

FRJ/IEI
FD167

143911-8

Federal do Rio de Janeiro

INSTITUTO DE ECONOMIA INDUSTRIAL

TEXTO PARA DISCUSSÃO Nº 167
MATRIZ TECNOLÓGICA PARA A PRO
DUÇÃO DE SISTEMAS ELETRÔNICOS
DE PROCESSAMENTO DE DADOS NO
BRASIL

José Ricardo Tauile
Mario Luiz Possas

(coords.)

Junho/1988

UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO DE JANEIRO
INSTITUTO DE ECONOMIA INDUSTRIAL



MATRIZ TECNOLÓGICA PARA A PRODUÇÃO DE SISTEMAS
ELETRÔNICOS DE PROCESSAMENTO DE DADOS NO BRASIL:
Uma proposta de metodologia.

Junho/1988



43 - 016487

anpec
Associação Nacional de
Empresas de Produção
em Eletrônica

ESTE TRABALHO FOI IMPRESSO NO
IEI, COM A COLABORAÇÃO DA ANPEC
E O APOIO FINANCEIRO DO PNPE

PROGRAMA NACIONAL DE
PNPE
PROMOÇÃO ECOLÓGICA



FEA-UFRJ
 BIBLIOTECA
 Data: 25 / 8 / 88
 N.º Registro: 043911-8
 MS 98271

S
 UFRJ/IEI
 TD 167

FICHA CATALOGRÁFICA

Tauile, José Ricardo
 Matriz Tecnológica para produção de sistemas eletrônicos de processamento de dados no Brasil; uma proposta de metodologia/José Ricardo Tauile e Mario Luiz Possas. - Rio de Janeiro: UFRJ/IEI, 1988.
 70 p., 21cm. (IEI/UFRJ.Texto para Discussão, 167).
 1. Processamento de Dados - Brasil. I. Possas, Mario Luiz. II. Título. III. Série

INSTITUTO DE ECONOMIA INDUSTRIAL/UFRJ
 E
 INSTITUTO DE ECONOMIA/UNICAMP
 Maio de 1988

Coordenadores: José Ricardo Tauile
 Mário Luiz Possas

Pesquisadores: Adriano Proença
 Cristiane Machado Quental
 João Carlos Ferraz
 Margarida Baptista
 Myriam Mousinho Gomes

Consultores: Franco Vidossich
 Luiz Antonio Meirelles
 José Rubens Doria Porto
 Ricardo Mourthé

Apoio Administrativo: Sebastiana de Souza Barros e
 Carla Meira Barros
 Datilográfico/digitação: Célia e Jorge Amaro
 Reprografia: Paulo, Luís, Pedro, Cesar, Célio e Josimar.
 Edição final: Eliane / Jim.

ÍNDICE

- 1 - Apresentação
 - 2 - O Projeto Matriz Tecnológica
 - 3 - Matriz Como Instrumento de Avaliação Tecnológica
 - 4 - Organização Geral da Matriz Tecnológica
- Anexo I - A Matec para Microcomputadores

NOTA: Este documento é um resumo do relatório final do projeto Matriz Tecnológica - 1ª Fase (Piloto), realizado pelo IEI/UFRJ e IE/UNICAMP, sob encomenda do Ministério da Ciência e Tecnologia.

1 - APRESENTAÇÃO

A idéia da formulação desta matriz tecnológica originou-se na percepção da necessidade de monitoramento da mudança de base técnica do parque industrial brasileiro, de modo a poderem-se avaliar os impactos sócio-econômicos da difusão de equipamentos automatizados com base na microeletrônica. Dadas a rapidez, a forma e as bases político-institucionais da industrialização brasileira, o pesquisador interessado neste tipo de questão esbarra, quase que invariavelmente, na inexistência de bases de dados confiáveis com os quais possa contar, de início, para as referidas avaliações. O problema não se modifica quando o interessado é uma agência governamental ou um órgão específico de apoio às reivindicações trabalhistas. Dados e informações, quando são recolhidos pelo sistema burocrático-estatístico governamental, ou não estão tratados, ou sua organização é norteadada por outras perspectivas, o que influencia até a forma de sua coleta. Quando muito pode-se construir sobre pesquisas pretéritas, melhores ou piores, mais ou menos amplas e eventualmente referidas ao ponto agora em questão, estudos de casos representativos ou ainda recorrer a inferências calcadas em fontes secundárias de informações sobre a indústria, sobre o comércio exterior ou sobre o emprego de maneira geral.

Em outubro de 1986 a idéia desta matriz foi formalmente esboçada pela primeira vez quando os dois coordenadores deste projeto compareceram a uma reunião entre o DIEESE e a FINEP para, justamente, discutirem um projeto de criação de uma base estatística de dados a respeito dos efeitos da automação sobre o trabalho na indústria. Após consulta a diversos "experts" internacionais, que consideraram a idéia muito interessante e relevante, mas de difícil formulação e consecução, deparamos, através de contacto com o prof. S.Lall, com um projeto semelhante, ainda que mais simples e parcial, do Banco Mundial sobre o setor de auto-peças na Índia. Sentimos então que a idéia era viável. Inicialmente, a intenção era a de fazer a matriz para a indústria automobilística no Brasil, em função da possibilidade de cooperação com o programa "World automobile", do MIT e do SPRU, e da

fatura de dados sobre esta indústria internacionalmente. O mesmo professor Lall questionou esta lógica e, abertos a este questionamento, acabamos por concluir pela relevância e prioridade de se fazer a matriz tecnológica para a produção de sistemas eletrônicos de processamento de dados/computadores no Brasil, em função das pressões que esta infante indústria de ponta vem sofrendo para abertura da respectiva reserva de mercado.

O MCT e o CNPq, particularmente através de José Carlos Pereira Peliano, que participou da formulação do projeto e acompanhou de perto esta fase de sua execução, interessaram-se desde logo pelo potencial deste estudo e o apoiaram decisivamente. O projeto começou a ser executado(*) em agosto de 1987, reunindo uma equipe interdisciplinar (que envolveu principalmente economistas e engenheiros) e interinstitucional (Instituto de Economia Industrial da UFRJ e Instituto de Economia da UNICAMP) de pesquisadores que também vinham se preocupando com a mesma ordem de questões(**). O principal objetivo desta primeira fase era formular conceitualmente a matriz de modo a viabilizá-la metodologicamente então validá-la, numa segunda fase, através de pesquisa de campo utilizando uma amostra representativa de empresas do setor.

Nesta fase, foi fundamental o apoio da COBRA Computadores S.A., tanto através de sua diretoria, que confiou na seriedade e profissionalismo da equipe, abrindo suas portas e incentivando o estudo, quanto através de seus competentes e pacientes funcionários, particularmente do Eng. Arnaldo Mefano, que igualmente acreditou na relevância dos possíveis resultados. Pela abrangência de sua atuação no ramo, e pela conseqüente representatividade, a COBRA funcionou como uma espécie de laboratório ou, eventualmente, como um caso teste para a concepção da matriz, de maneira concreta e prática.

É importante também mencionar a consultoria prestada pelo prof. Franco Vidossich, em função da proximidade de seus estudos sobre avaliação da complexidade tecnológica (ainda que es-

* Vale dizer, a matriz começou a ser concebida na prática.

** Inclusive com a questão de indicadores tecnológicos.

tritamento do ponto de vista da engenharia e tendo como objeto a indústria metal-mecânica). Sua experiência e seu modelo foram bastante úteis para a operacionalização da nossa própria proposta de matriz.

Ao longo desta primeira fase, fomos cortesmente recebidos em diversas empresas como a EBC, a Scopus e a TDA, e também na ABICOMP, para entrevistas que ampliaram a nossa percepção do objeto em estudo e serviram para checar alguns pontos que nos pareciam obscuros à luz da experiência exclusiva da COBRA.

Os resultados a que chegamos nesta primeira fase representam, via de regra, um trade off entre manter a substância do modelo e a sua operacionalidade, à luz dos meios disponíveis para a segunda fase (de campo) da pesquisa. Caso os ministérios afins (Ciência e Tecnologia, Indústria e Comércio, Trabalho e Educação pelo menos) se sensibilizem com as questões aqui tratadas e reconheçam a contribuição (ainda que, evidentemente, de modo parcial) das idéias ora apresentadas, é claro que o modelo pode ser adaptado para outro elenco de produtos, de diferentes setores, e ser aperfeiçoado para integrar-se ao, e beneficiar-se do, sistema estatístico governamental. Será então, progressivamente, possível conhecer-se muito melhor o esqueleto tecnológico do aparato industrial (e também do setor de serviços, por que não?), seus gargalos, as tendências de sua mutação e as respectivas implicações para políticas de emprego e de formação profissional.

2 - O PROJETO MATRIZ TECNOLÓGICA

2.1 - Introdução

O presente projeto tem por finalidade básica a construção de um instrumental de caracterização e avaliação tecnológica, desde uma perspectiva econômica, da capacidade efetiva de projeto e fabricação de produtos industriais no país. Denominado provisória e sinteticamente "Matriz Tecnológica", será iniciado, por motivos estratégicos, com a indústria de computadores e periféri-

cos, mas foi concebido para ser aplicado em diferentes indústrias mediante adaptações, como um instrumento de análise e formulação de política industrial e tecnológica de alcance mais amplo. É também por esse motivo que focalizará aquelas características tecnológicas dos produtos industriais e seus processos de produção que possuam relevância econômica real ou potencial, além de indicadores de custo de produção.

A indústria de equipamentos para processamento de dados (computadores e periféricos) constitui um dos principais segmentos do que se convencionou denominar de complexo eletrônico. A indústrias que compõem este complexo (1) têm-se constituído, no período recente, em um pólo de irradiação de inovações para diversas atividades, assumindo um papel de destaque no processo de mudança estrutural na indústria de diversos países. Por este motivo, as indústrias que compõem o complexo eletrônico têm sido objeto, nos últimos anos, de um grande número de estudos voltados para a avaliação de sua estrutura, da sua dinâmica e da sua articulação com outros setores industriais.

No contexto brasileiro, as indústrias que compõem o complexo eletrônico - e, em particular, a indústria de computadores - vêm sendo objeto de atenção especial, em função do debate em torno da eficácia da atual Política Nacional de Informática. Os estudos recentemente realizados no Brasil sobre a indústria de computadores têm privilegiado a análise da competitividade das empresas nacionais vis-à-vis as estrangeiras e das perspectivas de consolidação da indústria local.

Estas questões têm sido abordadas principalmente sob a ótica da capacidade das empresas nacionais de acompanhar o ritmo da inovação nesta indústria a nível internacional. Neste contexto, uma das questões mais debatidas tem sido a da capacidade das empresas brasileiras fabricantes de computadores de colocar no mercado equipamentos tecnologicamente atualizados segundo os parâmetros internacionais.

(1) Fazem parte deste complexo, além da já mencionada indústria de equipamentos para processamento de dados, as indústrias de componentes semi-condutores, de equipamentos para telecomunicações, de eletrônica de consumo, e de equipamento para automação industrial e de escritórios.

Uma questão até hoje menos analisada é a do grau de atualização tecnológica da indústria brasileira de computadores, em termos tanto do processo de projeto e desenvolvimento de produtos como o de fabricação. Embora existam apenas informações esparsas sobre a situação atual da indústria brasileira neste campo, os estudos disponíveis sugerem que as empresas nacionais encontram obstáculos sérios para melhorar a qualidade e reduzir os custos de seus produtos, em função das dificuldades para incorporar equipamentos automatizados(2). Estas dificuldades resultam - segundo os estudos disponíveis - tanto das escalas reduzidas com que opera grande parte das empresas nacionais (que tornam inviável a incorporação de equipamentos avançados de automação), quanto do preço elevado destes equipamentos, que precisariam ser, em boa parte dos casos, importados.

A relevância desta questão em termos da competitividade das empresas brasileiras fabricantes de computadores é sublinhada pelo fato de que as empresas líderes nesta indústria a nível internacional vêm realizando esforços significativos para desenvolver e introduzir inovações nos processos de fabricação que permitam incrementar o grau de automação. Em determinados casos, estes esforços têm levado algumas empresas líderes a projetar e a fabricar seus próprios equipamentos para automação, internalizando assim os efeitos do aprendizado no projeto, na fabricação e na utilização destes(3). Concomitantemente, tem surgido - nos países avançados - um conjunto de empresas fornecedoras de equipamentos especializados na montagem e, principalmente, testes de componentes, placas e produtos finais. As próprias características do

(2) Ver, sobre essa questão: HEWITT, T. "Internalizing the Social Benefits of Electronics: Case Studies in the Brazilian Informatics and Consumer Electronics Industry", Relatório do Projeto PNUD/OIT/CNRH, Brasília, mimeo, Abril 1986. Ver também, TIGRE, P.B. "Perspectivas da Indústria Brasileira de Computadores na 2ª Metade da Década de 80". Texto para Discussão nº 89, IEI/UFRJ, março 1986.

(3) A IBM, por exemplo, é um fabricante importante de robôs para montagem de componentes eletrônicos em placas de circuitos impressos.

processo de fabricação na indústria de computadores - fabricação, montagem e testes de componentes e peças de características diversas e montagem e teste do produto final - estimulam o surgimento de fornecedores especializados em equipamentos adequados para cada fase específica do processo de produção. A articulação estreita entre usuários e fornecedores vem-se constituindo numa fonte importante de inovações de processo na indústria de computadores e na indústria eletrônica em geral.

Em função do quadro descrito acima, o estudo das características tecnológicas atuais das etapas de elaboração dos produtos (resumidamente: concepção, projeto, processo de fabricação, suprimentos e serviços de apoio ao usuário), e a identificação das principais fontes de tecnologia acessíveis para a indústria brasileira de computadores assumem grande relevância. O estudo destas características, que identificasse o tipo de técnicas e recursos envolvidos nas principais etapas acima definidas, bem como o estágio atual de capacitação das empresas nacionais, as fontes de tecnologia e as possíveis tendências, em futuro próximo, poderá fornecer diversos subsídios:

- 1 - Em primeiro lugar, os resultados alcançados poderão constituir a base de uma análise do hiato tecnológico entre as empresas nacionais e as empresas estrangeiras.
- 2 - Em segundo lugar, tais resultados poderão ser utilizados para identificar áreas prioritárias em termos do desenvolvimento de tecnologia nacional - inclusive na indústria de bens de capital - para viabilizar a modernização do setor.
- 3 - Finalmente, num plano mais geral, a caracterização das técnicas e dos recursos humanos e materiais (insumos e equipamentos) envolvidos nas diversas etapas de projeto e do processo de fabricação deverá contribuir para uma análise de inserção na indústria de computadores na estrutura industrial. Neste contexto, um estudo com as características aqui propostas contribuirá para uma avaliação mais detalhada do que as atualmente disponíveis dos encadeamentos técnicos e econômi-

cos da indústria de computadores com outros setores industriais, de forma a detectar eventuais pontos de estrangulamento frente a diferentes trajetórias de desenvolvimento previstas para a indústria.

2.2 - Os objetivos

Os objetivos centrais do projeto podem ser resumidos como segue:

- 1 - Construir uma Matriz Tecnológica (V. Metodologia) para a indústria brasileira de equipamentos de processamento de dados (computadores e periféricos), a partir de levantamento de informações primárias a respeito das diferentes tecnologias existentes e/ou previstas internacionalmente para o futuro próximo, correspondentes a cada uma das principais etapas de projeto e fabricação dos produtos da indústria, e respectivo padrão de utilização de insumos, componentes, equipamentos e mão-de-obra para os diferentes tipos de ocupação envolvidos.
- 2 - A partir do levantamento de dados previsto no item anterior, bem como de informações técnicas e econômicas obtidas de outras fontes, formular diferentes cenários para a evolução tecnológica e econômica da indústria a nível internacional e no país, avaliando a magnitude dos hiatos tecnológico e econômico (capacidade de produção doméstica) para cada um dos produtos e respectivas etapas dessa indústria, e o grau em que se estima que possa - e a urgência com que deva - vir a ser superado na próxima década.
- 3 - Aplicando à Matriz Tecnológica os cenários técnico-econômicos do item anterior, realizar simulações que permitam estimar os impactos quantitativos e qualitativos da evolução da indústria, na próxima década, sobre a produção doméstica e importação de insumos, componentes e equipamentos, bem como sobre diferentes segmentos de mão-de-obra, com a finalidade de fornecer subsídios à política tecnológica e industrial para o setor.

Cabe ressaltar que a disponibilidade de uma Matriz Tecnológica, conforme o item 1 acima, representa um objetivo independente dos demais, constituindo-se num instrumento de análise e formulação de políticas passível de utilização frente a eventuais cenários técnico-econômicos distintos dos que venham a ser propostos de acordo com o item 2, ou ainda, para os mesmos cenários básicos, combinações de tendências quantitativas distintas das que venham a ser propostas de acordo com o item 3. Na medida do possível, dentro do item 1 pretende-se elaborar indicadores utilizáveis, regularmente atualizáveis, capazes de caracterizar o movimento de evolução técnico-econômica (i.e. mudança de base técnica) do respectivo setor industrial.

Especificamente, no que se refere à aplicação da Matriz Tecnológica como instrumental para formulação de política industrial e tecnológica, vale destacar, em síntese, as seguintes utilizações possíveis:

- a) avaliação qualitativa e quantitativa (mediante indicadores) do hiato tecnológico e produtivo (capacidade de produção doméstica) das tecnologias utilizadas em cada etapa de produção de cada seção/parte da indústria vis-à-vis as tecnologias de fronteira a nível internacional;
- b) determinação por simulação dos requisitos quantitativos de insumo e equipamentos, e respectivos valores econômicos, associados a diferentes cenários técnico-econômicos;
- c) avaliação, a partir do item (b), das eventuais necessidades de oferta interna de insumos e equipamentos, seja através de importação ou de produção (substituição de importações);
- d) determinação dos requisitos de mão-de-obra, e eventual necessidade de qualificação, por tipo de ocupação, para cada etapa e respectiva seção e para o

agregado da indústria, para distintos cenários técnico-econômicos.

2.3 - Metodologia

A seguir é exposta a metodologia a ser empregada para alcançar os objetivos descritos anteriormente.

2.3.1 - Conteúdo da Matriz Tecnológica

A Matriz Tecnológica pode ser visualizada em três dimensões. Na primeira situam-se os diferentes produtos da indústria, ou pelo menos aqueles que têm alguma significação econômica. A segunda compreende as etapas de elaboração do produto, a saber: concepção (definição e especificação), projeto (no caso de produtos informáticos, de **hardware** e de **software**), fabricação (que compreende distintas etapas da montagem e teste, bem como os sistemas de programação do controle de produção e gerência de qualidade), serviços de apoio ao usuário e relação com fornecedores de componentes. Inclui ainda, como elemento permanente descritivo, a caracterização técnico-econômica do produto. Com exceção desta última, todas as etapas são municiadas de informações qualitativas e quantitativas referentes aos equipamentos e insumos utilizados e à respectiva estrutura ocupacional, assim como ao nível ou patamar de complexidade tecnológica, dentre vários possíveis no atual estado da arte, vigente naquela atividade específica. A fixação deste patamar tecnológico para cada etapa de elaboração do produto constitui a terceira e principal dimensão da Matriz (ver anexo 1).

Embora referida ao conjunto da indústria - obtido através da agregação o ponderação a partir de amostragem -, a descrição da Matriz feita acima aplica-se a uma unidade elementar, em geral uma unidade produtiva (planta industrial), mas, em certos casos, uma empresa - quando a variável em questão envolve aspectos mais gerais, principalmente estratégicos, da atividade produtiva.

Da sucinta descrição acima(4) depreende-se que Matriz Tecnológica é bem mais complexa que a concepção usual de matrizes de relações intersetoriais (ou de "insumo-produto"), não só por envolver maior desagregação, a nível de produtos e processos, do que o habitual, como também por envolver detalhamento e quantificação da estrutura ocupacional de cada etapa e, principalmente, pelo conteúdo tecnológico das informações, nem sempre quantificável. No entanto, o cálculo de impactos "para trás", em termos tanto de insumos quanto de equipamentos e mão-de-obra, é um dos possíveis resultados da utilização deste instrumental frente a distintos cenários de expansão de mercados e mix tecnológico da indústria.

De modo semelhante, a avaliação de indicadores de nível de complexidade e de hiatos tecnológicos por atividade e por produto é um possível resultado, mas não representa um objetivo central. A caracterização qualitativa dos patamares tecnológicos por atividade/etapa de cada produto e sua determinação para a indústria é vista como um elemento fundamental da construção da Matriz e de interesse em si mesmo, independentemente de uma eventual quantificação, que fatalmente envolverá critérios subjetivos.

2.3.2 - Formulação de Cenários

Paralelamente à coleta dos dados necessários à construção da Matriz, serão obtidos através de questionários e entrevistas às empresas a serem amostradas, bem como junto a entidades de classe, órgãos governamentais, consultores especializados e à literatura internacional pertinente, informações quantitativas e qualitativas de natureza tecnológica e econômica sobre as tendências de crescimento, diversificação, mudança tecnológica e estrutura de mercado da indústria em suas partes/seções e etapas produtivas. Sua análise permitirá subsidiar a formulação de cenários técnico-econômicos, que deverão converter as tendências acima referidas em indicadores quantitativos, para os próximos 10 anos, de mix tecnológico, respectiva estrutura produtiva por etapa de cada produto da indústria e correspondentes níveis de produção.

(4) Maiores detalhes, inclusive índice, podem ser encontrados no item 4 a seguir.

2.3.3 - Avaliação de Impactos

A formulação de diferentes cenários técnico-econômicos aplicados à Matriz Tecnológica permitirá quantificar, através de simulações, os impactos sobre produção, capacidade produtiva e emprego, a nível bastante desagregado, das correspondentes trajetórias da indústria.

A avaliação dos impactos diretos será imediata, aplicando-se os níveis de produção anual previstos para as etapas e produtos da indústria à Matriz e somando-se calculado para cada linha da Matriz.

Observe-se que, em contraste com a metodologia convencional de matrizes de insumo-produto, as simulações aqui previstas permitirão calcular impactos em termos reais (no nível de agregação que se deseje), bem como relativas a diferentes mix tecnológicos - inclusive possíveis tecnologias a serem desenvolvidas -, superando as limitações de caráter estático habitualmente associadas à metodologia de insumo-produto.

3 - A MATRIZ COMO INSTRUMENTO DE AVALIAÇÃO TECNOLÓGICA

3.1 - Introdução

O campo de estudos que tem como objetivo analisar a natureza do progresso técnico e seus determinantes (economia da tecnologia) é bastante recente e tem se tornado objeto de crescente atenção e interesse por parte de pesquisadores devido à importância do progresso técnico enquanto fenômeno econômico. No entanto esta é uma área que carece ainda de instrumentos analíticos que possibilitem um entendimento sistemático dos aspectos relacionados à geração, introdução, difusão e resultados da aplicação de tecnologias em um determinado sistema produtivo para então derivar implicações para política industrial e tecnológica.

O problema central enfrentado na elaboração deste projeto foi o de formular uma proposta de abordagem que fosse adequada aos objetivos propostos, no contexto de um país em desenvolvimento. Foi elaborada, para a indústria objeto de investigação, uma matriz das funções tecnológicas básicas com três dimensões, uma primeira para classificação dos produtos, a segunda que desagrega o processo de produção em etapas discretas e diferenciadas, alocando a cada uma os requisitos de insumos (equipamentos, **software**, matérias primas e componentes e trabalho) e uma terceira que identifica, também para cada etapa, diversas "formas" de realizá-la ou distintos patamares tecnológicos.

Estes temas serão retomados mais adiante. No próximo item são esboçadas as características centrais da indústria de base microeletrônica e, em especial, da indústria brasileira de computadores. O objetivo é delimitar o campo de trabalho a partir do qual foi desenvolvido o instrumento de avaliação tecnológica, principalmente no que se refere aos problemas de fundo hoje enfrentados pela indústria. Esta delimitação é importante porque, em última instância, o desenho de qualquer instrumento de avaliação deve ser adequado à natureza e às características do próprio objeto avaliado.

No terceiro item é feita uma revisão da literatura em três direções complementares: primeiro, são examinadas as principais características do fenômeno "progresso técnico"; segundo, são apresentados os indicadores usualmente utilizados em estudos na área e, finalmente, são discutidas diferentes formas de abordagem ao estudo da "economia da tecnologia". A partir daí são identificados os espaços existentes para a formulação e desenvolvimento de novos instrumentos de avaliação.

No último item apresenta-se a proposta de abordagem denominada "Matriz Tecnológica". Origens, definições, vantagens e desvantagens e usos possíveis do instrumento constituem os temas examinados.

3.2 - A Indústria Eletrônica de Processamento de Dados

A eletrônica designa "o conjunto de técnicas que utilizam variações de dimensões elétricas (campos eletromagnéticos ou cargas elétricas) para captar e transmitir a informação" (Relatório Farnoux, in Erber(83)). Esta tecnologia constitui a base de conhecimentos científicos de uma série de indústrias que têm em comum a semelhança dos processos de produção e o fato de um conjunto de firmas estar engajado na produção de mercadorias que são tecnicamente próximas entre si.

Ao mesmo tempo, a microeletrônica está levando ao surgimento de novas indústrias e mercados, ou reestruturando radicalmente outros existentes. Constitui-se, assim, num "paradigma tecnológico", não só por induzir à constituição de novos mercados e indústrias, como também por provocar uma verdadeira transformação das "práticas" produtivas, adotadas nas indústrias metal-mecânica e química, tornando-as mais eficientes.

O complexo industrial eletrônico tem apresentado, nacional e internacionalmente, taxas elevadas de crescimento da produção e de transformação estrutural. As transformações tecnológicas, que vêm determinando as mais revolucionárias mudanças em toda estrutura produtiva, estão vinculadas à indústria dos semicondutores, principalmente no que se refere ao segmento dos circuitos integrados (incluindo microprocessadores). Seus preços internacionais têm caído a taxas vertiginosas e a produtividade vem crescendo a taxas elevadas. Além disto a sua capacidade técnica de realizar funções vem aumentando progressivamente, ao mesmo tempo em que se acentua o processo de miniaturização.

Nos últimos 10 anos, o segmento mais dinâmico do complexo no Brasil tem sido a indústria de computadores e periféricos. Esta indústria, tipicamente de montagem, lidera o ritmo de crescimento da produção do complexo eletrônico, razão pela qual qualquer sistema de acompanhamento do esforço e desempenho tecnológico do complexo deve dar ênfase a análises deste segmento. Este é um dos motivos para que se tome a indústria de computadores

como objeto para o desenvolvimento do instrumento de avaliação tecnológica.

Além do ritmo de crescimento da produção da indústria brasileira de computadores encontrar paralelo na indústria internacional, a evolução tecnológica de produtos e processos apresenta uma relativa compatibilidade com os padrões observados em âmbito mundial. Isto é, apesar do grau de difusão ser distinto, muitas das técnicas de produção e os tipos de produtos introduzidos no exterior e no país, bem como as áreas de aplicações, são similares. Assim, as inovações introduzidas no exterior têm rápida influência sobre o perfil de oferta e demanda brasileiro, condicionando, desta forma, a parcela do mercado passível de ser atendida por empresas nacionais.

No entanto, a indústria brasileira de computadores, apesar do porte expressivo alcançado em um prazo relativamente curto, não está isenta de problemas, entre os quais serão apontados aqueles relacionados pela literatura que estão mais diretamente ligados ao tema central deste projeto de pesquisa:

- ✓ 1 - limitado esforço tecnológico (P&D nas empresas e instituições de pesquisa) em termos absolutos, quando comparados aos esforços internacionais;
- ✓ 2 - taxas de difusão (tanto de práticas produtivas quanto dos produtos na economia) relativamente mais lentas;
- ✓ 3 - inexistência de esforços abrangentes e permanentes dirigidos à formação de recursos humanos (em vários níveis):
- ✓ 4 - número aparentemente excessivo de empresas produzindo equipamentos similares para um mercado de proporções limitadas, implicando o não aproveitamento de possíveis ganhos de escala;
- ✓ 5 - alto custo, baixa qualidade e aparente defasagem tecnológica dos produtos, além de precária assistência técnica ao usuário.

Espera-se que o instrumento de avaliação aqui proposto possa ser utilizado para investigar, de modo sistemático e detalhado, a extensão deste nível de desenvolvimento. Caso este instrumento seja operacionalizado tal como se propõe, espera-se que possam ser identificados os pontos de estrangulamento atuais e futuros da indústria, além das principais condições tecnológicas e econômicas necessárias para consolidar sua capacidade de atingir níveis de eficiência compatíveis com o padrão observado a nível internacional. Cabe mencionar que, em especial, foi dada atenção para a questão dos recursos humanos. Isto porque uma indústria ainda a caminho da maturação, como é a brasileira, na qual o fator tecnológico é crucial, exige intensa preparação e formação de profissionais compatíveis com as novas necessidades que passa a criar, tanto para ensino e para pesquisa, como para a produção e utilização dos produtos por ela gerados. Essas questões deveriam constituir o centro focal de políticas públicas e, portanto, de estudos que se proponham avaliar o esforço e o desempenho econômico e tecnológico da indústria.

Todos estes aspectos são ainda mais relevantes tendo em vista a proximidade do momento em que será questionada a manutenção ou alteração da legislação brasileira sobre reserva de mercado da informática (1992). O momento atual é, assim, bastante apropriado para a construção de cenários tecno-econômicos, em torno de formas de estrutura industrial possíveis ou desejadas, e que explicitem também prováveis impactos sobre o ambiente político e econômico. Para tal é necessário contar com instrumentos analíticos e um sistema de indicadores para acompanhar, entre outros aspectos relevantes, as interações entre esforço, desempenho tecnológico e seus resultantes.

3.3 - Matriz Tecnológica

3.3.1 - Formulação do Problema e Justificativa

Uma resenha sobre indicadores e avaliação tecnológica levaria a concluir que este é um campo de trabalho ainda aberto

para novas contribuições no que se refere a instrumentos de avaliação, devido aos problemas existentes. Estes podem ser resumidos da seguinte maneira: por um lado, os indicadores já utilizados e disponíveis em bancos de dados internacionais são parciais e permitem apenas análises agregadas, que não revelam, em toda a sua riqueza, a complexidade do fenômeno progresso técnico. Para países em desenvolvimento, em especial o Brasil, a não disponibilidade de indicadores tradicionais quanto às fontes e formas de introdução de progresso técnico na estrutura produtiva tornam difícil, se não impossível, a realização de análises com base em uma abordagem "quantitativa", como pode ser feito no caso dos países desenvolvidos. Por outro lado, aquelas contribuições que levam a um melhor conhecimento do problema, usualmente estudos de caso, pecam pela não periodicidade e pelo seu caráter assistemático no tratamento da questão (FTI(86)).

Isto posto, cabe então apresentar os possíveis caminhos para a elaboração de um instrumento de avaliação que apresente as seguintes características: (1) confiabilidade e comparabilidade quanto aos resultados; (2) operacionalidade quanto ao uso; (3) sistematicidade e fidelidade quanto ao tratamento da questão; (4) profundidade quanto ao nível e extensão das informações coletadas; (5) adequação com relação às categorias utilizadas; e (5) capacidade de integração ao sistema estatístico nacional.

Dada a irrefutável importância econômica do progresso técnico, pode-se apontar a existência de esforços, a partir das noções clássicas Schumpeterianas, para elaborar categorias analíticas, tipologias ou classificações hierarquizadas em duas direções: (1) do progresso técnico em relação à intensidade de seu impacto no sistema produtivo (a literatura sobre paradigma tecnológico é o melhor exemplo); e (2) dos setores industriais enquanto setores geradores ou consumidores de tecnologia (Dosi(84)), Freeman e Perez (86), Pavitt (84), Scherer (82)). Estas seriam abordagens que se aproximam conceitualmente da proposta aqui apresentada.

No entanto, para os propósitos específicos deste proje-

to de pesquisa, a preocupação de fundo diz respeito à capacidade de uma indústria, com suas especificidades e complexidade tecnológica, de crescer, e se reproduzir, através do seu potencial inovador tecnológico, ou ainda, da sua capacidade de introduzir e difundir o progresso técnico. Isto pode ser objetivamente avaliado por dois ângulos: o do progresso técnico relativo ao processo de produção e o do relativo aos produtos vendidos no mercado.

A questão subsequente é definir quais seriam o ângulo de visão prioritário e os parâmetros de avaliação relevantes. Como qualquer indústria existe em função do mercado e o problema mais geral é a capacidade da indústria de atendê-lo, o seu desempenho deve ser avaliado em termos do produto por ela gerado. Segue-se que o instrumento de avaliação deve incluir a análise do produto, na qual os parâmetros relevantes são: preço, qualidade e nível tecnológico do produto. Entretanto, a análise do desempenho tecnológico da indústria envolve também necessariamente a análise do processo de produção, onde devem ser utilizados parâmetros de avaliação similares: produtividade, qualidade e nível tecnológico.

Estes são os parâmetros relevantes para os objetivos deste projeto, referindo-se, conjuntamente, a problemas centrais de natureza econômica, tecnológica e empresarial. Falta, no entanto, considerar aspectos que dizem respeito aos recursos humanos ou à estrutura ocupacional relacionada à produção industrial, que, em essência, seriam a qualidade e quantidade da força de trabalho.

No que se refere ao padrão de referência ao qual a indústria será contraposta, o problema não é muito complexo, devido à posição relativa do país no cenário internacional. Isto é, podem ser visualizados três pontos de referência (obviamente móveis e dinâmicos): um mais "distante", isto é, a fronteira tecnológica mundial; outro em posição intermediária, a fronteira de competitividade internacional; e, finalmente, um terceiro "mais próximo", referente à best practice nacional.

3.3.2 - Antecedentes, Forma Geral, Propriedades

Retomando idéias que já foram anteriormente apresentadas, um instrumento de avaliação do desenvolvimento tecnológico, principalmente dirigida ao setor industrial, deve ser:

- a) dinâmico, para apreender um processo evolutivo e mutante;
- b) diferenciado, para captar um fenômeno em progresso, desde a sua origem até a sua introdução no aparato produtivo - que inclua indicadores de fonte, de mudanças, de resultantes e de determinantes;
- c) flexível, para aceitar e captar inovações de intensidade variada, dentro de um mesmo setor industrial.

Em função destas considerações, e dado que a natureza e a direção do processo técnico se cristalizam em um determinado sistema produtivo na forma de novos produtos ou processos, parece razoável tomar o processo de produção como núcleo a partir do qual serão construídos o quadro analítico e os indicadores de avaliação necessários. Isto porque qualquer unidade de produção segue regras e instâncias definidas, podendo, teoricamente, ser entendida e apreendida a partir de um instrumental técnico adequado (Bochet e Hemptine (85)). É necessário então elaborar, para a indústria objeto de investigação, uma matriz das funções tecnológicas básicas e seus requisitos, para, a partir daí, avaliar o seu desempenho, utilizando basicamente os parâmetros de avaliação mencionados anteriormente.

Nesta direção já foram realizados alguns esforços e, em especial, devem ser registradas três contribuições: uma referente à indústria eletromecânica, outra referente à construção naval e a terceira referente a indústria automobilística (Vidossich (80), Lowry e Stevens (79) e Banco Mundial (86)). Deve-se apontar, desde já, que tais instrumentos requerem um profundo conhecimento prático da indústria objeto de análise.

A primeira, conhecida como "Análise da Complexidade Tecnológica", já foi testada em várias indústrias de alguns países e está em fase de otimização e computarização. Já existe acumulado um acervo de pelo menos 540 "fichas" de complexidade de produtos. O seu princípio básico consiste em diferenciar os vários fatores ou atividades necessários a produção de um bem e, para cada um, definir níveis de complexidade tecnológica. Estes níveis correspondem a um certo padrão de evolução da tecnologia eletromecânica que, de certo modo, está associado a um movimento na direção da automação. Para cada nível são definidos índices numéricos, e a soma dos vários níveis de complexidade dos fatores terá como produto um "Índice de Complexidade do Produto", que reflete a complexidade do processo de produção. Assim, torna-se possível estimar, para cada fator, a distância (ou hiato tecnológico) entre empresas nacionais e internacionais e os caminhos e requisitos (principalmente de recursos humanos) necessários para cobrir a diferença observada.

O segundo trabalho tem como objeto a indústria de construção naval. O princípio básico é o mesmo: desagregar o processo de produção em várias atividades discretas e definir, para cada uma, formas diferentes de realizá-las. A escala de referência é também a evolução temporal da tecnologia de construção na área. Nível 1: prática dos anos 30 e 40; nível 2, prática dos anos 50; nível 3, prática dos anos 60; nível 4, prática dos anos 70; nível 5, prática dos anos 80. Assim, é possível comparar o nível tecnológico de cada uma das partes que compõem a produção naval, de forma gráfica, de um estaleiro com relação aos seus competidores. Este trabalho é menos sofisticado que o anterior pois não se tenta estimar índices numéricos e a questão dos recursos humanos não é tratada na mesma profundidade. A vantagem deste estudo é o grau de detalhamento das atividades consideradas, tendo em vista o seu uso específico para a construção naval. Foi aplicado para um universo representativo de estaleiros norte-americanos, europeus e japoneses.

Finalmente, a terceira contribuição, referente à indústria automobilística, e aplicado ao caso da produção indiana de autopeças, é similar às demais, no que se refere ao princípio bá-

sico: segmentar o processo de produção e definir níveis tecnológicos. Os produtos analisados e as atividades consideradas não são extensivos e a escala de referência privilegiada é a fronteira de competitividade internacional. Aí concentraram-se as atenções e a grande contribuição do estudo é a tentativa de estimar os investimentos de modernização necessários para atingir tal "fronteira".

Assim, dados o objetivo do trabalho (monta um instrumento de avaliação tecnológica de uma indústria), o ângulo de visão prioritário (o produto), os parâmetros de avaliação (nível tecnológico, preço, qualidade) e a escala de referência (best practice nacional, fronteira de competitividade, fronteira tecnológica), a primeira tarefa enfrentada foi dar um formato definido ao instrumento, para, a partir daí, elaborar os indicadores necessários. Definiu-se então como adequado o formato matricial em três "eixos": o primeiro referente ao produto, o segundo referente ao processo de produção e demais atividades relacionadas e, o terceiro, indicando o nível tecnológico da atividade considerada.

Na versão que ora se apresenta, podem ser alinhados no primeiro eixo quaisquer produtos entendidos como equipamentos eletrônicos de processamento de dados, que sejam produzidos por empresas instaladas no Brasil. No segundo eixo, são descritas as atividades relacionadas diretamente à produção, incluindo-se também informações necessárias para uma caracterização do próprio produto. No terceiro eixo, para cada atividade ou etapa de produção considerada, são definidas as diversas maneiras de se realizar uma mesma tarefa, classificadas em crescente nível tecnológico, tomando como referência a tendência tecnológica atual (direção: automação). Cada etapa é avaliada também em termos de eficiência (produtividade e qualidade), dos equipamentos utilizados e insumos consumidos, bem como da estrutura ocupacional a ela relacionada. Obviamente são registradas também informações não pautáveis, isto é, existem indicadores que, por sua natureza, devem apenas ser descritos, tais como estrutura ocupacional de uma etapa (anexo 1).

Como a apresentação da Matriz será feita em detalhe a seguir, vale a pena aqui apontar tão somente alguns dos usos potenciais do instrumento e comentar algumas de suas aparentes limitações.

Este é um instrumento estruturado logicamente para refletir as atividades consideradas a partir da ótica da tecnologia, da qualidade e da eficiência. Uma vez operacionalizado, na forma de questionário aplicados a um universo determinado da indústria, seu potencial é muito alto para descrever, relacionar, comparar e simular comportamentos de variáveis de modo sistemático.

A título ilustrativo, tal potencial pode ser visualizado por diferentes ângulos. O principal destes refere-se à localização, dentro de uma escala de referência comum, da posição relativa dos produtos de uma determinada indústria, em termos de seu nível tecnológico, qualidade e preço. Também é possível avaliar e relacionar o produto (em si ou relativamente aos produtos da indústria) com referência ao esforço tecnológico para gerá-lo (projeto de produto, engenharia industrial, sistema de qualidade), ao nível tecnológico e à eficiência (qualidade e produtividade) observada em cada etapa da produção. Ou seja, o instrumento permite examinar, a um nível de detalhe realmente desconhecido pelos instrumentos de avaliação existentes, o esforço tecnológico envolvido no processo de transformação de insumos em produtos.

O segundo ângulo é o referente à indústria. É possível avaliar o nível de desempenho tecnológico médio da indústria, cotando ao padrão de referência o internacional, considerando-se o conjunto de seus produtos. É possível também avaliar o grau de homogeneidade do sistema produtivo, em termos de nível tecnológico existente, entre as várias atividades produtivas (projeto/produção, planejamento/insumos de terceiros, etc.). Finalmente, é possível avaliar os efeitos, em termos econômicos e tecnológicos, das condições de acesso ao fornecimento de insumos a que a indústria está sujeita.

O terceiro ângulo de visão diz respeito a possíveis análises a serem feitas a partir dos níveis tecnológicos descritos. Deste ângulo, a principal utilização da Matriz diz respeito a exercícios de simulações. Isto é, dado que se pode ter uma visão bastante detalhada do nível tecnológico onde a indústria se encontra, em referência a posições mais "avançadas", é possível definir os requisitos necessários (em termos de equipamentos, insumos e mão-de-obra) para esta se mover em uma direção desejada. A partir daí, seria então possível estimar os investimentos necessários e, até mesmo, os requisitos em termos de mudanças na organização industrial.

Finalmente, para concluir esta seção, cabem alguns comentários breves sobre possíveis problemas ou limitações do instrumento, ressaltando o fato que as vantagens parecem compensar em muito tais problemas. Em primeiro lugar, ao "congelar" uma estrutura produtiva, mesmo aceitando-se vários níveis tecnológicos, corre-se o risco de desconsiderar possíveis mudanças técnicas que estejam ou venham a ocorrer em curto prazo. Esta ameaça é real ao se levar em consideração que a indústria objeto de investigação apresenta um alto dinamismo tecnológico. No entanto, a favor do instrumento, é possível apontar que sua construção é flexível e desagregada o bastante para permitir uma atualização rápida e detalhada, via alterações em quaisquer dos eixos considerados, em caso de alteração radical das etapas de produção ou de adição ou supressão de patamares tecnológicos e produtos.

Em segundo lugar, ao segmentar atividades produtivas em etapas, existe o risco de não se considerar, no grau de sua importância, aspectos relacionados com a organização social do trabalho, com o fluxo de informação e de produção entre estas etapas. Em resposta a este problema, aponta-se que a inclusão de questões referentes ao sistema de planejamento do produto, planejamento da produção e ao sistema de qualidade irá certamente diminuir tal risco.

Em terceiro lugar, como o progresso técnico não é um fenômeno linear, com níveis de complexidade claramente identifi-

cáveis, é possível que, em essência, a complexidade tecnológica não seja um fenômeno inteiramente objetivo ou mensurável (Chanaron e Perrin (87)). Esta crítica, mais séria do ponto de vista teórico, somente poderá ser devidamente examinada à luz de resultados concretos que se obtiverem com a aplicação do instrumento.

Em quarto lugar, ainda não se pode afirmar que grau de detalhamento das informações que se pretende recolher é realmente necessário. Em outras palavras, desconhece-se qual é a relação de custo/benefício das informações levantadas. Obviamente a aplicação deste instrumento não é um exercício trivial. O custo da pesquisa de campo deve ser alto e sua realização exigirá uma equipe qualificada e treinada no uso do instrumento. Esta é uma questão pertinente mas, à luz das experiências similares encontradas na literatura, este parece ser um instrumento potencialmente operacional. Além disto, alterações no sentido de simplificá-lo e otimizá-lo somente poderão ser realizadas quando o instrumento for testado empiricamente.

Finalmente, cabe reconhecer que este instrumento ainda é essencialmente estático quanto à sua base de dados, apesar de apresentar potencial de uso para simulações prospectivas com distintos cenários, dada a variabilidade dos níveis tecnológicos. No entanto, não fogem a essa regra todos os instrumentos existentes de avaliação ou de registro de informações. São necessárias aplicações iniciais para ajustar o instrumento e para indicar sua validade do ponto de vista metodológico e como instrumento para fins de política, e assim passível de continuidade. Somente o uso sucessivo permitirá avaliar seu potencial como instrumento de análise prospectiva, mediante simulação frente a distintos cenários, e portanto a validade de se investir em sua contínua atualização.

BIBLIOGRAFIA

- BANCO MUNDIAL - Sector Report for India Automotive Products Industry. 1986 - Washington.
- BOCHET, J. e HEMPTINE, Y., "Intrinsic Indicators of Technological Development: Preliminary Outline of the Issues Involved, in 'ONU - Science and Technology Indicators for Development Policies Proceedings of the panel of specialists of the UN Advisory Committee on Science and Technology for Development held at Graz, Nova Iorque, 1985.
- CHANARON e PERRIN, "The Transfer of R&D to LDCs", Futures, outubro de 1987.
- DOSI, G. "Technological Paradigms and Technological Trajectories: A Suggested Interpretation of the Determinants and Directions of Technical Change", Research Policy, vol.11, n.3, Junho 1982.
- ERBER, F. "O complexo eletrônico: Estrutura, Evolução Histórica e Padrão de Competição", TD n.19, IEI/UFRJ, Rio de Janeiro, 1983.
- FREEMAN, C. e PEREZ, C. "The Diffusion of Technical Innovation and Changes of Techno-Economic Paradigms", SPRU, Universidade de Sussex, Brighton, 1986, mimeo.
- FTI, "Desempenho Industrial e Tecnológico: Proposição de Sistema de Informações Estatísticas", Rio de Janeiro, 1986.
- LOWRY, K. e STEVENS, W. "Technology Survey of Major US Shipyards: 1978". Marine Equipment Leasing Inc. for the Maritime Administration, Falls Church, Va., 1979.
- PAVITT, K. "Sectoral Patterns of Technical Change: Towards a Taxonomy and Theory", SPRU, Universidade de Sussex, Brighton, 1984, mimeo.
- ROSENBERG, N. "Perspectives on Technology". Cambridge University Press, Cambridge, 1976.
- SCHERER, F.M. "Inter-Industry Technology flows in the US' Research Policy, vol.ii, n.4, agosto, 1982.
- VIDOSSICH, F. "El Índice de Complejidad de los Bienes de Capital: Manual de Utilización", estudo preparado para ICIS/UNIDO, Viena, 1980.

4 - ORGANIZAÇÃO GERAL DA MATRIZ TECNOLÓGICA (MATEC)

4.1 Introdução

O objetivo deste texto é apresentar a formulação geral da Matriz Tecnológica (Matec). Ele descreve a lógica de construção da Matec, tanto a nível de concepção como de organização das informações. Está dividida em três partes. Esta introdução, a discussão da estrutura da Matec, e a apresentação mais geral do conteúdo dos resultados encontrados na primeira fase do projeto.

4.2 A Estrutura de uma Matriz Tecnológica (Matec)4.2.1 Concepção Geral de uma Matec

O objetivo de uma Matec é registrar o estágio tecnológico dos produtos e das unidades produtivas dos produtos, as estruturas de equipamentos, de ocupações e de insumos a eles associadas. Além disso, será feita uma avaliação dos custos típicos de cada estágio. Assim, a Matec é, em si, um instrumento para organização lógica de um grupo coerente de dados. É uma forma específica de apresentar um certo conjunto de informações. Ela retrata uma dada situação em um determinado instante de tempo, tornando mais visíveis as possíveis relações entre os diversos aspectos da questão tecnológica. Ela permite também que se façam simulações a partir da manipulação dos dados.

As Matecs possuem uma estrutura geral semelhante, mas se diferenciam de acordo com o produto que abordam. Matecs de produtos de uma mesma indústria tendem a ser bastante parecidas, com diferenças em aspectos menores. Um conjunto de Matecs pode descrever a situação de uma indústria, tomando como unidade de análise os produtos por ela produzidos (e, portanto, os mercados por ela atingidos).

Coerente com esta abordagem, a Matec opera com o conceito de unidade produtiva, e não de empresa. Como seu enfoque é por produto, as características das linhas de projeto e produção só são consideradas quando parte do processo de geração do produto observado. A Matec só guarda, portanto, informações sobre a unidade produtiva que gera o produto; ela não avalia como um todo a empresa que o produz. Como uma empresa costuma manter em produção produtos distintos, não é difícil que ela tenha suas características duplamente (ou triplamente, etc.) registradas em Matecs de diferentes produtos.

A situação da unidade produtiva que gera o produto observado é um dos principais registros da Matec. Tal situação é descrita pela determinação do estágio tecnológico de cada uma das etapas do processo de geração do produto e de uma série de informações a ele associadas.

A determinação destas etapas é algo problemática. A princípio, cada etapa corresponde a uma parte do processo que engloba um conjunto de operações de trabalho bastante homogêneo em relação aos conjuntos imediatamente antes e depois de sua ocorrência. Nem sempre é possível manter o rigor quanto a esta definição. De acordo com particularidades dos processos da indústria, podem ser necessárias algumas adaptações. Este assunto será abordado com mais detalhe no item seguinte deste texto.

A cada etapa deve-se associar um conjunto de sucessivos estágios tecnológicos, também de difícil determinação. É preciso conhecer o passado, o presente e as perspectivas de futuro para a tecnologia da indústria. Tomados um a um, cada estágio corresponde a um determinado conjunto de meios de trabalho, com ênfase nos aspectos estritamente tecnológicos dos equipamentos e métodos utilizados. Os estágios específicos de cada etapa podem ser considerados como "patamares tecnológicos". Assim, o patamar da etapa indica, com alguma precisão, como a unidade produtiva a está realizando.

A cada etapa associa-se também um conjunto de informações relevantes para posterior avaliação dos efeitos do movimento de um patamar tecnológico para outro. Dentre estas, destaca-se a estrutura ocupacional. A Matec registra quais os profissionais envolvidos em cada etapa, tanto a nível de qualificações como das quantidades de cada tipo. Tanto a estrutura ocupacional quanto a estrutura de insumos e de equipamentos utilizados na etapa se fazem acompanhar de dados econômicos quantificáveis (gasto com insumos e depreciação, salários).

A abordagem acima descrita é a maneira típica da Matec tratar de uma etapa. Em síntese, ela registra os patamares tecnológicos dos equipamentos e/ou métodos de trabalho, e associa a esta informação os dados sobre a estrutura ocupacional e sobre o desempenho do sistema de homens, insumos, equipamentos e softwares que realiza a etapa.

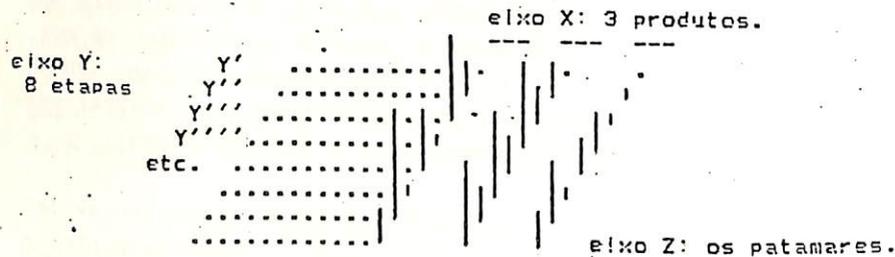
Além da situação da unidade produtiva, a Matec de um produto registra as informações relevantes para avaliação da performance desse produto. Assim, é possível comparar produtos concorrentes, e estabelecer inferências quanto às relações entre algumas características do produto e o patamar tecnológico de certas etapas. A partir da determinação das características fundamentais para o sucesso do produto no mercado, pode-se identificar quais as mudanças de patamar que merecem maiores esforços.

O terceiro registro fundamental de uma Matec são as características técnico-econômicas dos principais insumos do produto considerado. O conjunto escolhido deve ser o tecnológico e economicamente relevante. Em outras palavras, a questão aqui é definir o agrupamento de componentes comprados de terceiros que seja necessário e suficiente para avaliação dos problemas e vantagens comparativas da unidade produtiva do produto. Dentre as informações sobre cada insumo destaca-se o seu preço, que, associado a outros dados, permite interessantes considerações sobre os aspectos econômicos da geração do produto considerado.

4.2.2 Estrutura de uma Matec

Uma Matec é uma matriz tri-dimensional, que pode ser visualizada segundo três eixos ortogonais. A título de ilustração, vamos chamar estes eixos de X, Y e Z. O eixo X corresponde ao eixo dos produtos do tipo abordado pela Matec. O eixo Y é o eixo onde se indicam quais as informações relevantes para avaliação de cada produto específico, do estágio tecnológico da unidade produtiva e da situação técnico-econômica dos principais insumos do produto. O eixo Z é onde se indica em que estágio a unidade produtiva está no que se refere à informação indicada no eixo Y.

Em outras palavras, o eixo Z é o eixo onde se alinham os patamares tecnológicos associados a cada uma das etapas. Estas, por sua vez, estão listadas no eixo Y. Os patamares são indicados em relação a um dado produto indicado no eixo X. Assim, uma Matec preenchida pode ser visualizada na forma:



Na vertical, perpendicular ao plano X-Y, o eixo Z. As alturas das barras correspondem ao "patamar tecnológico" atingido pela etapa. Observe-se que para cada um dos produtos foi encontrada uma diferente configuração de patamares. Por exemplo, no ítem Y' todos os três produtos tem patamar "zero" ("altura zero", representada por um ponto). Já no ítem Y'', os dois primeiros produtos têm patamar "dois" (altura: dois espaços entre linhas), enquanto que o terceiro tem patamar "um" (altura: um espaço entre linhas).

Conforme mostrado pela figura, a Matec possui real ca-

pacidade de síntese de informações. É possível comparar dois produtos segundo todo seu processo de geração, simplesmente contrastando os patamares de cada uma das etapas.

Observe-se também que a Matec é passível de evolução ao longo do tempo. Esta pode se dar pelo acréscimo de patamares em etapas já delimitadas ou pela supressão, fusão ou introdução de etapas. Neste sentido, é muito importante um desenho adequado de Matec de cada produto, para que as eventuais transformações nas unidades produtivas não rompam a lógica de organização dos dados. Esta capacidade é que vai permitir comparações entre situações de épocas diferentes e a avaliação dos impactos do progresso técnico.

Com este objetivo, a "patamarização" foi também adotada para comparação direta entre os produtos. Parte dos itens dedicados à caracterização dos produtos foi associada a patamares indicadores de desempenho crescente.

Esta forma de apresentação da Matec aborda os aspectos qualitativos da diferenciação tecnológica. Ela indica somente os patamares praticados por cada etapa. Esta informação pode ser apresentada por produto, na forma de um gráfico de duas dimensões, onde um dos eixos fosse o dos itens (eixo Y) e o outro o dos patamares (eixo Z). Desta forma, a cada produto poderia ser associado um documento particular completo.

Além dos patamares atingidos em cada etapa, a Matec de um produto registra informações importantes de diversas naturezas. Em primeiro lugar, a cada etapa do processo de geração do produto na unidade produtiva está associada uma lista das quantidades encontradas de equipamentos estratégicos. Além disso, estão indicados a já mencionada estrutura ocupacional e alguns índices necessários à avaliação da sua performance produtiva.

Em segundo lugar, as características e quantidades utilizadas de componentes de terceiros também serão registradas no momento da coleta de informações para a Matec. Após a realização da pesquisa, tais insumos serão alocados para cada etapa, de acordo com a lógica de fabricação do ítem. Ter-se-á, portanto,

uma estrutura de insumos por etapa.

Finalmente, a partir das informações disponíveis, e da coleta de alguns dados específicos sobre o tema, pode ser feita uma avaliação dos problemas e vantagens de custos nas unidades produtivas semelhantes. A partir destes dados, análises e reflexões econômicas podem ser elaboradas.

É importante observar que a forma enfim adotada para a Matec foi fortemente influenciada pela pesquisa-piloto realizada nesta primeira etapa. Mesmo aspectos de natureza genérica, tais como a questão dos custos, podem estar mais visceralmente ligados à experiência da empresa investigada do que se poderia inicialmente supor. Assim, optou-se por não formular preceitos gerais a partir das soluções adotadas. A abordagem detalhada de cada eixo da Matec será, portanto, feita a partir de considerações sobre os resultados efetivamente encontrados.

4.3 A Matec e a indústria de computadores e periféricos

4.3.1 Os produtos

O setor industrial a ser abordado no projeto "Matriz Tecnológica" é o setor fabricante de computadores e periféricos. Esta definição inclui os computadores de todos os portes, e os periféricos a eles diretamente associáveis: leitores de discos, impressoras, terminais de vídeo, etc.. O projeto trata, portanto, da elaboração de um conjunto de Matecs capaz de descrever a situação do setor.

Os critérios básicos para esta definição são: a presença relativa dos produtos no mercado, a importância do mercado do produto, o faturamento absoluto de cada produto, e a relevância tecnológica dos produtos. Este último refere-se não só ao papel do produto como também às dificuldades em seu projeto e em sua fabricação. É fundamental a busca por produtos que, embora em si simples, tenham muito a revelar no que se refere ao seu processo de geração.

É importante ressaltar que o desenho de tais Matecs exige efetivo conhecimento acerca dos processos típicos de cada produto e de suas perspectivas de transformação tecnológica. A coleta de informações sobre a indústria de computadores e periféricos apresenta-se assim como um subproduto do processo de construção das Matecs, como um primeiro exercício de aplicação do instrumento.

Nesta primeira etapa, foi desenvolvida uma pesquisa-piloto na COBRA - Computadores Brasileiros SA. O objetivo desta pesquisa foi elaborar o desenho básico de uma Matec aplicável a computadores e periféricos. Dada a diversidade de produtos-Cobra, foi preciso escolher um par de produtos cujas Matecs funcionassem como objetivo concreto da pesquisa. Como os produtos-Cobra têm processo de projeto e fabricação semelhante, foi possível fazer tal opção sem perda de informação significativa.

Os dois produtos escolhidos foram aqueles que, dentre os fabricados pela Cobra, possibilitassem o maior aprendizado possível para elaboração de futuras Matecs. Assim, escolheu-se o "minicomputador", ou "superminicomputador", e o "microcomputador 16 bits". Vários fatores influíram na escolha:

- três processos bastante comuns na indústria estariam cobertos por esses dois produtos (montagem e solda de cartões, montagem por encomenda, montagem em linha);
- os dois produtos são mercadologicamente bem distintos, mas ambos tem como função tratar informações operando com diversos softwares, e dialogando com diversos periféricos. Avaliou-se que seria interessante comparar os processos de fabricação e teste de cada um;
- O micro de 16 bits tem forte presença no mercado, e é o produto cuja linguagem associada era a mais familiar para os pesquisadores;
- o superminicomputador é um produto complexo, cujas caracterís-

ticas de produção são encontradas em outros computadores de igual ou maior porte.

Os outros produtos da carteira da Cobra compartilham a etapa de confecção de cartões e possuem processos de montagem e teste mais simples ou simples semelhantes aos do microcomputador de 16 bits.

Assim, os esforços da equipe concentraram-se em estudar as etapas do processo de geração dos dois produtos escolhidos, com seus respectivos patamares. O resultado encontrado não é considerado definitivo. A experiência em uma única empresa é insuficiente para consolidação de uma Matec. A influência da cultura da organização é muito forte, e se reflete ao longo de todos os aspectos. O que se fez foi, principalmente, dar à luz um esboço completo, que servisse para avaliação da viabilidade e do potencial do instrumento. Desta forma, eventuais alterações poderão ser introduzidas a partir dos contatos com outras empresas.

No item a seguir, apresenta-se uma parte fundamental dos resultados alcançados. Trata-se da organização dos itens do eixo Y. Como se verá, o conceito de etapa foi insuficiente para descrição do estágio tecnológico da unidade produtiva.

4.3.2 A organização dos itens (eixo Y)

A questão central na construção do eixo Y da Matec de um produto é a determinação do alcance e da forma de partição do processo de geração do produto. Isto deve ser feito levando-se em conta o objetivo de registro do estágio tecnológico da unidade produtiva e das informações associadas. Assim, é preciso considerar todas as etapas da geração do produto que são passíveis de avaliação tecnológica.

Este critério exige, entretanto, que a Matec não se limite a considerar somente estas etapas. Outros aspectos da geração do produto são passíveis de progresso técnico, com efeitos diretos sobre o produto. Por exemplo, a evolução dos serviços de suporte à produção interfere de maneira positiva na queda dos

custos de fabricação. Não há dúvida de que um instrumento de avaliação técnico-econômica não pode ignorar este fenômeno.

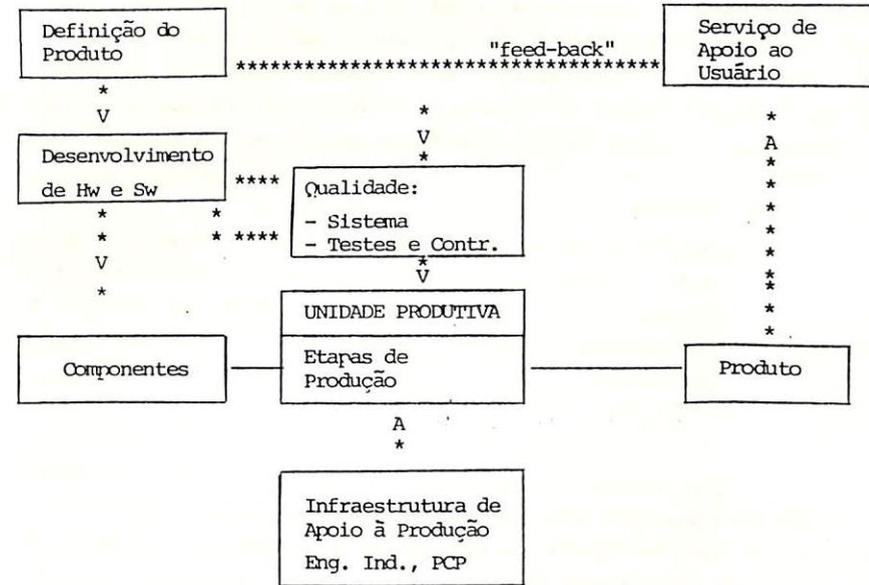
Assim, determinou-se que uma Matec deveria cobrir todas as atividades necessárias à colocação de um produto no mercado, desde a sua concepção até os serviços de apoio ao usuário. Para evitar confusões, os componentes do eixo Y passaram a ser chamados de ítems, pois nem sempre se referem a etapas. Estes ítems podem ser de diversas naturezas, registrando metodologias, equipamentos, estruturas ocupacionais, índices de desempenho, etc... Eles cobrem atividades, serviços, etapas de produção, testes e outros. A lista de ítems é a característica fundamental de uma Matec: é ela que define as informações que serão coletadas para o produto em questão.

Para o caso dos supermini e micro computadores, a lista de ítems está organizada segundo oito seções. Cada seção cobre um determinado aspecto geral relativo ao processo de geração do produto. Quando este aspecto englobou muitos ítems, criaram-se sub-regiões para facilitar o acesso às informações. Com esta mesma finalidade, a cada seção e a cada sub-seção foi associado um par de letras, que inicia o código de identificação dos ítems nelas alocados. Temos assim:

- seção 1: PR - Caracterização geral do Produto;
- seção 2: DP - Definição do Produto;
- seção 3: HW - Desenvolvimento de Hardware, dividida em duas sub-seções:
 - HI - Infraestrutura da Unidade Produtiva para o Desenvolvimento de Hardware;
 - HP - Recursos utilizados para o Desenvolvimento do Hardware do Produto em questão;
- seção 4: 'SW - Desenvolvimento de Software, dividida em duas sub-seções:
 - SI - Infraestrutura da Unidade Produtiva para Desenvolvimento de Software;

- SP - Recursos utilizados para o Desenvolvimento dos Softwa-
re diretamente associados ao Produto em questão (progra-
mas-residentes, sistema operacional...);
- seção 5: PÇ - Produção, dividida em três sub-seções:
 - UP - Caracterização geral da Unidade Produtiva;
 - AP - Atividades de apoio à Produção (atividades de infraes-
trutura para manufatura);
 - EP - As Etapas de Produção;
- seção 6: QL - Qualidade, dividida em duas sub-seções:
 - QT - Qualidade: Testes e Controles;
 - QE - A Qualidade na Unidade Produtiva;
- seção 7: SU - Serviço de apoio (suporte) ao Usuário;
- seção 8: CT - Componentes de Terceiros - CT, dividida em três
sub-seções:
 - CP - Componentes: Periféricos;
 - CI - Placas de circuito impresso e circuitos integrados;
 - CG - Componentes em geral.

Esquemáticamente, estas seções podem ser visualizadas
na forma:



Esta seria também a estrutura básica da Matec enquanto
idéia genérica. Evidentemente, outros produtos informáticos po-
dem exigir ligeiras adaptações, particularmente no que se refere
aos aspectos de Desenvolvimento. Por exemplo, pode ser necessá-
rio criar sub-seções distintas para o projeto de hardware eletrô-
nico e para o projeto de hardware mecânico, como parece ser o ca-
so da Matec para impressoras.

4.3.3 O conteúdo das seções da Matec para supermini e microcom- putadores

As oito seções da Matec para supermini e microcomputa-
dores cobrem as três informações fundamentais de uma Matec. A

primeira seção apresenta o produto, descrevendo os seus aspectos técnico-econômicos (informação 1). As seções de dois a sete descrevem o processo de geração do produto e os serviços que o acompanham, tanto no que se refere ao projeto como às fases de fabricação e montagem (informação 2). E a seção 8 registra os dados sobre os insumos adquiridos para o produto (informação 3). Cabe agora, portanto, justificar a existência e o conteúdo de cada uma delas.

A seção 1 é a seção "PR - Caracterização geral do produto". Esta seção apresenta o produto que está sendo estudado, tanto em termos tecnológicos como econômicos. Sua importância é auto-evidente: seu conteúdo é fundamental para o estabelecimento de inferências de vários tipos na relação insumos-processos-produto.

A seção 2 trata do processo de definição do produto, isto é, da determinação das características técnicas e econômicas que o produto deve ter para satisfazer um determinado segmento de mercado. O que se registra aqui é a capacidade da unidade produtiva de delinear as características de produto apropriadas para o usuário. Sem dúvida, um produto será tanto melhor quanto mais ele satisfizer as necessidades e expectativas do usuário, sem incluir capacidades de desempenho que só sirvam para aumentar seus custos de projeto e produção. Esta definição do que é realmente relevante para o futuro produto exige considerável esforço por parte da unidade produtiva.

A inclusão desta seção na Matec explica-se pela indiscutível importância do trabalho nesta fase para o sucesso comercial do produto. É uma atividade permeável à introdução de progresso tecnológico, e quanto melhor praticada, melhor para a unidade produtiva, pois mais fácil será projetar, produzir e, claro, vender o produto.

Não se trata, portanto, de discutir a estratégia de marketing na qual se encaixa o produto. Certamente isto não está entre os objetivos da Matec. Trata-se, isto sim, de avaliar os recursos utilizados para a definição das características espera-

das do produto, que posteriormente orientarão a especificação de seu hardware e de seu software.

Observe-se que existem duas abordagens bastante distintas para esta questão. Uma diz respeito a uma situação passada, referindo-se à estrutura utilizada para o produto que está orientado a coleta de dados. A outra trata do presente, indicando que recursos estão hoje disponíveis para cumprimento da função. Este duplo enfoque dentro de uma mesma seção é semelhante ao formalizado nas seções de Desenvolvimento.

As seções 3 e 4 tratam das atividades de Desenvolvimento. A primeira é a de "HW - Desenvolvimento de hardware". A segunda, "SW - Desenvolvimento de software". O termo "pesquisa e desenvolvimento" foi evitado, para não haver confusão com as definições já consagradas para a expressão.

O objetivo destas seções é verificar como o produto foi concebido, avaliando que recursos foram mobilizados para sua confecção. Elas registram também o estado atual das unidades produtivas, indicando as metodologias de projeto utilizadas, os equipamentos disponíveis, a estrutura ocupacional mobilizada e algumas informações complementares.

Este duplo enfoque traduz-se na formação de duas sub-seções. Os itens da primeira registram como está "hoje" a infraestrutura da unidade produtiva para a atividade. A segunda aponta aquilo que foi utilizado para o produto que está sendo estudado. Daí as sub-seções "HI (SI) - Infraestrutura da unidade produtiva para desenvolvimento de hardware (software)" e "HP (SP) - Recursos utilizados para desenvolvimento do hardware (software) do produto em questão".

A fabricação industrial do produto é tratada na seção 5, denominada "PÇ - Produção". Dada a gama de itens a serem incluídos nesta seção, três sub-seções foram criadas.

Aspectos mais gerais, relativos à unidade produtiva como um todo, foram agrupados na sub-seção "UP - Caracterização ge-

ral da unidade produtiva". Ela traz uma série de informações úteis, que não se aplicam diretamente à linha de produção do produto em questão. O conjunto de itens busca "apresentar" as instalações da unidade produtiva, descrevendo-a em seus aspectos mais gerais. Isto implicou dificuldades para o estabelecimento de patamares para os itens, e em esforços da equipe para clara determinação dos dados a serem coletados.

A infraestrutura de apoio à manufatura é abordada na sub-seção "AP - Atividades de apoio à manufatura". Por decisão da equipe de projeto, estas incluem as atividades de engenharia industrial, de fabricação de gabaritos e ferramentas, de manutenção de equipamentos e de planejamento e controle da produção. Outros serviços não foram considerados relevantes para o caso da produção de computadores.

A avaliação do estágio tecnológico de uma unidade de produção industrial não pode deixar de verificar como estão estas atividades de apoio. Os recursos alocados para estas funções podem ser decisivos para sobrevivência e crescimento da unidade produtiva. Por exemplo, produtos concorrentes podem diferir tão somente em aspectos de logística industrial. E os resultados alcançados nestes serviços estão vinculados às tecnologias de gestão e organização por eles utilizadas. Por isto, estas devem ser identificadas, registradas e avaliadas.

Assim, a Matec trata destas atividades registrando uma série de informações relevantes. Para cada uma delas há, portanto, um conjunto específico de itens. De um modo geral, foi possível estabelecer patamares para todos eles.

A terceira sub-seção, "EP - Etapas de produção", tem importância auto-evidente. É aqui que está descrito o processo de fabricação dos computadores, em uma série de itens associados a cada etapa. Além da verificação do patamar ocupado pelos métodos e equipamentos utilizados, estes itens registram a estrutura ocupacional, os índices de produção, produtividade e qualidade, e algumas necessárias informações complementares.

A seção 6 trata da questão da "qualidade" na produção. Seu nome é "QL - Qualidade". Sem dúvida, trata-se de um aspecto muito importante na geração do produto. A maneira como a questão da Qualidade é tratada na unidade produtiva tem implicações diretas com o produto que realmente chega às mãos do usuário. Em última instância, é este o produto que conta.

A Matec aborda a qualidade na unidade produtiva segundo dois enfoques distintos. O primeiro está na sub-seção "QT - Qualidade: testes e controles". Trata-se de verificar como as empresas estão controlando a qualidade de seus produtos. É preciso descrever que testes e que controles estão sendo feitos, a fim de que se possa comparar situações diversas.

Evidentemente, isto não implica avaliar a qualidade em si do produto que chega ao usuário. Isto a Matec não pretende fazer. O que ela pretende é identificar o que a unidade produtiva faz para verificar se seu produto está conforme o esperado. Os itens aqui agrupados registram esta informação e alguns dados complementares.

Uma forma de ultrapassar a simples descrição dos controles de qualidade é tentar avaliar a questão da qualidade na unidade produtiva como um todo. Trata-se, de uma forma simplificada, de registrar o estágio em que a unidade produtiva se encontra no que se refere ao funcionamento de todo o seu sistema de qualidade. O que se pretende é verificar o quão próxima a empresa está de um sistema completo de garantia de qualidade. A Matec tem como hipótese que tal sistema representa o mais alto patamar tecnológico nesta questão.

Este segundo enfoque é o tema da sub-seção "QE - A qualidade na unidade produtiva". A partir de manual especializado, foi gerado um conjunto de itens que pretende avaliar a situação. A exposição deste resultado e do encontrado para a sub-seção anterior está em anexo do relatório original, aqui não incluído.

A seção 7 da Matec é a "SU - Serviço de apoio ao usuá-

rio". Trata-se da seção encarregada de descrever e avaliar os serviços de suporte ao produto quando já nas mãos do usuário. Estes serviços, e em particular a "assistência técnica", influenciam fortemente a decisão de compra de um ou outro produto. Além disso, boa parte do faturamento da empresa fabricante do equipamento pode ser oriunda dos serviços de manutenção prestados aos clientes. Assim, a Matec precisa registrar o estado no qual se encontra a infraestrutura da empresa voltada para esta atividade. Os recursos aí acumulados tem direta relação com o alcance e a qualidade dos serviços prestados.

Cabe observar aqui o fluxo percorrido pelas seções de 2 a 7. Tem-se a definição do produto (2), seu projeto e desenvolvimento (3 e 4), a fabricação e seu suporte (5), o sistema de qualidade que a acompanha (6) e os serviços que sustentam o produto que já está com o cliente (7). Estas são as informações consideradas pela Matec como as necessárias e suficientes para avaliação do estágio tecnológico da unidade produtiva.

A última seção da Matec, de número 8, é a "CT - Componentes de terceiros". É a seção que avalia a situação dos principais insumos adquiridos para a fabricação do produto. Isto é feito, como comentado anteriormente, a partir de dados técnicos e econômicos. Busca-se registrar as influências do desempenho dos componentes comprados sobre o produto, inclusive no que se refere a variáveis econômicas como o preço e o prazo de entrega. Além disso, por estar diretamente relacionada com o produto e com o seu processo de fabricação, a variação da cesta de componentes de produto para produto irá permitir inferências bastante interessantes.

4.3.4 A lógica de construção dos patamares tecnológicos

O eixo de referência para os patamares tecnológicos é o eixo Z, ortogonal ao plano formado pelo eixo dos produtos e pelo eixo dos itens. Como já foi observado, os patamares existem associados a um determinado item. Assim, a forma encontrada para redação do documento que apresenta uma Matec foi a listagem de itens, acompanhada da indicação dos patamares associados a cada um quando estes existiam.

Esta é a forma utilizada no relatório da pesquisa, onde estão apresentadas as Matecs de supermini e microcomputadores(*). Lá estão os itens, identificados pelos seus códigos alfanuméricos, e os patamares associados, numerados de 1 a 'n', de acordo com a variedade de opções consideradas. De um modo geral, os patamares vão de 1 a 5 ou de 1 a 7.

A discussão quanto ao conteúdo específico dos patamares de cada tipo de item foi desenvolvida no relatório da pesquisa e não será apresentada aqui. Entretanto, cabe comentar a lógica geral de sua elaboração.

A idéia básica a nortear a determinação dos patamares tecnológicos é estabelecer uma gradação de crescente complexidade tecnológica. De um modo geral, isto se traduz em crescente automatização e/ou formalização do processo considerado. Claro está que tal lógica é inaplicável para o caso dos patamares associados a itens de caracterização do produto. Neste caso, comparam-se simplesmente os índices tradicionais de avaliação de performance do tipo de produto considerado.

O problema de "patamarização" das diversas soluções técnicas para um processo não deve ser confundido com a questão da adequação da solução técnica à situação da unidade produtiva. Uma solução mais "primitiva" pode ser mais eficaz, efetiva e eficiente do que uma tecnologia ultra-complexa, projetada dentro de um contexto muito específico. A ordenação dos patamares não pode, de modo algum, ser confundida com o estabelecimento de uma escala que ordene a técnica "da pior para a melhor".

Esta orientação mais geral de ordenar os patamares segundo uma crescente automatização e/ou formalização do processo se traduziu em orientações particulares para cada tipo de item.

Os itens referentes a "métodos" ou "metodologias" de etapas de projeto tiveram seus patamares confeccionados segundo uma escala combinada de crescente formalização da forma de fazer o processo e de crescente uso de meios de processamento eletrônico.

(*) Ver Anexo.

co de dados. Em outras palavras, quanto menos intuitivo o processo e quanto mais sofisticado e capaz o software utilizado, mais elevado o patamar.

Os patamares de itens referentes ao "parque informático" disponível para realização do processo ou da atividade foram montados segundo uma lógica de crescente capacidade de tratamento de dados, e de acordo com a tendência atual de utilização de processamento distribuído.

No caso de etapas de produção, o critério de crescente automatização e/ou formalização foi seguido à risca, com ênfase no primeiro aspecto. Claro está que, de acordo com a organização do trabalho da unidade produtiva, um parque automatizado pode operar dentro de critérios pouco formalizados de trabalho. A Mattec não capta esta distinção: para ela, a questão central é o grau de automatização dos equipamentos. A avaliação do grau de racionalização do trabalho só é relevante quando comparados parques de equipamentos pouco automáticos, quando o conteúdo da intervenção do trabalho humano é a causa central das diferenças entre os índices de produtividade e qualidade da etapa.

A formulação dos patamares referentes às atividades de suporte à produção, incluindo o sistema de qualidade da empresa, foge um pouco à orientação central. Neste caso, dois outros aspectos são também fundamentais: o alcance e a sofisticação da atividade. O alcance diz respeito à abrangência da atividade, isto é, ao seu raio de ação. A sofisticação se refere à complexidade das técnicas e procedimentos utilizados na atividade. Poder-se-ia usar aqui a expressão "profundidade" da atividade: trata-se de avaliar quão "profundamente" a atividade vai em busca de seus objetivos de otimização.

Finalmente, deve-se esclarecer que estas lógicas gerais nem sempre foram diretamente aplicadas. Dois exemplos são ilustrativos. Um é o caso do item relativo às características do edifício industrial. Os patamares aí adotados seguem a formulação sugerida por consultor contratado durante a pesquisa. Indicam-se as possíveis situações do meio-ambiente vigente na área indus-

trial, e é pelas condições encontradas que se estabelece a crescente complexidade da tecnologia de controle ambiental.

Outro refere-se a alguns itens sobre controle de qualidade. Ao invés de estabelecer patamares para cada controle, a Mattec considera cada tipo de controle como um patamar. Isto porque cada um deles está associado a uma tecnologia específica. Se a unidade produtiva o realiza, ela necessariamente opera com aquela tecnologia. Assim pode-se avaliar a crescente complexidade tecnológica dos controles a partir da indicação de quais controles são feitos.

ANEXO I

A Matec para Microcomputadores

A Matec para Microcomputadores

Este anexo tem por objetivo ilustrar este artigo a partir da apresentação da lista de itens de Matriz Tecnológica para Microcomputadores.

A fim de que esta ilustração ficasse mais completa, alguns itens foram acrescidos de seus respectivos patamares, ou de uma listagem das informações que conterà. Isto só foi feito em casos selecionados, dado o limite de número de páginas a que esta publicação está submetida.

Não custa observar que, para todos os itens alfanuméricos aqui assinalados, existem patamares definidos, tanto na Matec para microcomputadores quanto na Matec para superminicomputadores.

1) Caracterização Geral do Produto (PR..)

- PR/A - Nome e marca do produto.
- PR/B - Aplicação prevista pelo fabricante.
- PR/C - Uso efetivo do produto: como o mercado o está realmente utilizando.
- PR/D - Presença do produto no mercado: percentual de presença em seu mercado corrente - média ao longo de sua existência; percentual atual.
- PR/E - Posição do produto no faturamento da empresa: percentual de presença e posição no mix de produtos (maior faturamento, segundo maior...).
- PR/F - Faturamento anual do produto: faturamento anula, considerando toda sua existência; faturamento do produto no último ano de existência.
- PR/G - Preço atual do modelo base (UCP + periféricos do modelo básico).
- PR/H - Volume de produção anual (último ano).
- PR/I - Data de lançamento do produto.
- PR/J - Data de lançamento do primeiro produto funcionalmente equivalente no mercado norte-americano.
- PR/K - Garantia do fabricante - em anos.
- PR/I - Tempo médio entre falhas do produto (oficial) - em horas.

- PR/M - Informações sobre a linha de produtos à qual o produto pertence (número de produtos, breve histórico,...). Registrar se o produto tem concepção de família.
- PR01 - Capacidades de memória viva (RAM) do produto básico.
- 1 - 256 kb
 - 2 - 512 kb
 - 3 - 704 kb
 - 4 - 1 Mb
- PR02 - Máxima expansão de memória viva.
- PR03 - Velocidade de processamento da informação - identificação da frequência de clock da CPU.
- PR04 - Número de slots disponíveis no micro.
- PR05 - Número de periféricos de extensão de memória que consegue controlar.
- PR/N - Compatibilidade com impressoras. Indicação sobre se possui saída em paralelo, e sobre quais modelos de impressora são recomendáveis para o produto em questão.
- PR06 - Capacidade gráfica/tipo de monitores que aceita.
- PR/O - Opcionais (possibilidade de mouse, feed-back de áudio; e se o micro consegue manter relógio/calendário).
- PR07 - Manuais que acompanham o produto.
- 1 - Nada ou folheto técnico de algumas páginas.
 - 2 - Folheto técnico contendo explicações sobre o funcionamento do produto, referindo-se a características de operação.
 - 3 - Documentação referente à operação do micro e algumas características de funcionamento de seu hardware e de seu firmware, permitindo que os usuários possam explorar as capacidades de seu micro sem recorrer a especialistas.
- 2) Definição de Produto (DP..)
(A desenvolver)
- 3) Desenvolvimento de Hardware (HW..)

- 3.1) Infraestrutura na unidade produtiva (HI..)
- HI/A - Produtos já desenvolvidos pela unidade produtiva.
- HI/B - Produtos desenvolvidos e industrializados pela unidade produtiva.
- HI/SE- Rede de serviços externos para apoio a projeto de Hardware usualmente utilizada pela unidade produtiva (convênios com instituições de pesquisa, escritórios de projeto habitualmente consultados, incluindo aí identificações do tipo de serviço prestado por estas entidades).
- HI01 - Métodos e ferramentas utilizados para especificação dos produtos.
- 1 - Descrição informal, especificação intuitiva do produto.
 - 2 - Especificação do produto a partir de regras pré-estabelecidas. Descrições em português.
 - 3 - Utilização de método formalização para especificação.
 - 4 - Utilização de método formalizado para especificação, com suporte de ferramentas de software simples (p. ex. editores de especificação, editores de esquemas).
 - 5 - Utilização de método formalizado para especificação, com suporte de ferramentas de software de alto nível (sistemas que verifiquem a consistência da especificação).
- HI02 - Métodos e ferramentas utilizados para projeto básico e para projeto lógico dos produtos (definição de arquitetura de funções e dos esquemáticos dos módulos).
- HI03 - Parque informático disponível para especificação, projeto básico e projeto lógico dos produtos.
- HI04 - Equipamentos disponíveis para teste de protótipo dos produtos (em protótipo em fios ou em placa de circuito

, impresso).

HI04/EO- Estrutura ocupacional encarregada da especificação, projeto básico, do projeto lógico e do teste de protótipo dos produtos.

HI05 - Equipamentos disponíveis para projeto dos cartões (desenho das placas de circuito impresso).

HI05/EO- Estrutura ocupacional envolvida com o projeto dos cartões dos produtos (desenho das placas de circuito impresso).

HI06 - Parque informático disponível para os trabalhos de engenharia de produto na unidade produtiva - incluindo aí o projeto mecânico, o design e os esforços para industrialização dos produtos (isto é, o trabalho de confecção de um produto mais facilmente fabricável e usuário de materiais mais baratos).

HI06/EO- Estrutura ocupacional envolvida diretamente com os trabalhos de engenharia de produto da unidade produtiva, incluindo nesta definição o projeto mecânico do produto, o design e os esforços de industrialização deste produto.

HI/D - percentual de tempo gasto em alterações ou revisões de projeto.

3.2) Elementos utilizados no desenvolvimento do Hardware do produto em questão (HP..)

HP01 - Política do Produto - este item indica qual a origem da tecnologia do hardware do produto em questão e qual do esforço a ela associado empreendido pela unidade produtiva.

1 - Tecnologia externa à empresa sem assimilação. O produto é montado "exatamente" como prescrito. Indicar se a origem é brasileira ou estrangeira.

2 - Absorção de tecnologia externa à empresa, sem alterações de porte no produto (Know how). Indicar se a origem é brasileira ou estrangeira.

3 - Padronização, normalização e/ou nacionalização de produto absorvido (industrialização do produto, incluindo introdução de alterações de projeto significativas no mesmo - Know why). Indicar se a origem é brasileira ou estrangeira.

4 - Projeto próprio - desenvolvimento de produto de arquitetura conhecida.

5 - Projeto próprio - desenvolvimento de produto de arquitetura original.

HP/SE - Rede de serviços externos para apoio ao projeto de Hardware do produto efetivamente utilizada pela unidade produtiva (convênios, escritórios de projeto consultados, ...).

HP02 - Métodos e ferramentas utilizados para especificação do produto.

HP03 - Métodos e ferramentas utilizados para projeto básico e para projeto lógico do produto (definição de arquitetura de funções e dos esquemáticos dos módulos).

HP04 - Parque informático utilizado para especificação, projeto básico e projeto lógico do produto.

HP05 - Equipamentos utilizados para teste de protótipo do produto (em protótipo em fios ou em placa de circuito impresso).

HP05/EO - Estrutura ocupacional encarregada da especificação, projeto básico, do projeto lógico e do teste de protótipo do produto. Identificação das ocupações dos profissionais envolvidos e do volume de horas dedicado por cada um a estas atividades (determinação do número de homens-hora):

- HP06 - Equipamentos utilizados para projeto dos cartões do produto (desenho das placas de circuito impresso).
- HP06/EO - Estrutura ocupacional envolvida com o projeto dos cartões do produto. Identificação das ocupações dos profissionais envolvidos e do volume de horas dedicado por cada um a estas atividades (determinação do número de homens-hora).
- HP07 - Parque informático utilizado para os trabalhos de engenharia de produto na unidade produtiva - incluindo aí o projeto mecânico, o design e os esforços para industrialização do produto (isto é, o trabalho de confecção de um produto mais facilmente fabricável e usuário de materiais mais baratos).
- HP07/EO- Estrutura ocupacional envolvida diretamente com os trabalhos de engenharia de produto da unidade produtiva, incluindo nesta definição o projeto mecânico do produto, o design e os esforços de industrialização deste produto. Identificação das ocupações dos profissionais envolvidos e do volume de horas dedicado por cada um a estas atividades (determinação do número de homens-hora).
- HP/B - Volume trimestral de solicitações atendidas de alteração de produto. Trata-se do registro da quantidade de vezes que o produto foi alterado a partir do momento em que entrou em produção seriada.
- 4) Desenvolvimento de Software (SW..)
- 4.1) Infraestrutura na unidade produtiva (SI..)
- SI/A- Produtos de software já desenvolvidos pela unidade produtiva - terminados ou em fase de elaboração - em termos de firmware; em termos de sistemas operacionais; em termos de utilitários; em termos de aplicativos.

- SI/SE - Rede de Serviços externos utilizada usualmente pela unidade produtiva para suporte em projeto de software (convênios com instituições de pesquisa, softhouses geralmente contratadas, identificando o tipo de serviço prestado por estas entidades).
- SI01 - Equipamentos disponíveis para desenvolvimento de software (parque informático).
- SI01/EO- Estrutura ocupacional envolvida com o desenvolvimento de software na unidade produtiva.
- SI02 - Métodos e ferramentas utilizados para especificação dos sistemas.
- SI03 - Métodos e ferramentas utilizados para o projeto de sistemas.
- SI/C - Abordagem dada ao projeto. Indicação quanto ao tipo de enfoque adotado pela tecnologia de projeto: módulos elementares (projeto estruturado); módulos compostos (orientado a objeto); interpretadores especializados, e outros.
- SI04 - Métodos e ferramentas utilizados para codificação dos sistemas.
- SI/D - Indicação das fases do desenvolvimento em que se faz uso da certificação.
- SI05 - Métodos e ferramentas utilizados para certificação.
- SI06 - Métodos e ferramentas utilizados para teste de software.
- SI/E - Percentual de tempo gasto em alterações ou revisões de projeto.

4.2) Recursos da própria unidade produtiva utilizados no desenvolvimento dos programas-residentes e do sistema operacional do produto em questão (SP..)

SP01 - Política do Produto - indica a origem do software "interno" do produto em questão.

SP/SE - Rede de Serviços externos efetivamente utilizada pela unidade produtiva para suporte do projeto do software associado ao produto em questão (convênios com instituições de pesquisa, sofhouses contratadas, identificando o tipo de serviço prestado por estas entidades).

SP02 - Equipamentos utilizados no desenvolvimento do software (parque informático).

SP02/EO- Estrutura ocupacional envolvida com o P e D de software na unidade produtiva. Identificação das ocupações dos profissionais envolvidos e do volume de horas dedicado por cada um a estas atividades (determinação do número de homens-hora).

SP03 - Métodos e ferramentas utilizados para especificação do software.

SP04 - Método e ferramentas utilizados para projeto do software.

SP/B - Abordagem dada ao projeto do software. Indicação quanto ao tipo de enfoque adotado pela tecnologia de projeto: módulos elementares (projeto estruturado); módulos compostos (orientado a objeto); interpretadores especializados, e outros.

SP05 - Métodos e ferramentas utilizados para codificação do software.

SP/C - Indicação das fases do desenvolvimento em que se faz uso da certificação.

SP06 - Métodos e ferramentas utilizados para certificação.

SP07 - Métodos e ferramentas utilizados para teste do software.

SP/D - Volume trimestral de solicitações atendidas de alteração do software. Trata-se do registro da quantidade de vezes que o software foi alterado a partir do momento em que passou a ser vendido.

5) A Produção (PÇ..)

5.1) Caracterização geral da unidade produtiva (UP..)

UP/A - Localização da(s) planta(s) onde o produto é fabricado. Indicação de que fases do processo são feitas em cada planta.

UP/B - Número total de funcionários na unidade produtiva; percentuais por tipo de atividade (produção, administração, P&D, etc.).

UP/C - Variedade de tipos de produto produzidos pela planta que gera o produto em questão - além de superminicomputadores, o que mais ela faz? (considerem-se aqui somente os produtos que dividem toda ou parte, p. ex. área de cartões, da linha de fabricação do computador em questão). Levantar as quantidades relativas (percentuais).

UP/D - Organização geral do lay out da planta. (por processo, por produto, por ciclo de vida dos produtos, por células de peças semelhantes, e outros).

UP/E - Tamanho do lote de produção do produto. Percentual que um lote representa em relação à produção mensal.

UP01 - Edifício industrial - indica as características da área industrial destinada à produção de equipamentos eletrônicos.

UP/F - Registro de depoimento colhido na unidade produtiva: indagação acerca da localização dos gargalos da produção. Trata-se de verificar quais os problemas da unidade produtiva segundo a ótica da direção industrial.

5.2) Atividades de apoio à produção (AP..)

AP/SE- Rede de serviços externos normalmente utilizados pela unidade produtiva para atividades de apoio à produção-projeto de facilidades, engª industrial, manutenção de equipamentos internos. Especificar tipo de serviço prestado.

APO1 - Equipamentos disponíveis para desenvolvimento e teste de facilidades eletrônicas (hardware eletrônico).

APO2 - Metodologia utilizada para projeto lógico dos sistemas de teste do produto (software das facilidades eletrônicas).

APO3 - Equipamentos informáticos disponíveis para projeto e desenvolvimento de facilidades eletrônicas.

APO3/EO - Estrutura ocupacional das seções voltadas para desenvolvimento de Jigas eletrônicas e de softwares de teste dos produtos em linha.

AP/B - Estrutura ocupacional das seções da unidade produtiva voltadas para projeto das partes mecânicas das facilidades da unidade produtiva.

AP/C - Estrutura ocupacional das oficinas mecânicas de apoio à produção - ferramentaria, oficinas de fabricação de facilidades mecânicas.

APO4 - Equipamentos informáticos disponíveis nos setores da unidade produtiva voltados para a atividade de engenharia industrial. Considera-se aqui tanto a engenharia avançada quanto a de apoio.

APO4/EO - Estrutura ocupacional das seções da unidade produtiva voltadas para a atividade de engenharia industrial.

Deve-se diferenciar quem é de engenharia avançada e quem é da engenharia de apoio.

APO4/B- Equipamentos e estrutura ocupacional do laboratório de métodos e processos para engenharia industrial da unidade produtiva.

APO5 - Política de manutenção de equipamentos utilizados nas linhas de produção da unidade produtiva.

APO6 - Equipamentos disponíveis para manutenção dos equipamentos das linhas de produção da unidade produtiva.

APO6/EO- Estrutura ocupacional das seções da unidade produtiva voltadas para manutenção dos equipamentos utilizados dentro da unidade produtiva (ou seja, manutenção no sentido clássico do termo).

AP/D - Formas de codificação das partes e componentes na unidade produtiva. (direta, memônica, código, tecnologia de grupo).

AP/E - Técnica de planejamento e controle da produção - PCP - da unidade produtiva. (lotes fixos a intervalos fixos; lotes fixos a intervalos variáveis; MRP; Kan Ban; outros).

APO7 - Equipamentos disponíveis para o planejamento e controle da produção (PCP) da unidade produtiva. Parque informático disponível nas seções encarregadas do planejamento, programação e controle da produção.

APO7/EO - Estrutura ocupacional do PCP da unidade produtiva.

APO8 - Abrangência do PCP da unidade produtiva - integração dos bancos de dados das diversas atividades de gestão.

APO9 - Sofisticacão das atividades de PCP - indica o grau de complexidade das atividades do pessoal de PCP.

AP/F - Informações sobre dimensão/complexidade do PCP da unidade produtiva.

AP/G - Informações sobre desempenho de gestão da unidade produtiva. Dados relativos ao último ano.

- tempo de cobertura de estoque;
- estoque sem destino previsível/estoque total;
- tempo de detecção de falta iminente;
- tempo médio de atraso dos pedidos;
- tempo entre a chegada dos pedidos e a emissão das ordens de fabricação/compra.

5.3) As Etapas de Produção (EP..)

EP/SE - Serviços externos de produção. Aqui devem ser registradas todas as etapas de produção realizadas totalmente fora da unidade produtiva. Por exemplo, a galvanoplastia das partes metálicas tende a ser feita fora.

EPO1 - Equipamentos e métodos para montagem de cabos.

EPO1/EO- Estrutura ocupacional da montagem de cabos.

EPO1/VC- Volume total de cabos consumidos pela unidade produtiva no último ano.

EPO1/VF- Volume total de cabos montados dentro da unidade produtiva no último ano.

EPO1/VE- Volume total de cabos que entraram para serem montados na unidade produtiva no último ano.

EPO1/PD- Produtividade da montagem de cabos.

EPO1/OL- Qualidade na montagem de cabos.

EPO2 - Equipamentos para gravação de prom's, eprom's, etc...
(A estrutura ocupacional associada a esta etapa está embutida na estrutura ocupacional da etapa de "preparação

de componentes e montagem de cartões).

EPO2/VC- Volume total de memórias do tipo prom, eprom gravadas para a unidade produtiva no último ano.

EPO2/VF- Volume total de memórias do tipo prom, eprom gravadas dentro da unidade produtiva.

EPO2/VE- Volume total de memórias do tipo prom, eprom que entram para serem gravadas na unidade produtiva.

EPO2/PD- Produtividade na queima de prom's, eprom's, etc...

EPO2/QL- Qualidade na queima de prom's, eprom's, etc...

EP/A - Volume total de cartões consumidos pela unidade produtiva no último ano.

EP/B - Volume total de cartões confeccionados dentro da unidade produtiva no último ano.

EP/C - Média ponderada de componentes por cartão montado na unidade produtiva - considerando todos os cartões montados pela unidade produtiva, ponderando o número de componentes pela quantidade de cartões de cada tipo.

EP/D - Média ponderada do volume de tipos de componentes nos cartões montados na unidade produtiva - considerando todos os cartões montados pela unidade produtiva, ponderando o número de tipos de componentes pela quantidade de cartões de cada tipo.

EPO3 - Equipamentos e métodos utilizados para preparação de componentes e montagem de cartões.

1 - Seleção de componentes a serem inseridos feita de forma precária. Inserção manual um a um dos componentes, com apoio de alicates, facilidades simples e algumas poucas instruções gerais quanto aos procedimentos de inserção. O ritmo é dado pelos operários.

2 - Seleção de componentes feita de forma sistematizada. Equipamentos simples para pré-formatação de componentes estão disponíveis. A engenharia descreve cerca de 50% das operações, e produz documentos que facilitam o trabalho dos operários. Facilidades que mantêm os componentes separados em kits estão disponíveis. A inserção ainda é manual, sendo feita com auxílio de Pinças e alicates.

3 - Seleção de componentes feita de forma sistematizada e praticamente à prova de falhas. Máquinas de pré-formatação e preparação para inserção semi-automática estão disponíveis. Algumas máquinas de inserção semi-automática de componentes já estão disponíveis. Grande parte das operações já está descrita e seus executores dispõem de instruções de trabalho suficientes (isto é, a leitura das instruções permite a realização correta do trabalho, se não houver imprevistos).

4 - Seleção de componentes feita de forma sistematizada e praticamente à prova de falhas. Máquinas de pré-formatação e preparação para inserção semi-automática disponíveis. Integração entre a preparação e a inserção bem organizada. Todas as operações descritas e metodizadas. Máquinas de inserção semi-automática presentes em número significativo, representando mais de 20% dos postos de trabalho. A esteira pode ser usada sem risco.

5 - Montagem funcionando de forma balanceada (em um, dois ou mais postos) e gerando os cartões a intervalos constantes (tempo previsto = tempo utilizado). Muitas máquinas de inserção semi-automáticas e algumas automáticas, isto é, com facilidades que permitem a carga, operação e descarga da máquina com nenhuma ou muito pouca intervenção humana.

6 - Número significativo de máquinas automáticas (inseroras, robôs) de inserção na linha. Já são elas quem ditam o ritmo do trabalho. A intervenção humana é ni-

tidamente restrita e de menor importância na maioria dos postos em que ainda se faz necessária.

7 - Montagem totalmente automatizada (inserção automática de componentes). Pouca ou nenhuma intervenção humana ao longo do processo.

EP03/EO - Estrutura ocupacional das seções de queima de prom's, eprom's, etc..., de preparação dos componentes e de montagem de cartões. Conjunto de ocupações consideradas:

- Engenheiro de Gestão da Produção;
- Técnico de Gestão de Produção;
- Inspetor de Qualidade;
- Operador de Máquina;
- Montador;
- Pessoal Administrativo.

EP03/PD - Produtividade da montagem de cartões.

EP03/QL - Qualidade na montagem de cartões.

EPO4 - Equipamentos e métodos para solda de cartões.

EPO4/EO - Estrutura ocupacional para solda de cartões.

EPO4/PD - Produtividade na solda de cartões.

EPO4/QL - Qualidade na solda de cartões.

EPO5 - Equipamentos e métodos para pós-solda dos cartões (retrabalho, introdução de correções de projeto, complementos).

EPO5/EO - Estrutura ocupacional para pós-solda de cartões

EPO5/PD - Produtividade na pós-solda de cartões.

EPO5/QL - Qualidade após o retrabalho nas soldas dos cartões.

EP/E - Índice de perdas no processo de confecção de cartões (que inclui montagem, solda e pós-solda).

EPO6 - Equipamentos e métodos para montagem de fontes.

EPO6/EO - Estrutura ocupacional da montagem de fontes.

EPO6/VC - Volume total de fontes consumidas pelos produtos gerados na unidade produtiva no último ano.

EPO6/VF - Volume total de fontes montadas dentro da unidade produtiva no último ano.

EPO6/VE - Volume total de fontes que entraram para serem montadas na linha no último ano.

EPO6/PD - Produtividade da montagem de fontes.

EPO6/QL - Qualidade na montagem de fontes.

EPO7 - Equipamentos e métodos para montagem de UCP's de micros. Listas das quantidades encontradas de equipamentos estratégicos.

1 - Montagem manual em postos individuais. Os operários trabalham com ferramentas simples; as operações não estão descritas.

2 - Montagem manual em postos individuais. Operações descritas e metodizadas. Tempos calculados ou estimados com certa precisão. Ferramentas simples ou ligeiramente adaptadas estão à disposição dos trabalhadores.

3 - Montagem manual. Operações parceladas, descritas e metodizadas. Possibilidade de trabalho em ritmo intenso de produção. Alguns postos estão semi-automatizados.

4 - A maioria dos postos está dotado de máquinas semi-automáticas. Alguns postos já dispõem de máquinas automáticas (cnc ou não).

5 - Automação rígida integrada. Um conjunto de máquinas gera o produto com pequena ou nenhuma intervenção humana. Entretanto, esta linha só é capaz de absorver uma gama bem limitada de variantes do modelo base.

6 - A maioria dos postos dispõe de máquinas automáticas, tipo CNC, que funcionam isoladamente.

7 - Automação flexível integrada. A linha é capaz de admitir uma variedade de modelos.

EPO7/EO - Estrutura ocupacional da montagem de unidade central de processamento de microcomputador. Conjunto de ocupações consideradas:

- Engenheiro de Gestão de Produção;
- Técnico de Gestão de Produção;
- Inspetor de Qualidade;
- Operador de Máquina;
- Montador;
- Pessoal Administrativo.

EPO7/VF - Total de UCP's montadas dentro da unidade produtiva no último ano.

EPO7/PD - Produtividade de montagem de UCP - indica o total anual de UCP's montadas em relação ao total de homens-ano de trabalho direto.

EPO7/QL - Qualidade na montagem de UCP - indica o percentual de UCP's que retornam para retrabalho na linha em relação ao total produzido, em um dado período de tempo (p. ex. um ano).

EPO8 - Equipamentos e métodos para movimentação na seção de montagem das UCP's de micros. Lista das quantidades encontradas de equipamentos estratégicos.

6) Qualidade (QL)

6.1) Qualidade: Testes e Controles (QT..)

QT01 - Controle de Qualidade de componentes eletrônicos e microeconômicos (adquiridos de terceiros).

QT02 - Teste das matérias-primas metálicas e não-metálicas e dos semi-elaborados.

QT03 - Teste de placas de circuito impresso virgens (sem componentes).

QT04 - Equipamentos e métodos utilizados no envelhecimento (burn in) do cartão.

QT04/TL- Tempo médio de duração do burn in de um cartão lógico.

QT04/TA- Tempo médio de duração do burn in de um cartão analógico.

QT05 - Teste de cartão.

QT05/EO - Estrutura ocupacional do teste de cartões (inclui operadores do burn in se houver alguma ocupação deste tipo).

QT05/TL - Tempo médio de duração de um procedimento de teste em um cartão lógico.

QT05/TA - Tempo médio de duração de um procedimento de teste em um cartão analógico.

QT05/PD - Produtividade da seção de teste de cartões.

QT06 - Equipamentos e métodos utilizados no envelhecimento (burn in) de sistema (UCP do computador).

QT06/A - Assinala se o burn in é feito junto ou não com alguma etapa do teste de sistema, indica qual delas: de integração e ajuste, modular, de confiabilidade, de inspeção de qualidade, etc..

QT06/TT - Tempo médio de duração do burn in de uma UCP.

QT06/B - Tempo médio de duração de vibração mecânica da UCP.

QT07 - Equipamentos e procedimentos para teste, ajuste e controle de qualidade da UCP.

QT/EO - Estrutura ocupacional do teste, ajuste e controle de qualidade da UCP do micro.

QT07/TT - Tempo médio necessário para realização de todo o procedimento de teste, ajuste e controle de qualidade. Só inclui o burn in se este for feito concomitante a alguma etapa do teste.

QT07/PD - Produtividade do teste, ajuste e controle de qualidade da UCP do micro computador.

6.2) A Qualidade na unidade produtiva (QE..)

QE01 - O Sistema de Qualidade da unidade produtiva.

1 - Procedimentos de qualidade limitados a inspeções dos produtos acabados.

2 - A unidade produtiva conta com órgão específico para Controle de Qualidade. Este limita-se a identificar as partes e produtos e estabelecer formas de manuseio e transporte seguras. Além disso, estabelece um sistema de controle de qualidade com os

aparelhos e instrumentos pertinentes ao longo de todo o processo de produção (incluindo recebimento).

3 - A unidade produtiva conta com órgão específico para Controle de Qualidade. Este estabelece manuais e documentos relativos ao controle de qualidade, que abrangem os produtos, os processos de produção e as compras. Além disso, entre outras atividades, cuida da movimentação dos materiais, ajuda no projeto do lay out diferenciando as áreas de rejeitos, treina o pessoal para o trabalho em controle de qualidade, e elabora programas de "conscientização" para o pessoal da unidade produtiva.

4 - A unidade produtiva conta com órgão específico para Controle de Qualidade, e está implantando um programa de Garantia de Qualidade. O órgão de qualidade não só prepara novos documentos, como já têm um manual completo de controle de qualidade do produto, do projeto, das compras e dos fornecedores, e do processo de produção. Além disso, cuida do apoio às áreas de engenharia industrial e PCP, e dá treinamento operacional e teórico para o pessoal da unidade produtiva.

5 - A unidade produtiva conta com órgão específico para exercer as atividades de Garantia de Qualidade. Possui também equipe encarregada de auditoria interna de qualidade. Os manuais de garantia da qualidade estão escritos, e os padrões de qualidade para boa parte das atividades industriais (inclusive projeto) registrados. Há sistema de homologação de fornecedores e insumos. Os programas de "conscientização" e treinamento de pessoal já atingem toda a unidade produtiva.

QE01/E0 - Estrutura ocupacional das seções voltadas para as ati-

vidades de inteligência de qualidade da unidade produtiva Identificação das ocupações típicas deste trabalho, diferenciando as atividades de cada agrupamento segundo os critérios organizacionais da unidade produtiva (organograma) no momento da pesquisa (por exemplo, distinguindo o pessoal de "qualidade avançada" do pessoal de "engenharia de qualidade e inspeção"). Inclui o pessoal voltado para homologação dos fornecedores, tanto no que se refere a geração da metodologia como a sua execução.

- QE02 - Alcance do Sistema de Qualidade.
- QE03 - Documentação existente e controle de documentos.
- QE04 - Infraestrutura para controle de qualidade.
- QE05 - Movimentação e Armazenagem de Materiais.
- QE06 - "Conscientização", treinamento e qualificação de pessoal.

7) Serviço de Apoio ao Usuário (SU..)
(A desenvolver)

8) Componentes de Terceiros (CT..)

CT/A - Lista dos componentes e partes do produto comprados pela unidade produtiva - não é preciso identificar o fornecedor. É importante identificar os percentuais relativos de compra e de fabricação dentro da unidade produtiva para cada tipo de parte ou componente.

CT/B - Lista dos componentes mais "problemáticos" segundo os critérios da direção industrial da unidade produtiva - identificando a causa do problema: custo, importado, monopólio no Brasil), má qualidade do disponível, outras.

8.1) Componentes Periféricos - feitos em outra linha da empresa ou montados em contrato OEM (CP..)

CP/A - Unidades de disco duro de pequeno porte ("wynchester" 5 1/4").

- Origem: país, ou região do Brasil, onde o componente (ou a maioria dos principais componentes) é fabricado.

- Especificação Técnica - incluindo fonte das normas técnicas-DIN, JIS,...

- Quantidade adquirida no último ano.

- Preço médio unitário (em data a ser determinada) - US\$,Cz\$.

- Percentual médio de rejeição durante o último ano.

- Confiabilidade esperada do periférico (MTBF - tempo médio entre falhas).

- Tempo esperado (combinado, padrão) de entrega após o pedido ao fornecedor.

- Tempo médio de atraso na entrega no último ano.

CP/B - Drives para disco flexível de 5 1/4".

CP/C - Impressoras matriciais.

CP/D - Teclados.

CP/E - Monitores de vídeo.

CP/F - Ventiladores.

8.2) Placas de circuito impresso e circuitos integrados (CI..)

CI/A - Placas de circuito impresso.

CI/B - Circuitos integrados de baixa e média integração (p.ex. HTL's).

CI/C - Circuitos integrados de alta integração (memórias, microprocessadores).

CI/D - Circuitos lógicos dedicados.

8.3) Componentes em geral (CG..)

CG/A - Capacitores.

CG/B - Potenciômetros.

CG/C - Transistores.

CG/D - Diodos.

CG/E - Conectores e Pinos.

CG/F - Transformadores.

CG/G - Cabos.

PUBLICAÇÕES DO IEI EM 1988
TEXTOS PARA DISCUSSÃO

	Nº de páginas
157. GIAMBIAGI, Fabio. <u>Decisões Independentes, Expectativas e Racionalidade Econômica; Uma interpretação para o Fracasso dos congelamentos.</u> IEI/UFRJ, Rio de Janeiro, 1988.	25
158. JAGUARIBE, Anna Maria. <u>Projeto Estado. Bases para uma comparação entre Brasil, Itália e Espanha nos anos 60-80.</u> IEI/UFRJ, Rio de Janeiro, 1988 (Discussão, 158)	38
159. OZORIO, Anna Luiza. <u>A posição do ensino de economia na UFRJ: funcionários, professores e verbas.</u> IEI/UFRJ, Rio de Janeiro, 1988 (Discussão, 159).	31
160. TAUILLE, José Ricardo. <u>Notas sobre tecnologia, trabalho e competitividade no Brasil.</u> IEI/UFRJ, Rio de Janeiro, 1988 (Discussão, 160).	27
161. MEDICI, André Cezar. <u>Observaciones sobre el financiamiento del sistema de salud argentino.</u> IEI/UFRJ, Rio de Janeiro, 1988 (Discussão, 161).	33
162. BATISTA, Jorge Chami. <u>Planejamento, Investimentos e Competitividade Internacional do Setor Siderúrgico Brasileiro nos anos 70 e 80.</u> IEI/UFRJ, Rio de Janeiro, 1988 (Discussão, 162).	97
163. KUPFER, David e CABRAL, Maria Tereza. <u>Organização Industrial e Perfil da Firma na Indústria Química Fina.</u> IEI/UFRJ, Rio de Janeiro, 1988 (Discussão 163).	
164. FIGUEIREDO, José Bernardo e SILVA, Nelson do Valle. <u>The Experience with Economic-demographic Models For Brazil Description and Results.</u> IEI/UFRJ. Rio de Janeiro, 1988. (Discussão, 164).	25
165. FIORI, José Luís. <u>Leituras de Conjuntura Política - 1. Algumas idéias sobre a racionalidade da decisão presidencialista. 2. A propósito do pêndulo Peeme debista.</u> IEI/UFRJ, Rio de Janeiro, 1988 (Discussão, 165).	25
166. TORRES FILHO, Ernani Teixeira. <u>A transição do tratado para a teoria geral - A economia monetária, a poupança e o financiamento.</u> IEI/UFRJ, Rio de Janeiro, 1988 (Discussão 166).	38
167. TAUILLE, José Ricardo et alli. <u>Matriz Eletrônica para a Produção de Sistemas Eletrônicos de Processamento de Dados no Brasil: Uma proposta de metodologia.</u> IEI/UFRJ, Rio de Janeiro, 1988 (Discussão, 167).	71