabilidades:

- Acompanhar e analisar os processos produtivos e produtos existentes na empresa;
- Desenvolver novos produtos e processos;

- Fazer estudos de viabilidade de fabricação de produtos novos e existentes;
- Desenvolver os estudos e projetos necessários para a especificação completa de processos de fabricação;
- Manter atualizada a memória técnica da empresa no tocante às informações de produtos e processos;
- Desenvolver práticas operacionais padronizadas e métodos de acompanhamento e controle dos mesmos;
- Acompanhar o estado-da-arte de produtos e processos siderúrgicos para verificar a aplicabilidade na empresa;
- Manter-se informado sobre as especificações de produção e sobre o andamento dos processos produtivos;
- Acompanhar as tendências do mercado quanto à área de atuação dos produtos da empresa;
- Trabalhar de forma afinada com as áreas de marketing e de vendas;
- Estar apta a emitir análises e pareceres sobre os produtos e os processos, em termos de viabilidade, falhas e recomendações;
- Manter atualizada a documentação relativa às práticas operacionais e acompanhar os procedimentos assumidos no cumprimento das mesmas.

A função de Estudos e Projetos de Sistemas Produtivos tem as seguintes responsabilidades:

- Adequar os sistemas produtivos para atender ao planejamento estratégico da empresa;
- Desenvolver estudos e projetos de modificação, adaptação, otimização e aquisição de equipamentos e fluxos de produção;
- Acompanhar a implantação dos estudos e projetos ligados ao ambiente de fabricação;
- Acompanhar e analisar os sistemas produtivos;
- Manter atualizada a memória técnica da empresa no tocante aos seus sistemas produtivos;
- Manter atualizado o conjunto de equipamentos e sistemas produtivos da empresa, cuidando para que não caia na obsolescência ou na improdutividade;

- Acompanhar as novidades e tendências em termos de equipamentos e processos de fabricação da área siderúrgica para identificar pontos de interesse da empresa.

A função de Estudos e Projetos de Manutenção tem as seguintes responsabilidades:

- Acompanhar e analisar o funcionamento dos equipamentos da empresa, seus componentes e utilitários;
- Manter atualizada a memória técnica relativa aos equipamentos da empresa;
- Desenvolver estudos e projetos de análise, modificação, adaptação, padronização, melhoria, otimização e reforma de equipamentos e utilitários;
- Desenvolver estudos e especificações de padrões e métodos de manutenção;
- Manter atualização quanto às tendências existentes no ambiente externo em termos de recursos e técnicas de interesse para a empresa;
- Acompanhar a implantação de projetos de sistemas produtivos e equipamentos.

Apesar da aparente independência existente entre as três funções, elas devem estar bem integradas para que não ocorram perdas de trabalhos e direcionamentos equivocados e conflitantes.

O diagrama P.1.0/D apresenta a nível básico proposto para a função de Estudos e Projetos na empresa. Esta estruturação não é condição exigida para a implantação do sistema CAE/CAD, mas sim uma melhoria do ambiente existente, independente do uso de recursos computacionais em seu meio.

