

# Notas Sobre a Mudança Tecnológica no Setor de Máquinas Ferramentas no Brasil

HÉLIO NOGUEIRA DA CRUZ\*

## Introdução

O objetivo deste trabalho é consolidar as informações geradas por cinco estudos de casos realizados junto a empresas do setor

---

*O autor pertence ao Departamento de Economia da FEA-USP.*

Este artigo reproduz parte da Monografia de Trabalho n.º 47, **Observações sobre a mudança tecnológica no setor de máquinas ferramentas do Brasil**, do Programa de Investigações sobre Desenvolvimento Científico e Tecnológico na América Latina, tendo sido patrocinado pelo BID, CEPAL, CIID e PNUD, a quem agradeço a colaboração prestada. A monografia original inclui também quatro estudos de caso de firmas do setor de máquinas ferramentas, aqui chamadas de firmas "a", "b", "c" e "d" e algumas tabelas adicionais, de cuja elaboração participaram também Marcos Eugênio da Silva e Lars Ake Gunnar Hugerth. Este estudo foi realizado através da FIPE — Fundação Estudos de Pesquisas Econômicas.

de máquinas ferramentas do Brasil<sup>(1)</sup>. Estes estudos de casos, e também este trabalho, adotam uma abordagem teórica desenvolvida principalmente por Kenneth Arrow, Richard Nelson, Nathan Rosemberg e Jorge Katz que supõem que o processo de mudança tecnológica requer um longo período de aprendizagem, no qual ocorrem freqüentes pequenas inovações de produto e processo. Como as cinco empresas eram as maiores unidades produtivas do País e vinham se destacando pelo pioneirismo tecnológico, encontraram-se elementos que permitiram modificar a história do setor tal como tem sido apresentada por outros autores. Exploraram-se também vários temas associados à questão de mudança tecnológica.

---

(1) A maior parte deste estudo refere-se às máquinas ferramentas com produção de cavacos, mas ocasionalmente há referências também sobre as máquinas de deformação que não puderam ser incluídas por falta de maior detalhamento de informações.

## 1 Evolução Histórica do Setor

### EVOLUÇÃO GLOBAL

O setor de máquinas ferramentas do Brasil iniciou suas atividades a partir de meados dos anos 40, tendo apresentado substancial avanço tecnológico ao longo do tempo, reduzindo a distância tecnológica entre os produtos produzidos domesticamente e os mais avançados existentes nos países de fronteira tecnológica, apesar dos avanços ocorridos nestas regiões. Entretanto, o ritmo das inovações não foi uniforme no tempo, havendo períodos de maior dinamismo, entremeados por anos de menor ritmo de inovações.

Os principais fatores condicionantes da evolução do setor de máquinas ferramentas no País foram as políticas de proteção do mercado doméstico por parte do governo, que mantiveram o setor dentro de um modelo de substituição de importações durante todo o período, e a existência de um mercado doméstico relativamente grande e com forte expansão implicando a exigência de padrões de qualidade cada vez mais rigorosos e modelos mais sofisticados.

Com este pano de fundo e aliado a uma tradição metal-mecânica desenvolvida desde o início do século, o setor respondeu, desde os primeiros anos, com substancial aumento da produção, permitindo o desenvolvimento de algumas firmas de porte relativamente grande. Assim, no final dos anos 40 o setor já contava com duas unidades produtoras de máquinas ferramentas de porte relativamente grande (as firmas "c" e "d") que serviram como pioneiras na criação deste mercado. Estas firmas representaram muito mais que a simples criação de uma oferta doméstica de máquinas ferramentas, pois ajudaram na criação de mão-de-obra mais qualificada, desenvolveram canais de comercialização de seus produtos e pressionaram os fabricantes de matérias-primas e outros componentes. Em muitos

sentidos abriram o caminho para outras firmas ingressarem no setor posteriormente<sup>(2)</sup>.

Mantido o modelo de substituição de importações, a partir da fase pioneira dos anos 40, observa-se uma redução do ritmo de avanço do setor durante a primeira parte dos anos 50. As inovações voltam a se acelerar no final dos anos 50 e início dos anos 60, devido à rápida expansão da demanda doméstica, associada à implantação da indústria automobilística no País, não tanto pela demanda das montadoras como pelas compras por parte dos fornecedores de autopeças. Não somente a demanda doméstica crescia, como passava a exigir padrões de qualidade e grau de sofisticação crescentes. A resposta da oferta doméstica foi bastante rápida. Numerosas firmas fizeram grandes avanços, como foi o caso da produção de retificadoras cilíndricas (firma "b") das fresadoras de maior porte, os tornos pesados (firma "c"), as furadeiras radiais (firma "a"), todos estes produtos sendo lançados no período. Do ponto de vista de processo produtivo, observa-se que as firmas investiram pesadamente em equipamentos de usinagem, de fundição, modernizando suas plantas. Contaram para isto, de forma pioneira, com mecanismos formais de transferência de tecnologia, tais como as licenças e os acordos de assistência técnica. Ainda no início dos anos 60 começaram a se instalar no País as primeiras filiais das

---

(2) Há uma controvérsia na literatura sobre mudanças tecnológicas sobre o papel do tamanho das firmas e o grau de concentração industrial no desenvolvimento tecnológico. Neste caso, apesar da estrutura pouco competitiva no segmento mais importante do mercado de máquinas ferramentas da época (os tornos) seguramente foi um fator estimulante, nos primeiros anos de atividade, para a aceleração do ritmo da evolução tecnológica, o fato de se contar com firmas de porte grande, não somente no sentido de aproveitar economias de escala como de internalizar os gastos de treinamento de mão-de-obra, permitir contar com serviços auxiliares próprios de melhor qualidade como os fundidos, entre outros elementos.

multinacionais, atraídas pelo mercado doméstico, permitindo a produção no País de outros produtos sofisticados. Nestes anos já havia no mercado algumas firmas pertencentes a nacionais com grande porte e solidez, que começaram a incorporar engenheiros a seu processo produtivo (firma "c"). Já nestes anos observa-se um caminho para uma maior especialização de atividades entre os vários segmentos específicos de mercado, tais como tornos (com grande participação das firmas "c" e "d"), furadeiras radiais (firma "a"), ao passo que nos segmentos avançados havia uma maior pulverização de fornecedores como é o caso das furadeiras mais simples, das plainas etc. Ainda neste período, observa-se a criação de novos canais de informação, que se tornavam mais específicos para o setor, como revistas técnicas, feiras, sistemas de comercialização etc.

A partir do início da década de 70 o setor voltou a acelerar o ritmo inovativo. Neste período houve apoio financeiro dado por fontes oficiais (BNDE) e acelerou-se a implantação de outras filiais de firmas multinacionais. Mas as firmas domésticas pertencentes a nacionais também apresentaram um ritmo inovativo alto. Por volta da metade dos anos 70 observa-se a entrada de duas firmas nacionais na produção de máquinas ferramentas com controle numérico, além de outras filiais multinacionais. O grau de sofisticação crescia com o lançamento de tornos verticais, tornos com controle numérico, foram lançados novos modelos de retificadoras, novas plainas, novas fresadoras e furadeiras radiais. O setor já apresentava maior maturidade nas formas de incorporação de tecnologia através de acordos de licenciamento e incursionava na produção de modelos próprios como o caso de tornos, retificadoras etc. Neste período observa-se que começaram a surgir as primeiras escolas de nível superior fornecendo pessoal mais qualificado para o setor.

A partir destas informações passaremos a detalhar a evolução tecnológica do setor,

separando em etapas para facilitar a exposição.

#### PRIMEIRA FASE: ATÉ 1955

##### *Primórdios da industrialização brasileira e a acumulação de experiência metal/mecânica*

Todo o processo de industrialização brasileira foi fortemente condicionado pelo comportamento externo da economia e pelas políticas (especialmente cambial) adotadas em resposta às flutuações do mercado internacional e à conseqüente diminuição da capacidade de importar. O início da industrialização ocorreu no final do século passado, principalmente com a instalação da indústria têxtil e de outros estabelecimentos de bens de consumo não-duráveis. A produção de máquinas ferramentas era mínima, assim como a de bens de capital em geral.

Paulatinamente, contudo, foram-se instalando pequenas oficinas de reparação e manutenção de produtos ferroviários, têxteis e outros produtos ligados à agroindústria que dariam origem a muitos dos estabelecimentos industriais que hoje produzem bens de capital e máquinas ferramentas. Neste período formaram-se a Villares (1918), Dedini (1920), Bardella (1911), Nardini (1910), Zocca (1926), Tonnani (1919), Joinville (1893), entre outras, todas elas produtoras atuais de bens de capital, sendo que as quatro últimas são produtoras de máquinas ferramentas. Na maioria dos casos eram imigrantes italianos que traziam ao País seus conhecimentos técnicos, geralmente a nível empírico, e se instalavam com pouco capital, mas que foram crescendo através da acumulação interna de recursos e aos poucos foram mudando e ampliando suas linhas de produção. Muitas delas desenvolveram características de firmas familiares, que se mantiveram por muitas décadas.

Devido à escassez de divisas ocorrida durante a depressão de 1930, o processo de industrialização do País acelerou sua taxa de crescimento, ampliando sua atuação no setor de bens de capital.

O Inquérito Industrial realizado no Estado de São Paulo, principal pólo industrial já naquela época, apresenta uma imagem da situação do Estado em 1936<sup>(3)</sup>: indica a existência de 10 firmas que viriam a se constituir em atuais produtores de bens de capital em geral e de máquinas ferramentas, embora neste período produzissem outros bens metal/mecânicos.

Note-se que alguns dos principais produtores atuais de bens de capital como a Villares, Bardella, Dedini e Máquinas Piratininga já eram relativamente grandes naquela época. O mesmo se dá, em proporções menores, com máquinas ferramentas onde se salientam atualmente a Romi e a Nardini.

### *A fase pioneira do setor de máquinas ferramentas: de 1940 a 1955*

Durante a 2.ª Guerra muitas daquelas firmas começaram a diversificar sua linha de produção na direção de máquinas ferramentas, pois, com a escassez de produtos com que tinham familiaridade enquanto consumidores, e percebendo as possibilidades do mercado doméstico protegido, passaram a produzir o que anteriormente consumiam, como foi o caso da Romi, Nardini, Sanches Blanes e Yadoya, para citar alguns exemplos.

A evolução tecnológica do setor, neste período, foi fortemente condicionada pelo comportamento da firma "c". Esta firma entrou no setor em 1943 e em 1946 já produzia mais de 800 tornos por ano, chegando a exportar para outros países da América Latina logo nos primeiros anos. Passou a representar um papel de liderança, a grande distância de seus seguidores, que não produziam mais do que poucas centenas por ano de máquinas em conjunto. Com esta escala de operações, a firma já podia aproveitar ganhos de escala, chegando a produzir, em grandes lotes, sendo parte de seu maquinário já disposto em "linhas" de opo-

sição a "ilhas" como é feito pela quase totalidade das firmas ainda hoje. Esta firma chegou ainda na década de 40 a criar uma escola interna de treinamento de operários qualificados. Devido à sua grande escala, podia internalizar parte dos custos deste tipo de treinamento (o que não impediria que posteriormente este pessoal se dirigisse a outras firmas do setor).

Mas a situação da quase totalidade das outras firmas do setor era completamente distinta: contavam com grande dificuldade para produzir estes tipos de máquinas como se nota nos estudos de casos<sup>(4)</sup>. A primeira delas era a escassez de capital, o que tornava as firmas de porte relativamente modesto. Não dispunham de instalações industriais grandes ou modernas, se comparadas com os padrões prevalecentes no mercado internacional. O mercado doméstico para estes produtos era relativamente incerto, de dimensões modestas e com fortes flutuações de demanda. Não havia uma rede de fornecedores de componentes ou toda a infra-estrutura industrial que lhes permitisse um grau de divisão de trabalho razoável. As matérias-primas eram de baixa qualidade, os fornecedores potenciais apresentavam produtos com pouca confiabilidade e em prazos demasiado variáveis. O setor financeiro era pouco avançado, dificultando a comercialização dos produtos; inexistiam empréstimos para a realização de investimentos. A mão-de-obra disponível era de baixa qualificação, sendo que a alternativa mais utilizada era o treinamento dentro das firmas que, evidentemente, servia apenas para avanços a nível empírico<sup>(5)</sup>. Os modelos dos produtos eram

(3) Ver **Observações sobre a mudança tecnológica no setor de máquinas ferramentas do Brasil**, BID/CEPAL/CIID/PNUD, 1982 (Monografia de Trabalho, 47). Tabela 1.

(4) Ver **Observações sobre a mudança tecnológica no setor de máquinas ferramentas do Brasil**, BID/CEPAL/CIID/PNUD, 1982 (Monografia de Trabalho, 47).

(5) A questão do treinamento da mão-de-obra neste tipo de atividade envolve muitos elementos não completamente formalizados e explícitos, havendo muitas informações tácitas que pertencem ao mundo metal/metalúrgico para as quais a aprendizagem

similares aos importados, como ocorreu com as firmas "c" e "d" e eram simples, pois eram os possíveis de serem produzidos e para os quais havia um mercado doméstico cativo (furadeiras, tornos, plainas etc). Eram portanto firmas pequenas, buscavam sua integração vertical produtiva e financeira e procuravam livrar-se dos eventuais fornecedores (freqüentemente as firmas produziam até seus parafusos e procuravam estabelecer suas próprias fundições).

Além da linha de produção ser bastante diversificada dentro do setor de máquinas ferramentas, buscavam persistentemente novos mercados para se precaverem das flutuações constantes da demanda.

O fato é que cresceu o mercado, cresceram as firmas e aumentou o número de fabricantes neste período. Se no período de 1930 a 1939 havia cerca de 10 produtores de máquinas ferramentas, na primeira metade da década de 50 já eram mais de 30, segundo afirma Vidossich<sup>(6)</sup>.

A partir do final da década de 40, aparentemente houve uma redução no ritmo de inovações, acompanhada por uma taxa de crescimento da produção mais lenta<sup>(7)</sup>. A firma "c" a mais importante existente até então (produzindo apenas tornos), mostra uma taxa de crescimento pouco acelerada de 1946 a 1955, quando a produção nacional atingiu 2.443 tornos<sup>(8)</sup>. A firma "c" incursionou na direção de tratores e automóveis, apesar de

lançar ainda neste período os primeiros tornos revólveres produzidos no País e a firma "d" permaneceu produzindo modelos de tornos paralelos universais sem maiores alterações.

#### SEGUNDA FASE: 1956 A 1962 — A CONSOLIDAÇÃO DO SETOR

A partir de 1956, houve um rápido crescimento do parque industrial brasileiro, especialmente nos setores de energia e transportes (indústria automobilística) apoiado por fortes incentivos oficiais, implicando acelerado crescimento da demanda de máquinas ferramentas<sup>(9)</sup>. Através do Plano de Metas, foram oferecidos incentivos ao capital estrangeiro, que começou a se instalar no País, trazendo grande parte de seu equipamento do exterior. Os efeitos de longo prazo sobre o setor de máquinas ferramentas foi extremamente forte, não somente através da expansão da demanda, como por exigir padrões de qualidade mais elevados, requerendo máquinas mais precisas e automatizadas. Os efeitos de curto prazo não apareceram com tanta intensidade, pois foi o setor de autopeças o principal demandante das máquinas produzidas no País naquele período, o qual estava em fase de organização. Os produtos nacionais limitaram-se quase exclusivamente às máquinas universais e de menor complexidade tecnológica. Observa-se, entretanto, um forte incremento da produção entre 1955 e 1961<sup>(10)</sup>.

Este período foi muito rico em transformações do setor. Não somente a firma pioneira do setor (firma "c") avançava na direção de produzir produtos cada vez mais sofisticados como investia pesadamente em suas plantas<sup>(11)</sup>, ao mesmo tempo em que sur-

---

... ocorre com as próprias atividades. Ver NELSON, R. *Innovation and Economic Development: Theoretical Retrospect and Prospect*. 1979.

(6) VIDOSSICH, F. *A indústria de máquinas ferramentas no Brasil*. IPEA, 1974.

(7) As bases de informações sobre este período são bastante escassas. Entretanto, o comportamento das firmas "c" e "d" sugere a redução dos ritmos de inovações a partir da década de 40.

(8) Ver *Observações sobre a mudança tecnológica*... op. cit. Tabela 2.

---

(9) Ver *Observações* ... op. cit. Tabelas 2 e 3.

(10) Ver *Observações*... op. cit. Tabelas 2, 3, 4 e 5.

(11) Apesar desta firma não obter sucesso econômico, na produção de automóveis e tratores, passou a contar com equipamentos (principalmente de usinagem) mais sofisticados com o resultado destes esforços.

giam competidores domésticos que cresciam em tamanho e capacitação tecnológica. A firma "d" cresceu rapidamente e modernizou-se. A firma "b" lançou-se definitivamente no setor, contando com assistência técnica estrangeira para acelerar sua trajetória tecnológica. E outros produtores domésticos, que começaram suas atividades na década de 50, começaram a ganhar maior escala de operações, lançando modelos mais avançados equipando-se rapidamente, como foi o caso da firma "a" e da firma "e"

Nos anos iniciais da década de 60 foram lançados novos modelos de máquinas como resultado destes esforços anteriores, como as retificadoras cilíndricas, as furadeiras radiais, os tornos pesados (que surgiram alguns anos antes, por volta de 1958), as fresadoras etc. Trata-se, portanto, de uma resposta a uma demanda crescente e mais sofisticada e que refletia a maior capacitação tecnológica do setor.

Ainda nestes anos, o setor começou a incorporar engenheiros dentro das firmas (firma "c"). Começaram a surgir novas formas de comunicação, como, por exemplo, o lançamento do 1.º Catálogo de Máquinas do setor (executado por firma privada de consultoria)<sup>(12)</sup>.

Nos primeiros anos da década de 60 começou a se acelerar a participação de firmas estrangeiras produtoras de máquinas ferramentas, que aqui se instalavam trazendo novos modelos e aporte de recursos humanos e de capital financeiro, o que lhes permitiu especializarem-se na produção de produtos mais sofisticados entre os aqui produzidos.

E o Governo, com a criação do GEIMAPE — Grupo Executivo da Indústria de Máquinas Pesadas — em 1961, começou a coordenar melhor suas atividades no setor.

---

(12) Este catálogo servirá como referencial do patamar tecnológico existente no início da década de 60.

Para acelerar o ritmo de inovação tecnológica, observa-se a utilização de mecanismos formais de transferência de tecnologia, tais como as patentes, sendo que, somente em 1961, houve pelo menos quatro contratos<sup>(13)</sup> no setor de máquinas ferramentas com produção de cavacos; ou seja, embora muitas firmas do setor se mantivessem na estratégia de imitar produtos já existentes, outras já caminhavam para outros mecanismos de absorção de tecnologia.

Entretanto, o estudo da CEPAL realizado no início da década de 60 caracterizava para o setor: dimensão inadequada da maioria das empresas, muitas delas dedicando-se a outras atividades mecânicas; diversificação da linha de produção, cada empresa apresentando grande número de tipos e modelos de máquinas distintas; baixa eficiência do processo produtivo; carência de recursos financeiros; inexistência de engenharia de produtos e limitações na engenharia de fabricação e inadequada estrutura administrativa. Note-se que se todas estas observações eram, em termos absolutos, verdadeiras, devem ser olhadas com cuidado, pois não necessariamente estão implicando que a "história do setor" tivesse sido malsucedida. Pelo contrário, como observamos anteriormente, este tipo de organização da produção era fruto de seu condicionante histórico.

### TERCEIRA FASE: A PARTIR DE 1963 — AMADURECIMENTO TECNOLÓGICO

*De 1963 a 1969*

A partir de 1963, até por volta de 1969, o setor passou a crescer mais lentamente, sofrendo a crise por que passava todo o setor industrial brasileiro<sup>(14)</sup>. Mesmo a expansão das exportações, que se acelerou a partir de 1965, voltada principalmente para os

---

(13) Ver *Indústria Brasileira de Máquinas Ferramentas*, Editora Banas, 1965.

(14) Ver *Observações... op. cit.* Tabelas 2, 3, 4 e 5.

países da América Latina<sup>(15)</sup>, não foi suficiente para manter o ritmo de expansão da produção verificado na fase anterior. Aparentemente, houve uma redução do ritmo da mudança tecnológica do setor. Observa-se, entretanto, que as firmas do setor continuavam a avançar, fazendo aperfeiçoamentos em seus modelos anteriores, diversificando a linha de produtos ofertada domesticamente, como se observa nos 5 estudos de casos. Tratava-se entretanto de um período de pequenas mudanças mais do que de grandes saldos. Também as instalações industriais continuavam a ser modernizadas, mas em menor ritmo, devido à crise de demanda.

A competitividade do setor acirrou-se, levando ao desaparecimento de muitas unidades produtoras de máquinas ferramentas, ao passo que outras se fortaleciam relativamente, aumentando o número de firmas com mais de 100 empregados: de 8 em 1961, a 13 em 1968, segundo os estudos da CEPAL e Vidossich.

Pode-se ter uma idéia dos avanços do setor em termos de produto quando se comparam os tipos de produtos existentes por volta de 1960 a 1970, através do cotejo entre o estudo de G. Romi<sup>(16)</sup> e de Vidossich<sup>(17)</sup> realizados em 1960 e 1970, os quais indicam que, mesmo num alto nível de agregação, pas-

saram a ser produzidos no País os tornos tipicamente automáticos, as furadeiras radiais e sensitivas, as mandriladoras horizontais e de produção, as fresadoras verticais e horizontais, as plainas fresadoras e verticais e sensitivas, as mandriladoras horizontais e de produção, as fresadoras verticais e horizontais, as plainas fresadoras e verticais e as retificadoras *centerless*.

Evidentemente, o registro destes novos modelos de máquinas não esgota os numerosos avanços tecnológicos de modelos, pois houve vários modelos novos e mais avançados, que não ficam explicitados nestas categorias (para um maior detalhamento de produtos ver Vidossich e o 1.º Catálogo de Máquinas utilizados para a elaboração da tabela 3).

O estudo de Biato *et al*<sup>(18)</sup> indica que, em 1979, nove firmas do setor tinham vínculos de transferência de tecnologia, sendo identificados 15 contratos, predominando os de assistência técnica (10), licenças para utilização de marcas (3), licenças de fabricação e/ou para utilização de patentes (1) e elaboração de projetos (1), o que mostra que este caminho de absorção de tecnologia continuava a ser aprofundado.

#### *A partir dos anos 70*

No início dos anos 70, o setor voltou a crescer rapidamente, devido à forte expansão da demanda associada ao período do Milagre Brasileiro — 1968 a 1974<sup>(19)</sup>. O II PND estabelecia grandes metas para o setor de bens de capital do setor, que foi fortemente estimulado.

O ritmo de inovações tecnológicas voltou a se acelerar, especialmente no final dos

---

(15) Em outros estudos, como de Cruz e Barros, foi verificado que o crescimento das exportações de calçados e têxteis, principalmente para países avançados, teve um efeito de modernizar o setor através da pressão de demanda. Neste caso não ocorre, pois as máquinas ferramentas exportadas eram, na maioria, de padrão tecnológico menos sofisticado, devido às exigências destes mercados. O estímulo favorável pode ter vindo em termos de organização do processo produtivo para conseguir menores preços e para manter canais de informações sobre o que ocorria no setor em outros países.

(16) G. Romi, em 1961, apresentou um relatório sobre o setor de máquinas ferramentas, havendo um resumo em Banas (p. 130).

(17) VIDOSSICH. *Op. Cit.*

---

(18) Ver BIATO, GUIMARÃES & POPPE FIGUEIREDO. *A transferência de tecnologia no Brasil*, Brasília, IPEA/IPLAN, 1973, (série Estudos para o Planejamento, 4).

(19) Ver *Observações... op. cit.* Tabelas 2, 3, 4 e 5. Ver também a tabela 2 deste artigo.

anos 70, como resultado destes fatores. O setor já se apresentava mais maduro, contando com muitas firmas de porte relativamente grande, com muitos anos de experiência no setor e com bases industriais, de recursos humanos e financeiros bastante distintas das fases anteriores. O salto tecnológico foi feito aproximando bastante o setor dos padrões prevalecentes nos países mais avançados, mas mantendo algumas feições bastante próprias, tais como a maior integração vertical das firmas aqui instaladas, apesar do setor caminhar para uma maior especialização de atividades entre as várias firmas. Para este salto tecnológico, foi importante a experiência anterior em muitos sentidos. O setor já contava com pessoal mais qualificado, treinado longamente nas fases anteriores. Tinha experiência de contratos de assistência técnica e de licenças de modelos, desenvolvida principalmente durante a década de 60. Disponha de canais de comunicação mais desenvolvidos no mercado doméstico e demonstrava bastante familiaridade com o que ocorria no resto do mundo<sup>(20)</sup>.

Ademais, dada a manutenção da política de reserva do mercado doméstico e a forte expansão do setor industrial do País, houve estímulos à implantação de novas filiais de multinacionais, trazendo novamente mão-de-obra qualificada e modelos avançados para serem aqui produzidos. Em 1963 foram instaladas as três primeiras, em 1971 havia 5 e em 1975 já eram 18<sup>(21)</sup>.

O apoio oficial para o crescimento e diversificação da oferta doméstica foi importante por facilitar a comercialização dos produtos, por participar de projetos de desenvolvimento das firmas realizado principalmente através do FINAME (1964), FINEP (1967) e EM-BRAMEC (1974).

---

(20) Ver a seção seguinte, para um maior desenvolvimento deste tema.

(21) Ver o item sobre nacionais e estrangeiras, na próxima seção.

Um dos fatos que torna este período um divisor de águas é a introdução do País no grupo de produtores de máquinas ferramentas com controle numérico. Novamente a firma "c" foi pioneira, tendo sido seguida pela firma "d", poucos anos depois, e por outras firmas filiais de multinacionais. Note-se que as primeiras máquinas ferramentas produzidas com controle numérico apareceram nos países da fronteira na década de 1950, em escala piloto; ou seja, não houve uma grande distância temporal. Inicialmente, a parte eletrônica das máquinas era importada, sendo para o caso de apenas alguns modelos, posteriormente produzida por uma firma do País.

Ainda nestes últimos anos começaram a surgir escolas de nível superior oferecendo a especialidade de máquinas ferramentas, facilitando o treinamento da mão-de-obra. Observa-se neste período que mesmo as firmas nacionais encontravam-se em grande atividade, modernizando suas fábricas (como ocorre com praticamente todas as 5 firmas que se dispõem de informações mais completas), sofisticando suas fundições, investindo em maquinário de usinagem e desenvolvendo modelos próprios de máquinas, como ocorre principalmente com as firmas "b" "c" e "d"

Pode-se aferir o ritmo de inovação tecnológica de produto ocorrida na década de 70, novamente através de comparação dos produtos existentes em 1970 e 1980, que, mesmo num alto nível de agregação, revela intensa atividade de lançamento de modelos (ver tabela 1). Observa-se que esta trajetória foi impulsionada pela instalação e crescimento das filiais de firmas estrangeiras, principalmente neste período, embora encontrem-se firmas nacionais entre o grupo das mais inovadoras. No caso do segmento de tornos, observam-se nesta década os lançamentos dos tornos verticais, dos tornos tipicamente copiadores, dos multifusos, dos frontais com controle numérico, que significaram o ingresso do setor de máquinas ferramentas do Brasil na eletrônica, ha-

TABELA 1  
EVOLUÇÃO DOS MODELOS DE MÁQUINAS  
FERRAMENTAS PRODUZIDAS NO BRASIL  
Vários Modelos

Modelos Produzidos	Pro- dução em 1960	Pro- dução em 1970	Pro- dução em 1980
<b>Tornos</b>			
1. Paralelos	sim	sim	sim
2. Universais	sim	sim	sim
3. Revólver	sim	sim	sim
4. Verticais	não	não	sim
5. Tipicam/e Automát.	não	sim	sim
6. Tipicam/e Copiadores	não	não	sim
7. Multi-fusos	não	não	sim
8. Frontais	não	não	sim
9. C/Contr. Numérico	não	não	sim
<b>Fresadoras</b>			
1. Bancada	sim	sim	sim
2. Universais peq. porte	sim	sim	sim
3. Universais gde. porte	não	não	sim
4. Verticais	não	sim	sim
5. Horizontais	não	sim	sim
6. Copiadoras	não	não	sim
7 de Roscas	não	não	sim
8. de Engrenagens	não	não	sim
9. C/Contr. Numérico	não	não	sim
10. Fres. Ferramenteira	não	não	sim
<b>Plainas</b>			
1. Limadoras	sim	sim	sim
2. de Mesa	sim	sim	sim
3. Fresadora	não	sim	sim
4. Desengrossadeira	não	não	sim
5. Verticais	não	sim	sim
<b>Furadeiras</b>			
1. Bancada	sim	sim	sim
2. Coluna	sim	sim	sim
3. Radial	não	sim	sim
4. Múltipla	sim	sim	sim
5. Revólver Autom.	não	não	sim
6. de Coordenadas	não	não	sim
7 Sensitiva	não	sim	sim
<b>Retificadoras</b>			
1. Universais	sim	sim	sim
2. Planas	sim	sim	sim
3. Cilíndrica	sim	sim	sim
4. de Roscas	não	não	não
5. de Engrenagens	não	não	sim
6. Centerless	não	sim	sim
7. P/Internos	não	não	não
<b>Mandriladoras</b>			
1. Peq. porte para fins específicos	sim	sim	sim
2. Fresadoras	não	não	sim
3. Horizontal	não	sim	sim
4. de Produção	não	sim	sim
5. Controle Numérico de Introdução Manual	não	não	sim

Fonte: Consulta, Especificações do Comprador Industrial, 1963, Anuário Banas, vários números, e Simesp, Máquinas Ferramentas Brasileiras (1980)

TABELA 2  
INDÚSTRIA DE MÁQUINAS FERRAMENTAS

Ano/Índice	Pessoal Ocupado	Produção Industrial Real
1970	76,5	70,8
1971	86,5	94,6
1972	100,0	100,0
1973	100,0	120,5
1974	145,5	147,1
1975	160,5	187,5
1976	172,1	211,4
1977	147,6	217,2
1978	191,2	251,0
1979	199,8	270,8
1980	209,0	285,9

Índices: Base — 1972 = 100

Fonte: Simesp

vendo duas firmas nacionais produzindo estas máquinas. No caso das furadeiras, lançaram-se as furadeiras automáticas revólver e de coordenada e ainda as plainas desengrossadeiras, as retificadoras de engrenagem e para internos, as mandriladoras fresadoras e as mandriladoras com controle numérico de introdução manual. Finalmente, foram lançados os modelos de fresadoras universais de grande porte, das fresadoras copiadoras, das fresadoras de roscas, de engrenagens, ferramenteiras e das fresadoras com controle numérico. Observa-se ainda a produção de inúmeras máquinas especiais e centros de usinagem lançados nos últimos anos com grande complexidade tecnológica. Com todos estes lançamentos o País passou a produzir modelos de produtos bastante próximos aos mais avançados existentes na fronteira tecnológica. Neste final de período, conta-se com firmas nacionais que ingressaram no estreito grupo de firmas que produzem avanços tecnológicos baseados em recursos tecnológicos próprios.

## 2. Aspectos da Evolução do Setor

### EVOLUÇÃO DA ESTRUTURA DE MERCADO

O setor de máquinas ferramentas do Brasil iniciou suas atividades durante a 2.ª Guerra Mundial, atingindo em poucos anos

uma grande concentração da produção em poucos fabricantes. Principalmente no início dos anos 50, observa-se o aparecimento de muitas firmas pequenas que passam a produzir modelos simples de produtos, mas contando com uma escala de operações inadequada, tanto no que se refere a planta, como em termos de recursos técnicos e financeiros. A partir dessa data parece-se estar caminhando para uma maior especialização de atividades, cabendo uma forte participação de cada segmento de mercado a umas poucas firmas, o que não ocorria, entretanto, com todos os produtos. De qualquer forma, de maneira geral, trata-se de um mercado bastante competitivo, pois as firmas podem alterar sua linha de produtos com alguma rapidez e de fato diversificam sua produção, sendo sempre competidoras potenciais uma das outras, especialmente nos produtos menos sofisticados tecnologicamente.

A literatura sobre mudança tecnológica tem procurado examinar a questão de como diferentes estruturas de mercado podem afetar o ritmo e a natureza da mudança tecnológica. Os argumentos associam-se fundamentalmente na questão das indivisibilidades, externalidades e incertezas envolvidas no processo de mudança tecnológica. Assim, apontam alguns autores, uma estrutura de mercado mais concentrada pode ser mais favorável à mudança tecnológica, pois permite que as firmas aproveitem melhor as externalidades (como é o caso por exemplo do treinamento de mão-de-obra qualificada), que tenham maiores possibilidades de superar as indivisibilidades do processo produtivo (por exemplo, com a produção em "linha", em oposição à produção em "ilhas") e que as firmas maiores possam contar com um volume de recursos, por exemplo, financeiros, para investir na área de pesquisa e desenvolvimento. Os argumentos contrários a este tipo de estrutura de mercado mais concentrado apontam as rigidezes dos oligopólios e monopólios<sup>(22)</sup>.

(22) No caso do desenvolvimento de um novo mercado, há ainda que apontar o fato de

...

O fato de o setor de máquinas ferramentas do País ter-se desenvolvido desde a década de 40, contando com a existência de uma firma grande que funcionou até certo ponto como "pólo"<sup>(23)</sup> de desenvolvimento do setor e com uma orientação bastante agressiva em termos de mudança tecnológica, seguramente teve efeitos favoráveis, sendo dois deles de especial relevância. O primeiro foi a possibilidade de treinar mão-de-obra técnica de nível médio, que seria posteriormente aproveitada por outras firmas do setor. O segundo foi de criar um padrão de produção alto desde o início, que serviu de modelo para outras firmas do setor, implementando desde cedo esforço de uma organização avançada e progressiva. Como esta firma manteve uma característica de forte especialização na produção de um tipo de máquinas ferramentas (os tornos), indiretamente facilitou a entrada de outras firmas para atingir outros segmentos do mercado.

Durante a década de 50 surgiram dezenas de novos produtores, pois havia poucas barreiras à entrada para as firmas produtoras de outras máquinas mecânicas e a demanda doméstica era favorável. Em 1960 havia 90 firmas produtoras de máquinas ferramentas, das quais 8 dispunham de mais de 100 empregados<sup>(24)</sup>. Aparentemente foi um movimento que tendeu a reduzir o grau de concentração da produção, embora se mantivesse bastante concentrada, com as firmas com mais de 100 empregados respondendo por 55,4% do pessoal ocupado, dos quais as duas maiores responderam por 35,4% do total.

---

... que as firmas são elas próprias canais onde circulam informações constantemente criadas com o próprio funcionamento do setor, tornando os argumentos a favor de unidades maiores ainda mais fortes que no caso de um setor já em funcionamento.

(23) Há uma vasta literatura sobre o conceito de "pólos" de desenvolvimento, iniciada por Perroux (1955).

(24) Ver CEPAL, *op. cit.*

Em 1960, os produtos mais importantes do setor seguiam sendo os tornos, furadeiras e plainas, embora houvesse expressivo crescimento dos outros produtos. No caso do mercado de tornos, as duas maiores firmas do setor respondiam com grande parcela da produção apesar das outras 22 firmas atuantes neste segmento do mercado (ver tabela 3). No caso das furadeiras, a oferta era bastante pulverizada entre 17 produtores, o que se agravava no caso das plainas, com 13 produtores em um mercado mais estreito, sendo ambos produtos de baixa exigência tecnológica. No caso dos outros produtos, como fresadoras, retificadoras e afiadoras, a oferta doméstica era reduzida, apesar do número elevado de fornecedores, especialmente no caso das fresadoras (18).

Durante a década de 60 e principalmente nos seus primeiros anos, houve uma forte expansão da produção resultando no aumento do tamanho médio dos estabelecimentos, de 53,1 empregados em 1961 para 79,7 em 1968 e 109,0 em 1971<sup>(25)</sup>.

Houve uma redução do número absoluto de firmas, de 90 em 1961 para 71 em 1968, e 61 em 1971, apesar do crescimento do número de pessoas empregadas, respectivamente de 4.780 para 5.661 e 6.646. Em 1971 havia 18 firmas com mais de 100 empregados, que respondiam por 76,2% do total do emprego, sendo que as de mais de 500 empregados (duas) respondiam por 32,8% do emprego. Ou seja, aumentou o volume da produção, principalmente através do crescimento das firmas menores, que passam a ser médias.

Em 1970 permaneciam como mercados mais importantes os de tornos, com uma redução do número de fornecedores de 24 em 1961 para 14 em 1971. O mercado de furadeiras manteve-se praticamente inalterado quanto ao volume de produção e número de firmas que nele atuavam.

Houve grande redução também no número de firmas produtoras de plainas com volume de produção em unidades mantidas relativamente constantes que ocorreu em menores proporções também no caso das fresadoras. Houve aumento do número de fornecedores no caso das retificadoras, acompanhando o crescimento da produção. Aparentemente, muitas pequenas firmas foram eliminadas neste período, pois o setor passava a exigir maior escala de operações.

Durante a década de 70 houve um grande avanço da produção no setor e elevação do grau de sofisticação de seus produtos. Aparentemente restaram poucas das firmas de porte extremamente reduzido que haviam entrado nos anos 50, apesar do aumento do número de produtores para 98<sup>(26)</sup> no setor de máquinas ferramentas como um todo e 72 no setor de máquinas ferramentas com produção de cavacos, conforme mostra o *2.o Guia de Especificações Técnicas de Máquinas Ferramentas da Revista Máquinas Ferramentas* (set. 1981). Neste ano havia 7 firmas com mais de 500 empregados e 5 de 250 a 499 no total de 10.832 empregados, segundo a revista *Visão (Quem é Quem, 1981)*, o que mostra a consolidação de diversas unidades relativamente grandes, das quais duas são multinacionais. A expansão do número total de firmas deveu-se em parte à instalação de filiais de multinacionais de porte relativamente pequeno (cerca de 100 a 300 empregados), para as quais as barreiras de tamanho eram, pelo menos em parte, contrabalançadas pelo maior acesso a tecnologia e capacidade financeira.

No caso do mercado de tornos, que seguia sendo o principal produto (ver tabela 3), a produção em unidade mais que dobrou em relação a 1970, tendo dobrado a número de firmas fornecedoras. No mercado de furadeiras a produção multiplicou-se por quase seis vezes, mantendo praticamente inaltera-

(25) Ver VIDOSSICH, *op. cit.*, para maiores detalhes da estrutura industrial nestes anos.

(26) A contagem do número de firmas excluiu as firmas produtoras de máquinas de eletrosão (5 firmas).

TABELA 3  
 PRODUÇÃO DE MÁQUINAS FERRAMENTAS COM PRODUÇÃO DE CAVACOS E NÚMERO DE FIRMAS EM CADA TIPO DE PRODUTO  
 Vários Anos

	Produção em Unidades 1961 <sup>(a)</sup>	Número de FIRMAS 1961 <sup>(a)</sup>	Produção em Unidades 1971 <sup>(b)</sup>	Número de FIRMAS 1971 <sup>(b)</sup>	Produção em Unidades 1980 <sup>(c)</sup>	Número de FIRMAS 1980 <sup>(d)</sup>
Tornos	4.638	24	5.287	14	12.497	28
Furadeiras	5.311	17	5.160	19	30.258	20
Fresadoras	278	14	296	9	978	22
Plainas	937	18	962	7	1.533	7
Retificadoras	79	4	137	8	433	17
Afiadoras	101	4	98	4	833	10
Mandrilladoras					152	9
Máquinas Especiais			24	4	443	6+

Fontes: (a) Cepal

(b) Embramec-Vidossich

(c) Simesp

(d) Máquinas e Ferramentas

(+) Foram consideradas as firmas produtoras de Centro de Usinagem

do o número de fabricantes, o que mostra que algumas firmas deste setor passam a poder obter maiores ganhos de escala. O mercado de plainas, em que pese o aumento da produção, sofreu grande redução do número de firmas. Por outro lado, os mercados de produtos mais sofisticados, como as fresadoras, mandriladoras, retificadoras e centros de usinagem, têm aumentado substancialmente o volume da produção, o grau de sofisticação tecnológica e o número de fornecedores, especialmente com a entrada das firmas estrangeiras.

#### CRESCIMENTO E ESPECIALIZAÇÃO

Embora haja muitos estímulos à diversificação da produção, principalmente devidos à instabilidade da demanda, os estudos de casos mostram que pelo menos para as firmas maiores houve uma tendência à especialização em alguns poucos produtos, embora mantivessem em seus catálogos vários produtos que foram lançados através do tempo. No caso das duas firmas maiores, esta busca de especialização é observada praticamente desde a origem de suas atividades,

ao passo que nos outros casos observa-se que as firmas foram-se especializando ao longo do tempo, principalmente a partir da década de 60, o que pode ser interpretado como uma busca de obter maiores lotes de produção e maiores ganhos de escala. O caso geral é que a especialização significou, para estas firmas, caminhar para produtos mais sofisticados, onde as barreiras à entrada eram maiores.

A especialização entre tipos de produtos foi reforçada com a instalação de firmas multinacionais no País, pois elas se dirigiram para os produtos mais sofisticados. O efeito final foi a existência de três tipos de firmas: as nacionais de médio e grande porte, com produtos mais sofisticados e melhores instalações, as multinacionais, em geral de porte médio, com produtos altamente sofisticados, e um grande número de pequenas unidades que disputam o segmento menos sofisticado. O quadro competitivo apresenta-se particularmente intenso entre as firmas de cada grupo, embora as do primeiro grupo disputem com as dos dois outros grupos de firmas sua participação no mercado.

Esta tendência à especialização também se observou, no caso das duas firmas maiores, no seu processo produtivo, pois com sua expansão, as firmas instalaram novas plantas cabendo uma divisão de tipos de produtos entre as várias unidades, o que também pode ser interpretado como uma busca de obtenção de maiores ganhos de escala.

Mas o fenômeno da especialização não se restringiu a estes aspectos: observa-se o desenvolvimento de outras instituições que crescem principalmente depois de 1960 e se tornam cada vez mais especializadas. Cresceu o número de publicações técnicas do setor, que se no início estavam vinculadas ao mundo metal/mecânico, como as revistas genéricas sobre o mundo mecânico como um todo, com o passar dos anos tornaram-se mais específicas (tivemos a revista *Máquinas Ferramentas* lançada no ano de 1980, como desdobramento da antiga *Máquinas e Metais*, que apareceu pela primeira vez em 1964). As firmas se reúnem na Associação Brasileira da Indústria de Máquinas que posteriormente passou a ter um Departamento Nacional de Máquinas Ferramentas, o qual começou a publicar catálogos do setor e a produzir estatísticas (em 1966 é feita a amostra). As escolas de Engenharia passam a contar nos últimos anos com a especialidade de Máquinas e Ferramentas e de um grupo de Pesquisa e Treinamento em Controle Numérico. Foram criados seminários especializados sobre as várias atividades do setor, inclusive sobre comando numérico (patrocinado este último pela SOBRA-CON — Sociedade Brasileira de Comando Numérico fundada em 1979). As feiras técnicas do setor ganham crescente importância e se especializam, surgindo a primeira especializada do setor em 1982. As políticas oficiais passam também a contar com agências especializadas, como o GEI-MAPE — Grupo Executivo da Indústria de Máquinas Operatrizes em 1961, a EMBRAMEC — Mecânica Brasileira S.A. em 1964 e a FIN-NEP — Financiadora de Estudos e Projetos.

## SUBCONTRATAÇÃO

A comparação do grau de divisão de trabalho das firmas produtoras de máquinas ferramentas entre as dos países da fronteira tecnológica e as do País, tem mostrado que as firmas brasileiras apresentam um grau de integração vertical muito elevado, pois as primeiras funcionam quase que como montadoras de um conjunto de peças e componentes produzidos fora de suas instalações. Com isso, as firmas brasileiras estariam deixando de aproveitar grandes economias de escala.

Na verdade, esta é uma questão ampla, para ser tratada num estudo desta natureza; entretanto, há um conjunto de informações que permite que se façam alguns comentários para a compreensão destas diferenças de estruturas industriais.

O ponto fundamental encontra-se na origem do setor no País. Como foi visto anteriormente, o setor de máquinas ferramentas do País iniciou suas atividades com duas unidades relativamente grandes dentro de um ambiente tecnológico pouco desenvolvido, o que significava a ausência de um número de fornecedores capazes de oferecer serviços em prazos, preços e qualidades satisfatórios. Como estas duas firmas tinham porte relativamente grande, podiam internalizar muitas atividades, absorvendo parte não-desprezível dos ganhos de escala a elas inerentes e, o que é ainda mais importante, não tinham outras alternativas. E muitas firmas integrantes do setor tiveram origem em outras atividades, recebendo vários serviços como herança, tais como ocorre com as fundições, desde o momento da decisão de produzir máquinas ferramentas.

Dispõe-se de informações relativamente detalhadas sobre a questão das fundições, um dos itens mais importantes na questão da subcontratação para o setor de máquinas ferramentas, onde há um debate sobre a conveniência das firmas domésticas produtoras de máquinas ferramentas contarem atual-

mente com fundições cativas, ou seja, depois de um grande avanço do setor de produção de fundidos ocorrido a partir de 1963, principalmente. Participaram deste debate seis firmas, das quais cinco pertencem à nossa amostra. Apenas duas delas consideram que atualmente começa a se tornar mais viável a utilização destes serviços de terceiros<sup>(27)</sup>

Todos argumentam que os pontos fundamentais permanecem sendo a qualidade, o prazo de entrega e os preços externos, que são considerados elevados. A questão da qualidade torna-se crucial especialmente para os produtos mais sofisticados, pois as exigências dimensionais e de precisão são bastante elevadas. Por exemplo, a firma "c" utilizou serviços externos para peças de menor responsabilidade técnica, como as colunas e teve problemas para obtê-las dentro do esquadro. A firma "d" atualmente é abastecida por terceiros em cerca de 20% da produção, mas são sempre peças de menor responsabilidade técnica. Ainda associada ao item de qualidade, há a questão, para pelo menos quatro das firmas da amostra, de peso das peças, pois exigem-se unidades com até mais de 5 t., havendo o problema do custo de transporte para obter estas peças em fundições muito distantes. A questão dos prazos de entrega é crucial, pois além do aspecto referente à pontualidade dos fornecedores, há os pontos associados às fortes oscilações de demanda que exigem a recomposição da produção entre modelos continuamente e, quando se conta com a fundição interna, ganha-se maior flexibilidade para atender a estes requisitos. No que se refere à questão de custos, onde há aparentemente grandes ganhos de escala, o volume de produção de parte destas firmas parece ser satisfatório nas condições atuais de mercado, pois há cifras indicativas de que os custos externos seriam superiores aos internos em até 100%.

---

(27) Ver entrevista da Revista Máquinas Ferramentas, março de 1981, p. 14 a 26.

A solução para estes problemas é um tanto curiosa, pois se observa que duas das cinco firmas da amostra (de tamanho médio no setor de máquinas ferramentas) ao identificarem o problema das fundições, optaram por oferecer serviços a terceiros destes produtos, o que permitiria obter maiores ganhos de escala.

Finalmente, é interessante notar que algumas firmas menores do setor começaram a se utilizar recentemente dos serviços de fundidos de terceiros, reconhecendo a evolução por que passou este setor no País e tendendo a se aproximar mais dos padrões de subcontratação existentes no exterior.

### TREINAMENTO DE MÃO-DE-OBRA

O acompanhamento da evolução do setor de máquinas ferramentas do Brasil permite que se esclareçam alguns elementos referentes à capacitação tecnológica do fator trabalho.

O primeiro elemento relevante é a importância da experiência metal/mecânica, sendo acumulada desde o início da industrialização do País, o que colocava o setor produtivo em contato direto com as máquinas ferramentas como instrumento de trabalho para a produção de outros bens mecânicos, tais como as máquinas e implementos agrícolas, máquinas têxteis, nas atividades de manutenção de bens de consumo final como automóveis e nas instalações de outras fábricas, como de papel e papelão e máquinas de costura, que foram os exemplos encontrados na origem das firmas analisadas, embora ocorresse também com outras atividades. O pessoal técnico que levou adiante estas firmas tinha, na quase totalidade dos casos, grau de instrução formal de nível médio (em alguns casos adquirido depois do estabelecimento de suas próprias firmas).

O treinamento de mão-de-obra do setor metal/mecânico envolve muitos fatores não totalmente explícitos, difíceis de serem ensinados formalmente, devido à quantidade de

elementos que interagem continuamente, mas que podem ser resolvidos no contato direto do trabalho, através de regras mais ou menos tácitas<sup>(28)</sup>. adquiridas com o passar do tempo. Evidentemente, nem todo o mundo mecânico se resume nestes elementos, mas estas características foram importantes para explicar como o setor pode treinar sua mão-de-obra de nível médio com relativa rapidez. É importante notar como este tipo de treinamento de mão-de-obra teve domínio de seu campo de atividades para produzir máquinas especiais feitas para consumo interno e soube, a partir de equipamento precário e inadequado, reproduzir os modelos das máquinas ferramentas importadas, tendo inclusive mostrado flexibilidade suficiente para promover inúmeras pequenas adaptações do processo produtivo e também dos modelos das máquinas.

A análise destes estudos de casos mostra também que a disponibilidade de mão-de-obra de nível médio foi bastante ampliada nos primeiros anos de existência do setor pela presença de uma firma grande e de altos padrões tecnológicos desde a metade da década de 40. A firma "c" criou um centro de treinamento de operários especializados por volta de 1944. O sistema de treinamento envolvia o estágio da mão-de-obra nas várias seções da firma, num processo que durava muito meses, antes de ter seu treinamento completado. Pelo fato de a firma ter porte grande, podia investir em treinamento de mão-de-obra, apesar das externalidades envolvidas nestas atividades, que eram incorporadas em grande parte pela própria firma, dado seu tamanho<sup>(29)</sup>.

(28) Ver NELSON, *op. cit.*

(29) Outro fator que levou todas as firmas da amostra a treinarem a mão-de-obra foi o fato de se localizarem em cidades do interior, o que dificultava uma maior rotatividade da mão-de-obra treinada. Mas o fato destas firmas se localizarem nestas cidades todas elas em região com tradição metal/mecânica bastante antiga, e portanto com maior disponibilidade de mão-de-  
...

Durante a década de 60 observa-se que as três firmas maiores realizaram convênios com o SENAI (que existe desde 1942) para formar mão-de-obra de nível médio, sendo que as instalações utilizadas eram das próprias firmas. Atualmente o curso do SENAI inclui 4 semestres de instrução mais formal além de outros 6 semestres dentro das firmas para serem considerados operários qualificados, o que atesta a importância do treinamento junto às máquinas.

Somente no início dos anos 60 é que se observa a absorção de engenheiros pelas firmas do setor. Trata-se de engenheiros mecânicos ou de outras especialidades, pois não havia escola de nível superior que oferecesse cursos na área de máquinas ferramentas. Estes engenheiros, absorvidos inicialmente pela firma "c" tiveram de ser longamente treinados dentro da firma, num período de 8 a 10 semestres, estagiando nas várias seções, além de realizarem numerosas viagens para aperfeiçoamento no exterior<sup>(30)</sup>.

Ainda na década de 60, observa-se que as firmas "b" e "d" também passavam a contar com engenheiros, para facilitar o grande salto tecnológico que implementaram. Note-se que o setor ressentia-se da falta de profissionais de mais alta qualificação para avan-

---

-obra, revela a importância da experiência anterior. Tudo isto não impedia que a mão-de-obra mudasse de firmas, sendo que muitos profissionais que hoje estão à frente de firmas produtoras de máquinas ferramentas tiveram seu treinamento inicial na firma "c". A importância da tradição metal/mecânica para a formação destas firmas do setor revela-se também pelo seu padrão locacional, pois das 48 firmas existentes em 1971, 57 localizavam-se no estado de São Paulo (VIDOSSICH).

(30) O período de treinamento dos engenheiros pode parecer muito longo, mas era o sistema utilizado pela empresa, o que pode ser interpretado como resposta à necessidade de "sujar as mãos" em vários tipos de atividades requeridas para a produção de máquinas ferramentas.

çar além da trajetória essencialmente empírica com que contava a maioria das firmas do setor, utilizando-se de serviços de assistência técnica estrangeira, da contratação de técnicos de outros países para acelerar sua absorção de tecnologia.

Somente no final dos anos 70 é que se observam escolas de nível superior dando maior atenção ao setor, tendo, aparentemente, encontrado um campo de trabalho bastante receptivo, como mostram praticamente todos os estudos de casos. Dois outros órgãos oficiais estimularam a capacitação tecnológica do setor: através de convênios para o desenvolvimento de produtos com recursos do FINEP, que incluía serviços de assessoria técnica, e também o IPT, através do setor de máquinas ferramentas, que não somente oferece serviços de laboratório para a elaboração de certificados de qualidade, como presta assistência em projetos específicos, tendo oferecido serviços a algumas das firmas da amostra dos anos recentes.

Finalmente, há que se observar que na década de 70 o setor entrou na era da eletrônica, que exige um tipo de treinamento formal específico, tanto para a utilização das máquinas como para o desenvolvimento de novos modelos. Neste caso, observa-se uma maior rapidez na geração de técnicos, havendo um curso de nível médio, com duração de 8 semestres, feito pela firma "c" em convênio com uma secretaria do Estado de São Paulo, além de haver um curso superior com uma área voltada para a questão das máquinas ferramentas com controle numérico<sup>(31)</sup>.

---

(31) Muitas firmas revelaram que o caminho para o conhecimento de um modelo inclui necessariamente o contato direto dentro das próprias instalações (este é inclusive o caminho para o lançamento de novos produtos, que são escolhidos a partir do desempenho dentro das firmas). O mesmo ocorre com as máquinas de controle numérico, que foram comparadas anteriormente para depois as duas firmas passarem a produzi-las.

## FIRMAS NACIONAIS E ESTRANGEIRAS

O objetivo desta seção é o de procurar estabelecer as comparações entre as principais características das firmas estrangeiras com relação às nacionais, pois as primeiras trouxeram para o País um aporte de conhecimentos técnicos, financeiros e de gerência distinto das nacionais, dispondo de dados mais completos para o ano de 71, com informações geradas por Vidossich<sup>(32)</sup>. No caso do setor de máquinas ferramentas tem crescido nos últimos anos a participação das firmas estrangeiras, especialmente no ramo de máquinas ferramentas com produção de cavacos, que aqui se instalaram basicamente para conquistar o mercado doméstico que se encontra protegido através de vários mecanismos.

De uma maneira geral estas firmas tenderam a se especializar em produtos de mais alta tecnologia, onde têm maiores vantagens em termos de *know-how* técnico e de mercado, como foi mencionado anteriormente. Ademais, embora algumas destas firmas estejam instaladas no País há mais de uma década, não estão entre as maiores do setor (em alguns casos a filial brasileira tem somente 1/10 do porte da matriz), apresentando um equipamento de qualidade alta se comparadas com as nacionais, um alto padrão de gerência e equipamentos considerados em quantidade insuficiente<sup>(33)</sup>. Aparen-

---

(32) Toda esta seção é baseada fortemente na pesquisa realizada por Vidossich em 1971. As informações estatísticas básicas encontram-se no estudo da EMBRAMEC (1974) tendo sido reorganizadas pelos autores. Para uma discussão das categorias utilizadas ver CRUZ (1980).

(33) Embora o País possa apresentar vantagens quanto à mão-de-obra mais barata e mesmo algumas matérias-primas com preços inferiores aos prevalecentes no mercado internacional (como parece ser o caso das fundições), há indícios seguros de que estas filiais não pretendem competir com as matrizes no mercado internacional, sendo inclusive pequeno o volume de exportações

temente as filiais de estrangeiras também tendem a apresentar uma linha de produtos diversificada, importar mais componentes de alto padrão que as nacionais, pagar mais *royalties* e utilizar poucos serviços de terceiros, aparentemente em proporção equivalente às nacionais de porte comparável.

O fato é que as condições de produção e de mercado no País forçaram estas firmas a se adaptarem aos padrões locais, servindo em certa medida para avaliar o desempenho das nacionais de porte comparável e apontar caminhos para o desenvolvimento do setor no País.

#### *A Distribuição das Firms Segundo Tamanho*

Segundo estudo de Vidossich, em 1971 havia 17 firmas de capital estrangeiro no setor, sendo que apenas 4 no setor de máquinas de deformação. No caso de associação com o capital nacional, os grupos estrangeiros eram sempre minoritários, ocorrendo 4 associações.

No caso de máquinas com cavacos, as firmas estrangeiras tinham porte pequeno e médio, sendo que apenas duas tinham mais de 250 empregados e nenhuma mais de 500, ao passo que havia 6 nacionais com mais de 250 e menos de 500 empregados e 3 com mais de 500. No caso de máquinas de deformação, as estrangeiras estão no ramo inferior da distribuição, sendo as maiores todas nacionais. Se for considerado que o estudo de Vidossich aponta que para firmas com linha de produção diversificada o tamanho mínimo de massa crítica é de 500 pessoas, nenhuma estrangeira estaria neste ramo da distribuição, havendo apenas 5 no País no setor de máquinas ferramentas como um todo naquele período.

Embora não se disponha da distribuição completa atual das empresas estrangeiras, sabe-se que em 1975 já havia firmas estrangeiras com mais de 500 empregados, embora não fossem ainda as maiores do setor (há algumas nacionais que em 1975 também passaram para a faixa de mais de 500 empregados, tendo também elas crescido, devido às favoráveis condições de mercado que levaram à expansão da produção e conseqüente aumento de escala de operações). Em 1980 a revista *Visão (Quem é Quem, 1981)* aponta a existência de duas firmas estrangeiras com mais de 500 empregados.

Com a drástica redução de tamanho das empresas estrangeiras aqui instaladas com relação às suas matrizes, elas tiveram de adotar métodos de produção distintos, com menor divisão interna de trabalho e possivelmente não aproveitando tanto suas vantagens de mão-de-obra mais qualificada que as nacionais. Tenderam a enfrentar problemas característicos desta menor dimensão dos estabelecimentos e de um país onde há escassez de mão-de-obra qualificada (nem toda pode vir da matriz) acrescentando-se ainda as dificuldades de não contar com um mercado de acessórios e componentes mais desenvolvidos. Segundo algumas entrevistas, as firmas estrangeiras têm maiores vantagens quanto a modelos, mas não tanto quanto às condições de produção, ocorrendo, em alguns casos, a tentativa de compra de firmas nacionais do ramo, desde que sua alta gerência permaneça no cargo por um período relativamente longo<sup>(34)</sup>.

#### *Qualidade do Produto*

Adotando a classificação da qualidade dos produtos feita por Vidossich em 1971, observa-se que todas as firmas com participação estrangeira especializaram-se nos produtos de mais alta qualidade, embora não fossem

---

...deste grupo de empresas quando comparadas com empresas de mesmo porte pertencentes a nacionais (embora a evidência empírica seja embrionária).

---

(34) Dispõe-se de detalhes de um destes casos de firma média que foi afetada por este tipo de condição para a realização da transação.

## MÁQUINAS FERRAMENTAS: TECNOLOGIA

as únicas a atuar nestes segmentos de mercado.

Para o caso das nacionais, a maioria delas é especializada em produtos de qualidade inferior (principalmente as empresas menores), ocorrendo ainda o caso de empresas com produtos de diferentes padrões de qualidade, o que é interessante enquanto política de marca. Apenas 14 das nacionais atuam nas faixas de maior qualidade no caso de cavacos, sendo que apenas 7 atuam exclusivamente nesta faixa. No caso de deformação há outras 13 atuando na faixa de maior qualidade sendo que 4 produzem exclusivamente nesta faixa.

Portanto, apesar de as firmas estrangeiras não terem dimensões elevadas, elas se especializam na faixa de produtos mais sofisticados, aproveitando suas vantagens de maior acesso à tecnologia, mão-de-obra mais qualificada e marca de maior expressão, embora não atuem no segmento mais sofisticado existente no mercado internacional destes tipos de produtos.

### *Instalações Industriais e Tipo de Gerência Técnica*

O estudo de Vidossich para 1971 indica também que as firmas nas quais havia a presença do capital estrangeiro tenderam a apresentar equipamentos de melhor qualidade e melhor gerência técnica do que a maioria das nacionais, embora estes equipamentos sejam freqüentemente considerados insuficientes. Isto se deve provavelmente ao tipo de produto final em que estas se especializaram, o qual requer técnicas de produção mais apuradas e devido ao seu porte relativamente pequeno, os equipamentos são poucos. Há evidentemente firmas nacionais com padrão de gerência técnica e qualidade de equipamento comparáveis (há 8 firmas nacionais nesta categoria, 4 de cavacos e 4 de deformação), sendo provavelmente as maiores das nacionais e, devido ao maior porte, algumas nacionais podem apresentar equipamentos mais completos que todas as demais.

Finalmente, deve-se voltar a salientar que as firmas nacionais têm por trás de si uma história industrial bastante distinta das estrangeiras e o fato de o equipamento do setor ser bastante durável e o mercado comportar máquinas de padrões de qualidade não muito exigente tem levado algumas firmas nacionais a se especializarem em tipos de produtos e a utilizar esquemas de produção bem distintos daqueles observados nas empresas estrangeiras; além de existir, é claro, diferenças de acesso à tecnologia, disponibilidade de capital e mão-de-obra qualificada. Devido a estes fatos, a simples expansão do tamanho das firmas não significará elevação de nível técnico (talvez esta seja uma condição necessária, mas certamente não suficiente), especialmente para as nacionais.

### ESTRATÉGIAS TECNOLÓGICAS

Do comportamento das firmas analisadas nos cinco estudos de caso destacam-se alguns elementos da natureza da mudança tecnológica ocorrida no País.

#### *Da Cópia ao Desenvolvimento Próprio do Produto*

Todas as firmas da "amostra" começaram suas atividades no setor de máquinas ferramentas através da imitação dos modelos importados que se tornam cada vez mais sofisticados no tempo. Posteriormente, algumas utilizaram de licenças de produtos e mais tarde começaram o desenvolvimento próprio de seus modelos.

Na verdade a imitação não é uma questão simples, havendo que contar com um conhecimento bastante profundo das especificidades das máquinas a serem imitadas, para adaptar às condições de produção locais onde se inclui o baixo grau de desenvolvimento dos fornecedores e a inadequação de seu próprio maquinário. Depois de algum tempo, observa-se que a imitação torna-se ainda mais rica, compondo partes de diferentes modelos importados, chegando a lançar pro-

dutos mais próprios (firma "a"). Posteriormente, algumas firmas procuraram o licenciamento de modelos (firmas "b" "c" e "d") como forma de aquisição mais rápida da tecnologia de produto e de contornar barreiras de patentes etc. No final, as firmas caminharam para o desenvolvimento de modelos próprios (firmas "c" e "b"), que significam a incorporação de conhecimentos de domínio interno às firmas. Esta trajetória tem lapso temporal e intensidade de resultados distintos entre as firmas, refletindo principalmente os diferentes graus de capacitação técnica e disponibilidades financeiras, pois exigem-se custos elevados de pesquisas e desenvolvimento, especialmente para ingressar nas últimas etapas. O apoio oficial de natureza financeira e técnica tendeu a acelerar a evolução tecnológica, como foram os casos da FINEP, de escolas de nível superior como São Carlos, Santa Catarina e Unicamp e das instituições de pesquisa como o IPT.

#### *O Ritmo de Inovações de Produto entre as Firms da Amostra*

Embora não se disponha de informações minuciosas e precisas sobre a mudança tecnológica de produto das cinco firmas da amostra, observam-se padrões de comportamento distintos entre elas. Algumas (firmas "a" "b" e "c") mostraram-se mais "agressivas" do ponto de vista tecnológico, avançando com maior rapidez para conquistar a liderança dos respectivos segmentos de mercado ao passo que as outras duas parecem adotar o modelo de "seguidoras" avançando em produtos em que havia outras firmas produtoras no País.

A firma "a" adotou uma estratégia tecnológica bastante ofensiva no início dos anos 60, com o lançamento das furadeiras radiais e posteriormente avançou para a liderança também no mercado de plainas, com máquinas de grande porte. Inicialmente contou com licença de firmas estrangeiras e posteriormente continuou sua evolução com seus recursos tecnológicos internos. Note-se

que esta liderança nos respectivos mercados foi conseguida após mais de dez anos de mercado, onde começou com produtos mais simples do ponto de vista tecnológico.

No caso da firma "b" por contar com apoio financeiro e técnico de um grande grupo industrial, já entrou no mercado de máquinas ferramentas na liderança de produtos de seu mercado específico. Contou logo de início com assistência técnica estrangeira e licença de produto, que permitiram este grande passo inicial. Cerca de 15 anos depois avançou na direção de produzir modelos próprios através da contratação de serviços de técnicos estrangeiros e recursos próprios de mão-de-obra. Contou com o apoio de entidades oficiais para obter apoio financeiro e técnico (Universidade de Campinas e São Carlos, além do IPT). Aparentemente a taxa de lucratividade foi bastante reduzida nos primeiros anos, o que mostra as dificuldades de seguir uma trajetória desta natureza.

Observa-se, no caso da firma "c" a manutenção da liderança tecnológica no seu segmento específico de mercado desde o início da década de 40. Destaca-se também uma estratégia de evitar a diversificação da produção, mantendo-se principalmente na linha de tornos. Nos últimos anos vem desenvolvendo produtos próprios (como os tornos para cilindro de laminação). Entrou inclusive na área da eletrônica, contando para isto com recursos próprios de tecnologia e de assistência técnica estrangeira. Esta firma tem apresentado altos volumes de gastos em pesquisa e desenvolvimento, tanto em termos absolutos como em relação às suas vendas, o que atesta sua alta agressividade tecnológica.

No caso das firmas "d" e "e" observa-se uma estratégia de produto mais cautelosa. A firma "d" segue de perto os passos da firma "c" mas sofreu de uma defasagem temporal de somente avançar mais decididamente na área de máquinas ferramentas a partir dos anos 60, mas tem reduzido a distância tecnológica da firma "c"

tendo inclusive entrado nos mercados das firmas e na produção de máquinas ferramentas com controle numérico. A firma "e" mostra uma interessante especialização em produtos menos sofisticados tecnologicamente, apesar de crescer o grau de sofisticação de seus produtos no tempo. Note-se que a firma "e" não pertence a grupo algum crescendo dentro do próprio setor de máquinas ferramentas. Mantém-se mais distante do mundo mais formal de transferência de tecnologia, tais como licenças e mesmo assistência técnica, não tendo mantido sequer contato com entidades de nível superior, apesar de não dispor de engenheiros. Mas conseguiu bastante sucesso com esta estratégia.

### *A Mudança Tecnológica de Processo*

Devido ao tipo de origem, as firmas do setor de máquinas ferramentas adotaram funções de produção bastante idiossincráticas, que revelaram crescente capacitação tecnológica ao longo do tempo. Os fatores mais importantes que condicionaram este tipo de evolução foram a natureza descontínua do processo produtivo, a forte instabilidade de demanda e a tradição metal/mecânica com que contava o setor desde o início das atividades.

Todas as firmas da amostra começaram a produzir máquinas ferramentas como derivações de antigas atividades metal/mecânicas contando com equipamento inicial evidentemente inadequado à produção de máquinas ferramentas. Fizeram muitas adaptações de processo, e, na maioria dos casos, foram crescendo com a incorporação de mais maquinário sem grande planejamento, pelo menos nesta fase. Posteriormente, especialmente as maiores empresas começam a criar unidades produtivas mais especializadas (firmas "c" e "d").

Mas o balanceamento entre as máquinas do setor é um problema complexo para ser enfrentado, pois as máquinas têm diferentes capacidades, diferentes níveis de precisão,

exigem grande volume de tempo de ajustamento para a execução de cada peça. A estratégia tecnológica adotada parece ter sido, no caso mais geral, de ir evitando pontos de estrangulamento e com isso criando novos desbalanceamentos, em uma grande cadeia. Note-se que ao variar a demanda entre modelos o problema é que se torna ainda mais complexa a organização do processo produtivo, sendo que a existência de máquinas universais facilita o trabalho, mas como as fundações das máquinas são muito difíceis de serem alteradas, dificulta-se a reorganização freqüente do *layout*. Note-se ainda que as máquinas são bastante duráveis. São estas características próprias de setores de produção de processo produtivo descontínuo.

As firmas, de uma maneira geral, e particularmente até a década de 60, apresentaram uma forte tendência a aumentar seu grau de integração vertical, independentemente do tamanho e tipos de produtos. Crescer, aparentemente, significava ampliar sua capacidade produtiva em todas as direções, buscando integrar novas atividades ao processo produtivo básico, apesar do avanço dos mercados fornecedores de matéria-primas e componentes de serviços de fundição que ocorreram através do tempo. Parece ser fácil justificar este comportamento para a firma "c" dada sua origem nos anos 40 e seu grande porte conseguido logo nos primeiros anos, o que pode, até certo ponto, ter inibido o desenvolvimento mais rápido dos fornecedores potenciais. Um dos fatos que explica a manutenção desta tendência é o fato de todas elas terem suas plantas principais no interior do Estado e dificultando a utilização de serviços externos, tais como de fundição<sup>(35)</sup>, pois nas respectivas regiões não há bons fornecedores (talvez com exceção da firma "e").

Apenas duas firmas, as maiores, utilizavam as máquinas em "linhas", sendo que todas as outras em "ilhas" o que se justifica

---

(35) Ver a seção 2. 3 da Monografia de Trabalho n.o 47, para este ponto.

aparentemente pelo tamanho diferenciado. As firmas menores parecem ter processo produtivo mais idiossincrático, devido ao tipo de evolução (são firmas pequenas que contam com herança de equipamento a ser utilizado). Somente nos últimos anos estas firmas demonstraram maior cuidado na direção de aplicar estudos de tempos e movimentos etc.; isto ocorreu mesmo na firma "b" que contou com assistência técnica estrangeira nos seus primeiros anos. A escala de operações e o tamanho da planta parecem ser fatores críticos para determinar este tipo de comportamento, especialmente quando ainda se alia tamanho a uma estratégia de integração vertical (ou não contar com serviços externos de subcontratação), como ocorre nos países de fronteira tecnológica.

Entretanto, o processo produtivo das firmas tem mostrado alguns avanços na direção da maior especialização de plantas que é consequência principalmente do tipo de trajetória no tempo e do tamanho das plantas. Observa-se que as duas firmas maiores contam com mais de uma unidade produtiva. Uma delas localiza-se no nordeste do País, especializando-se em máquinas leves, que foi criada para se beneficiar dos incentivos fiscais oficiais. Outra localiza-se na capital, com sua linha de produção especializada,

tendo a planta sido comprada de antigo produtor de máquinas ferramentas e com grande escala de operações. O mesmo ocorre com a fundição e outras unidades produtivas. No caso da firma "d" havia até 2 anos atrás duas plantas separadas, sendo a primeira situada no local de origem da firma e especializada nos modelos mais leves e outra, mais nova, com melhores máquinas de usinagem, produzindo os outros produtos da firma.

No caso das firmas maiores, o padrão de produção é mais avançado na direção de estudos de *layout*, acompanhamento de custos, utilização de engenheiros de processo etc.

Finalmente, todas as firmas utilizam intensamente máquinas próprias (em pelo menos 4 dos estudos de caso há informações deste tipo) e produzem máquinas especiais (nos anos iniciais da firma "c", ocorreram, por exemplo, muitos casos de adaptação de processo). Com o crescimento da escala de operações parece que o processo produtivo tende a se assemelhar mais aos dos países de fronteira tecnológica, mas com menor integração vertical, o que é possível pelo grande porte relativo das firmas nacionais em relação às estrangeiras (particularmente no caso de tornos, onde atuam as firmas "c" e "d").

## Referências Bibliográficas

ANUÁRIO BANAS. São Paulo, Ed. Banas, vários números.

COMISSÃO ECONÔMICA PARA A AMÉRICA LATINA CEPAL. *La fabricacion de maquinarias y equipos industriales en América Latina. II. Las maquinas herramientas en el Brasil*. NY, Nações Unidas, 1962.

CONSULTA — Serviço Informativo da Indústria do Estado de São Paulo. *Especificações do comprador industrial*. São Paulo, s/e, 1963.

CRUZ, H.N. *Evolução tecnológica no setor de máquinas de processar cereais — Um estudo de caso*. Programa de Investigações sobre o Desenvolvimento Científico e Tecnológico na América Latina. Argentina, BID/CEPAL/PNUD/CIID, 1981. (Monografia de Trabalho, 39).

————— *Mudança Tecnológica no Setor de Máquinas Ferramentas*, São Paulo, FIPE, 1980.

## MÁQUINAS FERRAMENTAS: TECNOLOGIA

- CRUZ, H.N.; SILVA, M.E. & HUGERTH, L.A.G. *Observações sobre a mudança tecnológica no setor de máquinas ferramentas do Brasil*. Programa de Investigações sobre o Desenvolvimento Científico e Tecnológico na América Latina. Argentina, BID/CEPAL/PNUD/CIID, 1982. (Monografia de Trabalho, 47).
- KATZ, J.; CASTAÑO, A. & NAVAJAS, F. *Etapas históricas y conductas tecnológicas en una planta argentina de Máquinas Herramientas*. BID/CEPAL/PNUD/CIID, 1981. (Monografia de Trabalho, 38).
- MAGALHÃES, E.S. *A evolução da indústria de máquinas ferramentas no Brasil*. Tese de Mestrado apresentada à Universidade de Brasília, Brasília, 1976. mimeo.
- MÁQUINAS E FERRAMENTAS. São Paulo, Ed. Novo Grupo, vários números.
- MÁQUINAS E METAIS. São Paulo, Ed. Abril, vários números.
- NELSON, R. *Innovation and economic development: theoretical retrospect and prospect*. Programa BID/CEPAL/PNUD, Argentina, 1979. (Monografia de Trabalho, 31).
- SILVA, M.E. *Inovação tecnológica no setor de máquinas ferramentas brasileiro: um estudo de caso*. Programa BID/CEPAL/PNUD/CIID., Argentina, 1982. (Monografia de Trabalho, 46).
- VIDOSSICH, F. *A indústria de máquinas ferramentas no Brasil*. Brasília, IPEA, 1974. (Série Estudos para o Planejamento, 8).
- VISÃO. *Quem é quem na Economia Brasileira*. São Paulo, Ed. Visão, vários anos.