

BID  
Banco Interamericano  
de Desarrollo

CEPAL  
Comisión Económica  
para América Latina

CIID  
Centro Internacional de  
Investigaciones para el Desarrollo

PNUD  
Programa de las Naciones Unidas  
para el Desarrollo

---

Programa de Investigações  
sobre Desenvolvimento Científico  
e Tecnológico na América Latina

Monografia de Trabalho Nº 47

OBSERVAÇÕES SOBRE A MUDANÇA TECNOLÓGICA  
NO SETOR DE MÁQUINAS FERRAMENTAS DO BRASIL

Hélio Nogueira da Cruz  
Marcos Eugênio da Silva  
Lars Åke Gunnar Hugerth

Distr. restr.  
Maio 1982  
ORIGINAL: PORTUGUÊS

Hélio Nogueira da Cruz es Economista e Investigador de la Fundação Instituto de Pesquisas Econômicas (FIPE). Marcos Eugênio da Silva y Lars Åke Gunnar Hugerth son Economistas y Asistentes de Investigación del Sr. Hélio Nogueira da Cruz.

Este trabajo fue financiado a través de un convenio entre el Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo y el FIPE que forma parte del Programa BID/CEPAL/CIID/PNUD de Investigaciones sobre Desarrollo Científico y Tecnológico en América Latina.

Deseamos expresar nuestro agradecimiento al Directorio y a otros funcionarios de las firmas estudiadas por haber colaborado en la ejecución de este trabajo.

Una versión preliminar fue presentada en la tercera reunión del programa mencionado. Agradecemos los comentarios recibidos especialmente de los Sres. Jorge Katz, Fernando Navajas, Gustav Ranis y Simon Teitel.

Las opiniones vertidas en este trabajo reflejan exclusivamente el punto de vista de los autores y no el de las agencias patrocinadoras del Programas de Investigaciones.

Programa BID/CEPAL/CIID/PNUD  
Oficina de la CEPAL en Buenos Aires  
Callao 67, 3°  
1022, Buenos Aires, Argentina

ÍNDICE

Pág

APRESENTAÇÃO .....	1
I. EVOLUÇÃO HISTÓRICA DO SETOR .....	3
1. Evolução Global .....	3
2. Primeira Fase: até 1955 .....	5
2.1. Primórdios da industrialização brasileira e a acumulação de experiência metal-mecânica .....	5
2.2. A fase pioneira do setor de máquinas ferramentas:1940 a 1955 .....	8
3. Segunda Fase: 1956 a 1962 - A Consolidação do Setor .....	10
4. Terceira Fase: a partir de 1963 - Amadurecimento Tecnológico .....	16
4.1. De 1963 a 1969 .....	16
4.2. A partir dos anos 70 .....	21
II. ASPECTOS DA EVOLUÇÃO DO SETOR .....	25
1. Evolução da Estrutura de Mercado .....	25
2. Crescimento e Especialização .....	29
3. Subcontratação .....	31
4. Treinamento de Mão-de-Obra .....	33
5. Firms Nacionais e Estrangeiras .....	36
5.1. A distribuição das firms segundo tamanho .....	37
5.2. Qualidade do produto .....	38
5.3. Instalações industriais e tipo de gerência técnica..	39
6. Estratégias Tecnológicas .....	40
6.1. Da cópia ao desenvolvimento próprio do produto .....	40
6.2. O ritmo de inovações de produto entre as firms da amostra .....	41
6.3. A mudança tecnológica de processo .....	42
III. ESTUDOS DE CASOS .....	45
1. Firma A .....	45
1.1. Introdução .....	45
1.2. Evolução da Produção .....	46
1.3. Evolução da Firma no Tempo .....	55

	Pág
1.4. Mudança Tecnológica de Processo.....	62
1.5. Mudança Tecnológica de Produto .....	64
2. Firma B .....	72
2.1. Introdução .....	72
2.2. Origem e Evolução .....	73
2.3. Mudança Tecnológica de Processo .....	76
2.4. Mudança Tecnológica de Produto .....	84
3. Firma C .....	87
3.1. Introdução .....	87
3.2. Evolução Global .....	88
3.3. Mudança Tecnológica de Processo .....	93
3.4. Mudança Tecnológica de Produto: Da Cópia ao Desen- volvimento Próprio .....	97
3.5. Especialização, Diversificação e Economia de Esca- la .....	101
3.6. Características Gerais da Firma .....	106
4. Firma D .....	109
4.1. Introdução .....	109
4.2. Origem e Consolidação da Firma Produtora de Máqui- nas e implementos agrícolas: 1908 a 1943 .....	109
4.3. Entrada e Consolidação das Atividades Ligadas ao Setor de Máquinas Ferramentas: 1943 a 1959 .....	110
4.4. A Terceira Fase: A Paritr de 1960 .....	112
4.5. Mudança Tecnológica de Processo e Produto .....	114
4.6. Observações Finais .....	115
BIBLIOGRAFIA .....	117

## ÍNDICE DE TABELAS

Pág

TABELA 1 - Firmas do Estado de São Paulo, Ano de-Fundação, Capital, Operários e Produtos (1936) .....	7
TABELA 2 - Produção Nacional dos Principais Tipos de Máquinas Ferramentas para Arranque de Cavacos (em unidades) 1955 - 1980 .....	11
TABELA 3 - Produção Nacional de Máquinas Ferramentas de Deformação (em unidades) 1955 - 1980 .....	12
TABELA 4 - Produção Nacional dos Principais Tipos de Máquinas Ferramentas para Arranque de Cavacos (em peso) 1955 - 1971 .....	13
TABELA 5 - Produção Nacional dos Principais Tipos de Máquinas Ferramentas de Deformação (em peso) 1955 - 1971 .....	14
TABELA 6 - Evolução dos Modelos de Máquinas Ferramentas Produzidas no Brasil - Vários modelos .....	19
TABELA 7 - Indústria de Máquinas Ferramentas .....	22
TABELA 8 - Produção de Máquinas Ferramentas com Produção de Cavacos e número de Firmas em cada Tipo de Produto - vários anos .....	28
TABELA A.1. - Indicadores de Produção, Emprego e Capital .....	47
TABELA A.2. - Indicadores de Emprego .....	49
TABELA A.3. - Capital, Consumo de Energia Elétrica e Imobilizado Técnico .....	51
TABELA A.4. - Produtividade da Mão-de-Obra .....	53
TABELA A.5. - Coeficientes de Capital .....	54
TABELA A.6. - Plainas Limadoras .....	58
TABELA A.7. - Especificações Técnicas das Furadeiras Radiais Produzidas pela Firma em 1981 e sua Comparação com a Furadeira Radial que ela Produzia em 1963 e com as Furadeiras Radiais Produzidas por outras Firmas em 1981 .....	66

TABELA A.8. - Especificações Técnicas das Furadeiras Radiais Produzidas por Diversas Firms em 1963 .....	67
TABELA A.9. - Especificações Técnicas das Plainas Limadoras Produzidas por uma Firma de Máquinas Ferramentas e suas Concorrentes em 1963 .....	69
TABELA A.10. - Especificações Técnicas das Plainas Limadoras Produzidas pela Firma em 1981 e sua Comparação com as Especificações Técnicas das Plainas que ela produzia em 1963 e das Plainas que Produz Atualmente ..	70
TABELA B.1. - Emprego e Faturamento (Real) em Números Índices ..	75
TABELA C.1. - Investimentos em Pesquisa e Desenvolvimento (Firmas Fabricantes de Máquinas Ferramentas) Brasil - EUA - 1978 .....	100
TABELA C.2. - Indicadores Globais .....	108
TABELA D.1. - Indicadores de Produção e Emprego .....	111

## APRESENTAÇÃO

Esta monografia reúne quatro estudos de casos de firmas produtoras de máquinas ferramentas no país, havendo disponibilidade de informações sobre uma outra firma, que será publicada em documento separado, aqui chamada de firma "e". Com estas cinco firmas contamos com as maiores produtoras de máquinas existentes no país pertencentes a nacionais (há apenas cerca de 2 ou 3 filiais de multinacionais com porte semelhante hoje, que não foram analisadas devido a maiores dificuldades de acesso a informações).

Estas firmas nacionais foram também as pioneiras na produção das principais máquinas ferramentas com produção de cavacos, a saber os tornos, as retificadoras, as plainas mais avançadas e as furadeiras mais sofisticadas, colaborando para definir os contornos da evolução do setor como um todo. Seguramente trata-se de uma amostra viesada para as firmas mais bem sucedidas (como revela seu maior tamanho) e aparentemente mais inovativas como mostra seu pioneirismo. Mas estas firmas contam também com inúmeros aspectos que são compartilhados pela maioria das outras firmas tais como a origem associada a produção de outros bens mecânicos e principalmente máquinas e implementos agrícolas, uma trajetória tecnológica que começa com a imitação de modelos importados relativamente simples e meios de produção (e em alguns casos escala de operações reduzidas) inadequados, além de outros fatores necessariamente comuns como o ambiente industrial (grau de avanço dos fornecedores domésticos e o tipo de demanda nacional), sofreram da mesma influência das políticas governamentais de proteção tarifária, etc.

Em termos do projeto BID/CEPAL/PNUD/CIID a possibilidade de comparação de vários estudos de casos de um único setor em um mesmo país pode significar um melhor entendimento da interrelação entre o microcosmo da firma com informações a nível setorial, o que pode esclarecer ou levantar questões importantes tais como a geração de canais de informações, a intercambiabilidade de experiências a nível de firma num mesmo ambiente, etc.

Finalmente há que ressaltar que alguns estudos de caso encontram-se mais desenvolvidos que outros, refletindo basicamente a disponibilidade de informações que a equipe de São Paulo encontrou. O es

tudo de caso da firma "d" é o menos desenvolvido de todos, mas devido a importância de experiência ajuda a compreender a histórica do setor como um todo. Os estudos de casos foram redigidos de forma a poderem ser utilizados independentemente.

Iniciaremos a monografia com um resumo da evolução histórica do setor de máquinas ferramentas do Brasil, escrita a partir destes estudos de casos e de outras informações disponíveis. A seguir desenvolveremos alguns aspectos do problema tecnológico do setor e finalmente apresentaremos cada estudo de caso separadamente.



## I. EVOLUÇÃO HISTÓRICA DO SETOR

### 1. 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 da 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<sup>1</sup> 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 com a existência de um mercado doméstico relativamente grande com forte expansão implicando na 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

---

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

máquinas ferramentas de porte relativamente grande <sup>1</sup> (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 da 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.

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 a rápida expansão da demanda doméstica, associada a implantação da indústria automobilística no país (não tanto pelas montadoras como pelos fornecedores de auto-peças). 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 mecanismo 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 de 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,

---

1. Há uma controvérsia na literatura sobre mudança tecnológica 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 do treinamento de mão-de-obra, permitir contar com serviços auxiliares próprios de melhor qualidade como os fundidos, entre outros elementos.

entre os vários segmentos específicos de mercado tais como tornos (com grande participação das firmas "c" e "d"), furadeiras radiais (firma "a"), retificadoras (firma "b"), ao passo que nos segmentos menos 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 de 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.

## 2. Primeira Fase: até 1955

### 2.1. 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 pas

sado, principalmente com a instalação da indústria têxtil e de outros estabelecimentos de bens de consumo não durável; 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 ocorridas 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, como mostra a tabela 1 a seguir, onde são apresentadas algumas firmas que viriam a se constituir nos atuais produtores de bens de capital em geral e de máquinas ferramentas.

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, mas em proporções menores, com máquinas ferramentas onde se salientam atualmente a Romi e a Nardini.

Na maioria dos casos estas firmas foram criadas por imigrantes italianos, com conhecimentos técnicos a nível empírico, havendo, evidentemente, algumas exceções.

TABELA 1

FIRMAS DO ESTADO DE SÃO PAULO, ANO DE FUNDAÇÃO, CAPITAL,  
OPERÁRIOS E PRODUTOS (1936)

EMPRESA	FUNDAÇÃO	CAPITAL	Nº DE OPERÁRIOS	PRODUTOS
Irmãos Zocca	(1926)	17 000\$000	3	Consertos em geral
Antonio Bardella	(1911)	1 180 000\$000	120	Artigos de bronze, aparelhos de transmissão, eixos, mancais.
Máquinas Piratininga	(1935)	1 140 000\$000	220	Máquinas para indústria de óleos, açúcar, têxtil, caldeireiro.
B. Penteado		6 198 793\$000	332	Beneficiadores de café.
C. Tonnani	(1919)	1 294 110\$000	165	Beneficiadores de arroz, prego.
D. Nardini	(1910)	160 000\$000	27	Máquinas para beneficiamento de terra.
M. Dedini	(1920)	500 000\$000	80	Usinas de açúcar e veículos.
Villares	(1918)	2 000 000\$000	230	Elevadores
Zaccaria	(1926)	120 000\$000	34	Beneficiadores de arroz.
E. Romi	(1930)	200 000\$000	30	Máquinas para beneficiamento de terra.

Fônte: Diretoria Geral de Estatística, 1936.

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

Durante a II 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 familiaridades enquanto consumidores e percebendo as possibilidades do mercado doméstico protegido, passaram a produzir o que anteriormente consumiam, como foram os casos 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 1800 tornos por ano, chegando a exportar para outros países da América Latina logo nos primeiros anos. Passou a representar um papel de liderança, e a grande distância de seus seguidores, que não produziam mais que poucas centenas por ano de máquinas em conjunto.<sup>1</sup> Com esta escala de operações a firma já podia aproveitar ganhos de escala, chegando a produzir em grande lotes, sendo parte de seu maquinário já disposto em "linhas" de oposição 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 a 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: contava com grandes dificuldades para produzir estes tipos de máquinas como se nota nos estudos de casos analisados abaixo. 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 fornecido-

---

1. Descontada a firma, o volume de produção de 1946 desta firma ocuparia um dos dois primeiros lugares em produção dos atuais produtores nacionais de máquinas ferramentas.

res 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 prazo 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>1</sup> Os modelos dos produtos eram similares aos importados (como ocorreu com a firma "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 (era frequente as firmas produzirem até seus parafusos e procurarem 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>2</sup>

---

1. 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 os quais a aprendizagem ocorre com as próprias atividades. Ver Nelson, R. *Innovation and Economic Development: Theoretical Retrospect and Prospect*. 1979.

2. Vidossich, F. *A indústria de máquinas ferramentas no Brasil*, IPEA, 1974.

A partir do final da década de 40, aparentemente houve uma redução do ritmo de inovações, acompanhado por uma taxa de crescimento da produção mais lento.<sup>1</sup> A firma "c", a mais importante existente até então (produzindo apenas tornos), mostra uma taxa de crescimento pouco acelerado de 1946 a 1955, quando a produção nacional atingiu 2443 tornos (tabela 2). A firma "c" incursionou na direção de tratores e automóveis, apesar de lançar ainda neste período os primeiros tornos revolveres produzidos no país e a firma "d" permaneceu produzindo modelos de tornos paralelos universais sem maiores alterações.

### 3. 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 em acelerado crescimento da demanda de máquinas ferramentas (Tabela 2 e 3). 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 auto-peças, o principal demandante das máquinas produzidas no país naquele período, estava em organização. Os produtos nacionais limitaram-se quase que exclusivamente as máquinas universais e de menor complexidade tecnológica. Observa-se entretanto um forte incremento da produção entre 1955 e 1961 (Tabelas 2, 3, 4 e 5).

---

1. As bases de informações sobre este período são bastante escassas. Entretanto, o comportamento das firmas "c" e "d" sugerem a redução do ritmo de inovação a partir do final da década de 40.



TABELA 2

PRODUÇÃO NACIONAL DOS PRINCIPAIS TIPOS DE MÁQUINAS FERRAMENTAS PARA  
ARRANQUE DE CAVACOS (EM UNIDADES) 1955 - 1980

Tipos	Tornos	Furadeiras	Fresadoras	Plainas	Retifi- cadoras	Mandri- ladoras
Anos						
1955	2.443	614	72	200	2	-
1956	3.072	1.341	67	384	-	-
1957	2.583	1.522	142	369	-	-
1958	3.149	2.051	159	446	44	-
1959	3.053	2.346	190	504	61	-
1960	3.766	2.809	186	765	46	-
1961	4.638	5.311	278	937	79	-
1962	4.965	4.093	322	957	92	-
1963	5.156	3.569	226	887	86	-
1964	4.975	3.818	369	852	101	-
1965	4.672	2.699	177	893	100	-
1966	5.693	3.224	255	906	159	2
1967	4.992	3.154	215	761	124	1
1968	5.250	4.454	263	714	167	2
1969	4.768	4.387	270	927	131	...
1970	5.287	5.160	296	962	137	...
1971	5.709	4.766	453	1.022	137	...
1972	...	...	...	...	...	...
1973	...	...	...	...	...	...
1974	...	...	...	...	...	...
1975	9.800*	8.700*	700*	2.300*	100*	9
1976	10.222	9.938	853	2.790	211	26
1977	11.235	5.046	1.060	1.803	230	25
1978	9.295	9.179	789	1.540	407	74
1979	10.572	26.334	1.068	1.609	314	84
1980	12.497	30.258	978	1.533	433	152

FONTE: i. até 1961 - CEPAL "La Fabricacion ...", op.cit.  
 ii. de 1962 até 1971 - Vidossich, F., op. cit.  
 iii. de 1972 até 1980 - Associação Brasileira da Indústria  
 Máquinas - Abimaq. Departamento de Economia  
 e Estatística - DEE

OBS.: (\*) Dado arredondado em 2 casas decimais; (...) Dado não dis-  
 ponível; (-) Dado nulo.

TABELA 3

PRODUÇÃO NACIONAL DOS PRINCIPAIS TIPOS DE MÁQUINAS FERRAMENTAS DE  
DEFORMAÇÃO (EM UNIDADES) 1955 - 1980

Anos	Prensa Hidráulica	Prensa Excentrica	Prensa de Fricção	Guilhotina	Dobradeira
1955	131	643	44	71	98
1956	244	1.003	95	124	134
1957	210	848	79	114	94
1958	314	1.075	83	139	128
1959	228	1.035	87	160	133
1960	318	1.384	108	248	131
1961	333	1.651	128	346	182
1962	96	1.614	107	342	257
1963	78	1.476	89	331	196
1964	53	1.648	101	287	201
1965	67	1.107	57	311	166
1966	92	1.312	72	369	257
1967	54	1.055	65	295	268
1968	106	1.860	51	397	462
1969	48	1.788	49	319	353
1970	81	1.580	56	391	348
1971	63	2.992	63	423	348
1972	...	...	...	...	...
1973	...	...	...	...	...
1974	...	...	...	...	...
1975	90*	1.800*	50*	700*	200*
1976	66	2.257	51	979	358
1977	129	1.785	125	825	145
1978	327	2.514	93	1.098	603
1979	6.268	2.851	122	3.856	317
1980	164	2.756	158	1.331	525

FONTE: Mesma da Tabela 2.

OBS.: (\*) Dado arredondado em 2 casas decimais.

(...) Dado não disponível.

TABELA 4

PRODUÇÃO NACIONAL DOS PRINCIPAIS TIPOS DE MÁQUINAS FERRAMENTAS PARA  
ARRANQUE DE CAVACOS ( EM PESO) 1955 - 1971

Anos	Tipos Tornos	Furadeiras	Fresadoras	Plainas	Retifica- doras	Mandri- las
1955	2681,9	164,9	42,2	408,4	3,0	-
1956	3305,3	275,2	42,0	554,7	-	-
1957	2814,9	284,2	77,2	578,8	-	-
1958	3673,9	360,6	143,9	739,5	33,0	-
1959	3902,6	430,6	168,5	892,6	43,5	-
1960	4295,2	525,0	187,1	1079,6	34,3	-
1961	5265,0	794,9	289,8	1369,6	57,1	-
1962	5716,8	796,7	276,9	1139,5	80,1	-
1963	5924,2	807,3	199,4	1019,0	120,3	-
1964	5262,1	802,1	446,8	948,8	160,2	-
1965	5630,6	559,1	227,5	919,2	163,1	-
1966	7190,9	690,9	326,3	1148,3	319,4	13,0
1967	5410,4	618,1	281,2	979,5	220,6	6,5
1968	5790,2	803,1	297,4	1004,0	312,7	13,0
1969	4916,2	781,9	362,3	1306,1	246,4	...
1970	4353,9	775,5	416,2	1293,1	277,5	...
1971	5628,6	995,9	642,3	1524,2	367,5	...
1972						
1973						
1974						
1975						
1976						
1977						
1978						
1979						
1980						

FONTE: A Mesma das Tabelas 2 e 3.

TABELA 5

PRODUÇÃO NACIONAL DOS PRINCIPAIS TIPOS DE MÁQUINAS FERRAMENTAS DE  
DEFORMAÇÃO (EM PESO) 1955-1971

Anos	Tipos Prensa Hidráulica	Prensa Excêntrica	Prensa de Fricção	Guilhotina	Dobradeira
1955	86,1	1055,0	249,3	160,3	183,3
1956	158,1	1720,3	438,9	246,3	221,5
1957	116,6	1643,9	371,9	245,9	182,9
1958	181,6	1989,6	379,2	255,7	261,6
1959	226,5	1831,8	379,4	376,1	297,4
1960	488,5	2314,7	495,1	490,1	304,0
1961	510,6	2734,8	569,0	601,6	317,9
1962	270,7	3038,4	579,1	746,8	429,6
1963	284,7	2704,3	527,1	711,8	320,3
1964	180,2	2791,8	553,7	711,2	341,6
1965	334,4	1857,8	328,3	745,3	309,9
1966	331,5	3491,4	433,0	841,9	381,2
1967	212,0	3008,2	348,8	758,4	404,9
1968	292,9	3790,2	283,3	974,7	709,8
1969	554,1	3624,9	136,3	1162,9	1205,6
1970	768,4	4279,5	226,2	1227,4	874,8
1971	415,3	9060,9	469,5	1238,2	918,5
1972					
1973					
1974					
1975					
1976					
1977					
1978					
1979					
1980					

FONTE: A mesma das Tabelas 2, 3 e 4.

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 e investia pesadamente em suas plantas,<sup>1</sup> como surgiam 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 e equipando-se rapidamente como foram os casos 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 foram os casos das retificadoras cilíndricas, das furadeiras radiais, dos tornos pesados (que surgiram alguns anos antes, por volta de 1958), das fresadoras, etc. Tratava-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 dos 1º Catálogo de Máquinas do setor (executado por firma privada de consultoria).<sup>2</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 consigo novos modelos e aporte de recursos humanos e de capital financeiro que lhes permitiu se especializar 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 - de 1961, começou a coordenar melhor suas atividades no setor.

---

1. 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.

2. 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 firmas,<sup>1</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 o setor como tendo:

- 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 mal sucedida. Pelo contrário, como observamos anteriormente, este tipo de organização da produção era fruto de sua condicionante histórica.

#### 4. Terceira Fase: a partir de 1963 - Amadurecimento Tecnológico

##### 4.1. 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 (Tabelas 2,3,4,5). Mesmo a expansão das expor

---

1. Ver - "Indústria Brasileira de Máquinas Ferramentas", Editora Banas, 1965.

tações, que se acelerou a partir de 1965, voltada principalmente para os países da América Latina<sup>1</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. Observava-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 caso. Tratava-se entretanto de um período de pequenas mudanças mais que grandes saltos. Também as instalações industriais continuavam a ser modernizadas, mas em menor ritmo, devido a 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 compara os tipos de produtos existentes por volta de 1960 e 1970, através da comparação entre o estudo de G.Romi<sup>2</sup> e de Vidossich<sup>3</sup> realizados em 1960 e 1970 que indicam que, mesmo num alto nível de agregação passaram 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 as retificadoras "centerless" (Tabela 6).

Evidentemente que o registro destes novos modelos de máquinas não esgotam os numerosos avanços tecnológicos de modelos, pois houve numerosos modelos novos e mais avançados que não ficam explicitados nestas categorias (para um detalhamento mais fino de produtos ver Vidossich e o 1º Catálogo de Máquinas utilizados para a elaboração da tabela 6).

- 
1. 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 as 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.
  2. G. Romi, em 1961 apresentou um relatório sobre o setor de máquinas ferramentas havendo um resumo em Banas - p. 130.
  3. Vidossich, Op. Cit.

O estudo de Biato et. al. indica que em 1970 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.

---

1. Ver F. Almeida Biato, E.A.A. Guimarães e M.H. Poppe Figueiredo "A transferência de tecnologia no Brasil", série Estudos para o Planejamento. (Brasília, IPEA/IPLAN, 1973, nº 4).



TABELA 6

## EVOLUÇÃO DOS MODELOS DE MÁQUINAS FERRAMENTAS PRODUZIDAS NO BRASIL

Vários Modelos

MODELOS	Produção em 1960	Produção em 1970	Produção em 1980
TORNOS			
1. Paralelos	Existente	Existente	Existente
2. Universais	Existente	Existente	Existente
3. Revólver	Existente	Existente	Existente
4. Verticais	Inexistente	Inexistente	Existente
5. Tipicam/e Automãt.	Inexistente	Existente	Existente
6. Tipicam/e Copiadores	Inexistente	Inexistente	Existente
7. Multi-fusos	Inexistente	Inexistente	Existente
8. Frontais	Inexistente	Inexistente	Existente
9. C/contr.Numérico	Inexistente	Inexistente	Existente
FRESADORAS			
1. Bancada	Existente	Existente	Existente
2. Universais peq.porte	Existente	Existente	Existente
3. Universais gde.porte	Inexistente	Inexistente	Existente
4. Verticais	Inexistente	Existente	Existente
5. Horizontais	Inexistente	Existente	Existente
6. Copiadoras	Inexistente	Inexistente	Existente
7. de Roscas	Inexistente	Inexistente	Existente
8. de Engrenagens	Inexistente	Inexistente	Existente
9. C/Contr.Numérico	Inexistente	Inexistente	Existente
10. Fres. Ferramenteira	Inexistente	Inexistente	Existente
PLAINAS			
1. Limadoras	Existente	Existente	Existente
2. de Mesa	Existente	Existente	Existente
3. Fresadora	Inexistente	Existente	Existente
4. Desengrossadeira	Inexistente	Inexistente	Existente
5. Verticais	Inexistente	Existente	Existente
FURADEIRAS			
1. Bancada	Existente	Existente	Existente
2. Coluna	Existente	Existente	Existente
3. Radial	Inexistente	Existente	Existente
4. Múltipla	Existente	Existente	Existente
5. Revólver Autom.	Inexistente	Inexistente	Existente
6. de Coordenadas	Inexistente	Inexistente	Existente
7. Sensitiva	Inexistente	Existente	Existente

Cont.

Continuação da Tabela 6.

MODELOS	Produção em 1960	Produção em 1970	Produção em 1980
RETIFICADORAS			
1. Universais	Existente	Existente	Existente
2. Planas	Existente	Existente	Existente
3. Cilíndrica	Existente	Existente	Existente
4. de Roscas	Inexistente	Inexistente	Inexistente
5. de Engrenagens	Inexistente	Inexistente	Existente
6. Centerless	Inexistente	Existente	Existente
7. P/ Internos	Inexistente	Inexistente	Existente
MANDRILADORAS			
1. Peq. Porte para Fins Específicos	Existente	Existente	Existente
2. Fresadoras	Inexistente	Inexistente	Existente
3. Horizontal	Inexistente	Existente	Existente
4. de Produção	Inexistente	Existente	Existente
5. Controle Numérico de Introdução ma- nual	Inexistente	Inexistente	Existente

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

#### 4.2. A partir dos anos 70.

No início dos anos 70 o setor voltou a crescer rapidamente devido a forte expansão da demanda associado ao período do Milagre Brasileiro (1968 a 1974), como mostram as tabelas (2,3,4,5, e 7). 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 anos 70 como resultados 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 distintos das fases anteriores. O salto tecnológico foi feito aproximando bastante o setor dos padrões prevaletentes 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 que vinha sendo desenvolvida principalmente durante a década de 60. Disponha de canais de comunicação mais desenvolvidos no mercado doméstico, e tinha bastante familiaridade com o que ocorria no resto do mundo.<sup>1</sup>

Ademais, dada a manutenção a política de reserva do mercado doméstico e a forte expansão do setor industrial do país, houve estímulos a 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>2</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 EMBRAMEC (1974).

---

1. Ver a seção II.1. abaixo sobre um maior desenvolvimento deste tema.

2. Ver o item sobre nacionais e estrangeiras seção II.6.

TABELA 7

INDÚSTRIA DE MÁQUINAS FERRAMENTAS

<u>Índice</u> <u>Ano</u>	<u>Pessoal Ocupado</u>	<u>Produção Industrial</u> <u>Real</u>
1970	76,5	70,8
1971	86,5	94,6
1972	100,0	100,0
1973	118,9	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

INDICES: BASE- 1972 = 100

FONTE: SIMESP.

Um dos fatos que tornam este período um divisor de águas foi a introdução do país no grupo dos produtores de máquinas ferramentas com controle numérico. Novamente a firma "c" foi a 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 por volta de 1950, em escala piloto, ou seja não houve uma grande distância temporal. Inicialmente a parte eletrônica das máquinas era importada, sendo posteriormente produzida por uma firma do País, para o caso de alguns modelos mas em outros continuam sendo importadas.

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 de que dispomos de informações mais completas), sofisticando suas fundições, investindo em maquinário de usinagem, e desenvolvendo modelos próprios de máquinas como ocorrem 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 (Tabela 6). Observa-se que esta trajetória foi impulsionada pela instalação e crescimento das filiais de firmas estrangeiras, principalmente neste período, embora encontre-se firmas nacionais entre o grupo das mais inovadoras. No caso do segmento de tornos, observa-se nesta década que ocorreram 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, havendo duas firmas nacionais produzindo estas máquinas. No caso das furadeiras houve o lançamento das furadeiras automáticas revólver e de coordenada. Houve ainda o lançamento das plainas desengrossadeiras, das retificadoras de engrenagem e para internos, das mandriladoras-fresadoras e das mandriladoras com controle numérico de introdução manual. Finalmente foram lançadas 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 lançadas 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.

## II. ASPECTOS DA EVOLUÇÃO DO SETOR

### 1. Evolução da estrutura de mercado

O setor de máquinas ferramentas do Brasil iniciou suas atividades durante a II Guerra, 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 do início da década de 50 parece estar caminhando para uma maior especialização de atividades, cabendo uma forte participação de cada segmento de mercado a umas poucas firmas, o que não ocorre 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 competidores potenciais umas 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 a questão das indivisibilidades, externalidades e incertezas envolvidas no processo de mudança tecnológica. Assim, apontam alguns autores que 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 da mão-de-obra qualificada), que tenham maiores possibilidade de superarem as indivisibilidades do processo produtivo (por exemplo com a produção em "linha" em oposição a 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 concentrada apontam as rigidezes dos oligopólios e monopólios.<sup>1</sup>

O fato de o setor de máquinas ferramentas do país ter-se desenvolvido nos primeiros anos, contando com a existência de uma firma grande que funcionou até certo ponto como "polo"<sup>2</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 deles é a possibilidade de treinar mão-de-obra técnica de nível médio, que seria posteriormente aproveitado 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 o início esforços 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 o que 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 a entrada para as firmas produtoras de outras máquinas mecânicas e a demanda doméstica favorável. Em 1960 haviam 90 firmas produtoras de máquinas ferramentas, das quais 8 dispunham de mais de 100 empregados.<sup>3</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 com 55,4% do pessoal ocupado, dos quais as duas maiores responderam com 35,4% do total.

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,

---

1. No caso do desenvolvimento de um novo mercado, há ainda que apontar o fato de que as firmas serem elas próprias canais onde circulam informações constantemente criadas com o próprio funcionamento do setor, tornando os argumentos a favor de unidades maiores e ainda mais fortes que no caso de um setor já em funcionamento.

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

3. Ver CEPAL, op. cit.



embora houvesse outras 22 firmas atuando neste segmento do mercado (tabela 8 ). No caso das furadeiras a oferta era bastante pulverizada entre 17 produtores, o que agravava no caso das plainas, com 18 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 que teve o efeito de aumentar o tamanho médio dos estabelecimentos de 53,1 empregados em 1961 para 79,7 em 1968 e 109,0 em 1971.<sup>1</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 4780 para 5661 e 6646. 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 com 32,8% do emprego. Ou seja, aumentou o volume de produção principalmente através do crescimento das firmas menores passam a ser médias.

Em 1970 os mercados mais importantes seguiam sendo 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 atuavam no mercado. 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 das pequenas firmas foram eliminadas neste período, pois o setor passava a exigir maior escala de operações.

---

1. Ver Vidossich, op.cit. para maiores detalhes da estrutura industrial nestes anos.

TABELA 8

PRODUÇÃO DE MÁQUINAS FERRAMENTAS COM PRODUÇÃO DE CAVACOS E Nº DE FIRMAS EM CADA TIPO DE PRODUTO - VÁRIOS ANOS

	Produção em Unidades	Nº de FIRMAS	Produção em Unidades	Nº de FIRMAS	Produção em Unidades	Nº de FIRMAS
	1961 (a)	1961 (a)	1971 (b)	1971 (b)	1980 (c)	1980 (d)
Tornos	4638	24	5287	14	12497	28
Furadeiras	5311	17	5160	19	30258	20
Fresadoras	278	14	296	9	978	22
Plainas	937	18	962	7	1533	7
Retificadoras	79	4	137	8	433	17
Afiadoras	101	4	98	4	833	10
Mandriladoras					152	9
Máquinas Especiais			24	4	443	6*

FONTE: (a) Cepal.  
 (b) Embramec - Vidossich.  
 (c) Simesp.  
 (d) Máquinas & Ferramentas.  
 (\*) Foram consideradas as firmas produtoras de Centro de Usinagem.

Durante a década de 70 houve um grande avanço da produção do 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>1</sup> no setor de máquinas ferramentas como um todo e 72 no setor de máquinas com produção de cavacos conforme mostra o 2º 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 10832 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 a 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 (Tabela 8), a produção em unidade mais que dobrou em relação a 1970, tendo dobrado o número de firmas fornecedoras. No mercado de furadeiras a produção multiplicou-se por quase seis vezes, mantendo praticamente inalterado 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, tem aumentado substancialmente o volume da produção, o grau de sofisticação tecnológica e o número de fornecedores, especialmente com a entrada das firmas estrangeiras.

## 2. Crescimento e Especialização

Embora haja muitos estímulos à diversificação da produção, principalmente devido a instabilidade da demanda, os estudos de casos mostram que pelo menos para as firmas maiores houve uma tendência a especialização em alguns poucos produtos, embora mantivessem em seus

---

1. A contagem do número de firmas excluiu as firmas produtoras de máquinas de eletrosac (5 firmas).

Dispõe-se de informações relativamente detalhadas sobre a questão das fundições que é 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 atualmente com fundições cativas, ou seja, depois de um grande avanço do setor de produção de fundidos ocorrido a partir de 1963 principalmente. Participam deste debate seis firmas, das quais cinco pertencem a nossa amostra. Apenas duas delas consideram que atualmente começa a se tornar mais viável a utilização destes serviços de terceiros.<sup>1</sup>

Todos argumentam que o ponto fundamental permanece 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 por cerca de 20% da produção, mas são sempre peças de menor responsabilidade técnica. Ainda associado ao item de qualidade há a questão, para pelo menos quatro das firmas da amostra, de peso das peças, pois exigem unidades de mais de 5 toneladas, 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 a 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 a 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 que apontam que os custos externos seriam superiores aos internos de até 100%, em alguns casos. Mas este ponto do debate permanece menos conclusivo.

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 identificar o problema das fundi-

---

1. Ver entrevista da Revista Máquinas Ferramentas, Março de 1981, pp. 14 a 26.

ções, optaram para 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 mostrando com seu exemplo, e tendendo a se aproximar mais dos padrões de subcontratação existentes no exterior.

#### 4. Treinamento de Mão-de-Obra

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

O primeiro elemento que se destaca é a importância da experiência metal-mecânica que vinha sendo acumulado desde o início da industrialização do país, que colocava o setor produtivo em contacto 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, na 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 tinham, na quase totalidade dos casos, grau de instrução formal de nível médio (em alguns casos adquiridos depois do estabelecimento de suas próprias firmas).

O treinamento de mão-de-obra no setor metal mecânico envolve muitos fatores não totalmente explícitos, difíceis de serem ensinados formalmente, devido a quantidade de elementos que interagem continuamente, mas que podem ser resolvidos no contacto direto do trabalho, através de regras mais ou menos tácitas,<sup>1</sup> que se adquire 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 que como este tipo de treinamento e mão-de-obra teve domínio de seu campo de atividades

---

1. Ver Nelson, op. cit..

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 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 muitos meses, antes de ter seu treinamento completado. Pelo fato da 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>1</sup>

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 que se observa a absorção de engenheiros pelas firmas do setor. Tratava-se de engenheiros mecânicos ou de outras especialidades, pois não havia escola de nível superior que oferecesse cursos na área de máquinas ferramentas. Estes

---

1. 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-obra, revelam a importância da experiência anterior. Tudo isto não impedia que a mão-de-obra mudasse de firmas, sendo que muitos profissionais que hoje estão a 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 68 firmas existentes em 1971, 57 localizava-se no Estado de São Paulo.

engenheiros, absorvidos inicialmente pela firma "c", tiveram que ser longamente treinados dentro da firma, num período de 8 a 10 semestres, fazendo estágio nas várias seções, além de fazerem numerosas viagens para aperfeiçoamento no exterior.

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 da falta de profissionais de mais alta qualificação para avançar além da trajetória essencialmente empírica que contava a maioria das firmas do setor, utilizando 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 observa 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 produção de certificados, como presta assistência em projetos específicos, tendo oferecido serviços a algumas das firmas da amostra nos anos recentes.

Finalmente há que observar que na década de 70 o setor entrou na era da eletrônica, que exige um tipo de treinamento formal específico,<sup>1</sup> 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.

---

1. Muitas firmas revelaram que o caminho para o conhecimento de um modelo inclui necessariamente o contacto 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 compradas anteriormente para depois as duas firmas passarem a produzi-lo.

## 5. Firms 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>1</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 encontra-se 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. Ademais, embora algumas destas firmas estejam instaladas no país há 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 comparada com as nacionais, um alto padrão de gerência e equipamentos considerados em quantidades insuficiente.<sup>2</sup> Aparentemente 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.

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.

---

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

2. Embora o país possa apresentar vantagens quanto a 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 que estas filiais não pretendem competir com as matrizes no mercado internacional, sendo inclusive pequeno o volume de exportações deste grupo de empresas quando comparadas com empresas de mesmo porte pertencentes a nacionais (embora a evidência empírica seja embrionária).



## 5.1. A distribuição das firmas segundo tamanho

Segundo estudo de Vidossich, em 1971 haviam 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 haviam 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 considerarmos 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 que 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. Tendem 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 a 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 grande.<sup>1</sup>

## 5.2. 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 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 existentes no mercado internacional destes tipo de produtos.

---

1. Dispõe-se de detalhes de um destes casos de firmas médias que teve este tipo de condição para a realização da transação.

### 5.3 Instalações industriais e tipo de gerência técnica

O estudo de Vidossich para 1971 indica também que as firmas em que há presença do capital estrangeiro tenderam a apresentar equipamentos de melhor qualidade e melhor gerência técnica que a maioria das nacionais, embora estes equipamentos sejam frequentemente considerados insuficientes, o que se deve provavelmente ao tipo de produto final em que se especializam, os quais requerem técnicas de produção mais apuradas e que devido a 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 equipamento mais completos que todas as demais,

Finalmente há que 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 exigentes, leva algumas firmas nacionais a se especializarem em tipos de produtos e a utilizar esquemas de produção bem distintas daquelas observadas 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.

## 6. Estratégias Tecnológicas

O comportamento das firmas analisadas nos cinco estudos de caso destacam alguns elementos da natureza da mudança tecnológica ocorrida no país.

### 6.1. Da cópia ao desenvolvimento próprio de 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 produtos mais próprios (firma "a"). Posteriormente algumas firmas procuram o licenciamento de modelos (firmas "b", "c" e "d") como forma que aquisição mais rápida do produto e contornar barreiras e de patentes, etc. No final as firmas caminham para o desenvolvimento de modelos próprios (firmas "c" e "b"), que significam a incorporação de conhecimentos de domínio interno à firma. 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 custos elevados de pesquisas e desenvolvimento especialmente para ingressar nas últimas etapas. O apoio oficial de natureza financeira e técnica tenderam 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).

## 6.2. O ritmo de inovações de produto entre as firmas da amostra

Embora não se disponha de informações detalhadas e precisas sobre a mudança tecnológica de produto das cinco firmas da amostra, observa-se padrões de comportamento distinto 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 das respectivos segmentos de mercado ao passo que as outras duas parecem adotar o modelo de "seguidoras", avançadas 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. Contou para isso com licença de firmas estrangeiras, inicialmente e posteriormente continuou com seus próprios recursos. 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 assistências 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.

No caso da firma "c", observa-se a manutenção da liderança tecnológica no seu segmento específico de mercado desde o início da década de 40. Observa-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 nenhum grupo, crescendo dentro do próprio setor de máquinas ferramentas. Mantém-se mais distante do mundo mais formal de transferência de tecnologia, tais como licença e mesmo de assistência técnica (não mantém contatos com entidades de nível superior e não dispõe de engenheiros. Mas conseguiu bastante sucesso com esta estratégia.

### 6.3. 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 de atividades.

Todas as firmas da amostra começaram a produzir máquinas ferramentas como derivações de antigas atividades metal-mecânicas contando com o equipamento que lhes chegasse as mãos. 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 as maiores começam a criar unidades produtivas mais especializadas (firmas "c" e "d") especialmente as

maiores do setor.

Mas o balanceamento entre as máquinas do setor é um problema complexo de ser enfrentado, pois as máquinas tem diferentes capacidades, diferentes níveis de precisão, exigem grande volume de tempo para o 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 torna-se ainda mais complexa a organização do processo produtivo sendo que a existência de máquinas universais facilitam o trabalho, mas como as fundações das máquinas são muito difíceis de serem alteradas, dificulta-se a reorganização frequente do lay.out. Adicionalmente as máquinas são bastante duráveis. São estas características próprias de setores de produção de processo produtivo descontínuo. A mudança tecnológica aparece localizada e em grande parte incorporada nos equipamentos.

As firmas, de uma maneira geral, apresentaram uma forte tendência a aumentar seu grau de integração vertical, independentemente da origem, 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 matérias primas e componentes, de serviços de fundição que ocorreram através do tempo. Parece ser fácil justificar este comportamento para a firma "c", dado sua origem nos anos 40 e a 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>1</sup> pois nas respectivas regiões não há bons fornecedores (talvez com exceção da firma "e").

Apenas duas firmas, as maiores utilizam as máquinas em "linhas", sendo todas as outras a produção em "ilhas" de máquinas, o que se justifica 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 que estas firmas mostram maior cuidado na direção de aplicar estudos de tempos e movimentos, etc. Tendo isto ocorrido mesmo na firma "b", que con-

---

1. Ver a seção II.3 para este ponto.

tou com assistência técnica estrangeira nos seus primeiros anos. A escala de operações ou o tamanho da planta são fatores críticos para determinar este tipo de comportamento, especialmente quando ainda se alia tamanho e uma estratégia de integração vertical (ou não contar com serviços externos de subcontratação), como ocorre nos países da fronteira tecnológica.

Entretanto, o processo produtivo das firmas têm mostrado algum avanço 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 que são unidades produtoras. Uma delas localiza-se no nordeste do país, especializando-se em máquinas leves, que foi criada para se beneficiar de incentivos fiscais oficiais. Outra localiza-se na capital, tendo sua linha de produção especializada, tendo a planta sido comprada de antigo produtor de máquinas ferramentas e com grande escala de operações. O mesmo corre 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 especializa-se nos modelos mais leves e outra, mais nova, com melhores máquinas de usinagem produz os outros produtos da firma.

No caso das firmas maiores o padrão de produção é mais avançado na direção de estudos de lay out, 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 riscos de adaptação de processo). Com o crescimento da escala de operações, parece que o processo produtivo tende a se assemelhar mais aos dos países da fronteira tecnológica, mas com menor integração vertical, o que é possível pelo grande porte relativo das firmas nacionais em relação as estrangeiras (de uma maneira geral e especificamente para o caso de tornos onde atual as firmas "c" e "d").



### III. ESTUDOS DE CASOS

#### 1. FIRMA A

##### 1.1. INTRODUÇÃO

A firma começou suas atividades como uma fábrica de papel e papelão, localizando-se em uma cidade do interior do Estado de São Paulo (cerca de 150 Km da Capital do Estado) que contava com longa tradição na produção de máquinas mecânicas.

Por volta de 1952 a firma resolveu ampliar sua oficina de manutenção pois os prazos externos destes serviços eram muito altos e os preços considerados elevados. Começou então a produzir máquinas industriais e também peças para o setor de papel e papelão (cilindros, etc.). Entre 1952/53 a firma produzia mancais e máquinas para a indústria de madeira. Entretanto já havia concorrentes fortes (na própria região) no setor de madeira e a demanda foi considerada demasiado estreita, devido a grande pulverização dos demandantes.

Em 1954 a firma produziu suas primeiras máquinas ferramentas, tratando-se de modelos simples de plainas limadoras baseadas em similares importados. A partir de então ocorreu uma crescente especialização de atividades ligadas ao setor de máquinas ferramentas, passando a produzir tornos, furadeiras e fresadoras, chegando a ocupar posição de destaque neste setor, incluindo-se entre as cinco maiores firmas do ramo no país.

Ainda hoje a firma mantém uma estrutura eminentemente familiar, permanecendo seu fundador à frente das principais decisões. Mantém-se dentro da tradição de não recorrer a fundos externos, apesar de órgãos oficiais (como o BNDE) terem oferecido condições de crédito extremamente favoráveis, principalmente na década de 70, embora tenha recebido fundos da FINEP, órgão do próprio BNDE, para o desenvolvimento de um projeto conjunto para o desenvolvimento de novas máquinas.

Note-se que a parte técnica de produção é comandada por um técnico de nível médio que entrou na firma no início da década de 50 permanecendo nesta posição até hoje. O fundador da firma não é especializado na parte de produção, atuando principalmente no setor comercial.

## 1.2. EVOLUÇÃO DA PRODUÇÃO

A firma apresentou uma forte expansão de suas atividades ao longo do tempo, ocorrendo entretanto crises de demanda em alguns períodos. Dispõe-se de informações mais completas a partir de 1959 quando era ainda uma firma de dimensões relativamente pequenas (poucas dezenas de empregados e algumas dezenas de máquinas produzidas), contando, portanto, com parte substancial de sua evolução.

Vejamos em detalhes a evolução de seus principais indicadores.

### 1.2.1. Produção

A produção da firma foi medida através da evolução de seu faturamento em termos reais e pelo volume de produção medido em peso. O primeiro indicador tem como falha principal a mudança de preços dos produtos da firma ao longo do tempo.<sup>1</sup> O indicador de peso está sujeito às falhas de não se contar com uma discriminação completa de todos seus produtos e respectivos preços para o período como um todo<sup>2</sup> sendo que a maior complexidade tecnológica dos produtos lançados em períodos mais recentes de sua evolução implica na subestimação de um índice de produção<sup>3</sup> que levasse em consideração também a qualidade do produto final. Finalmente há que salientar que o ciclo de produção da firma é relativamente longo, havendo distorções mesmo dentro de um ano. A comparação entre estes dois indicadores mostra que a produção em peso e o faturamento grosseiramente tenderam a caminhar juntos, com exceção dos anos de 1960 e de 1967 a 1969, ambos apontando um grande crescimento nas dimensões da firma ao longo do período (Tabela A.1).

- 
1. Embora não se disponha de informações de preços a nível desta firma é sabido que o setor tendeu a apresentar elevação de seus preços acima da inflação, especialmente na década de 70.
  2. Não se dispõe de informações sobre a produção de produtos menores como as esmerilhadeiras, tesouras guilhotinas e também dos serviços de fundição.
  3. Ver o trabalho de Katz et al (1981) para um debate sobre o tipo de medição para o caso do setor de máquinas ferramentas.

TABELA A.1

## INDICADORES DE PRODUÇÃO, EMPREGO E CAPITAL

ANO	PRODUÇÃO EM PESO (A)	FATURAMENTO (B)	MÃO DE OBRA (C)	(A)/(B)	(B)/(C)	(A)/(C)	CAPITAL	IMOBILIZADO TÉC.
1959	18,9						55,1	
1959	52,2	108,2		51,9			52,0	
1960	79,9	100,5		79,6			53,1	
1961	76,9	122,3		62,9				
1962	88,0	114,2	100,0	77,0	114,3	87,9		
1963	75,4	105,0	101,4	71,8	103,5	74,3		
1964	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0
1965	95,9	115,7		82,9			116,9	95,1
1966	132,7	154,4		85,9			144,1	115,0
1967	151,8	116,7	97,5	130,1	120,1	156,2	127,4	111,4
1968	246,9	197,4		125,0			132,3	112,4
1969	315,7	206,9		152,5			219,2	174,7
1970		200,3					232,4	175,0
1971		200,9					260,5	192,7
1972		286,1	200,7		142,6		299,0	264,0
1973	291,3	356,5	205,6	81,7	173,5	141,6	376,2	532,2
1974	409,8	584,8	242,3	70,0	241,6	169,2	417,6	709,9
1975	422,7	685,9	276,8	61,6	248,0	152,7	517,7	769,7
1976	368,9	764,4	271,8	48,3	281,4	137,9	597,9	566,9
1977	405,3	578,2	277,5	70,1	208,6	146,1	783,8	631,7
1978	417,9	600,3	243,0	69,6	247,3	172,0	847,8	1549,4
1979	406,0	544,5	232,4	74,5	234,4	174,7	790,6	1671,9
1980		485,3	266,9		181,9		600,8	1266,9

FONTE: Dados da firma. Elaboração dos autores.

### 1.2.2. Mão de obra

Dispõe-se de uma série sobre a mão-de-obra ocupada desde 1962, havendo lacunas de informações para os anos de 65 e 68 e o período de 1968 a 1971. As informações referem-se ao número de empregados totais, havendo dificuldades para obter dados sobre o número de horas efetivamente trabalhadas para o período inteiro. Os dados de 1962 e 1963 são viesados pela inclusão das atividades da fábrica de papel e papelão de forma que somente a série posterior a 1972 que se torna mais confiável.

A Tabela A.2. a seguir mostra que com exceção do ano de 1972, os indicadores de pessoal ocupado e de nº de horas trabalhadas tenderam a caminhar relativamente juntos, havendo um rápido crescimento, maior no número de horas trabalhadas que no número de empregados, o que mostra que o indicador de emprego medido pelo número de empregados parece satisfatório.

TABELA A.2

INDICADORES DE EMPREGO

ANO	NÚMERO DE EMPREGADOS	NÚMERO DE HORAS TRABALHADAS
	ÍNDICE	
1972	88,0	67,7
1973	100,0	100,0
1974	119,4	115,9
1975	120,1	116,1
1976	118,8	108,0
1977	107,1	109,0
1978	102,1	103,3
1979	110,8	126,7
1980	106,8	118,1

FONTE: Dados da firma. Elaboração dos autores.

### 1.2.3. Capital e imobilizado técnico

Os indicadores de Capital e Imobilizado Técnico provêm dos balanços da firma. Estão sujeitos portanto, às falhas referentes às inadequações das práticas contábeis, especialmente em ambiente inflacionário, para a obtenção de medidas de capital. A série de Imobilizado Técnico parece ser mais próxima dos indicadores da capacidade de produção, mas não se dispõe de informações para o período mais antigo. Ambos os indicadores tenderam a caminhar relativamente próximos na maior parte da série, embora o Imobilizado Técnico apresentasse taxa de crescimento bastante superior ao Capital (Tabela A.3.).

Dispõe-se ainda da série de consumo de energia elétrica para o período posterior a 1971, que representa outra forma de medir o capital, embora seja talvez um indicador melhor de utilização da planta mais do que sua capacidade instalada. Este indicador também mostra expressivo crescimento, apresentando taxas de crescimento inferiores ao Imobilizado Técnico, e superiores ao Capital.

TABELA A.3.

CAPITAL, CONSUMO DE ENERGIA ELÉTRICA E IMOBILIZADO TÉCNICO

ANO	CONSUMO DE ENERGIA ELÉTRICA KWH	CAPITAL	IMOBILIZADO TÉCNICO
1972	76,2	79,5	49,6
1973	100,0	100,0	100,0
1974	105,0	111,0	133,4
1975	149,3	137,6	144,6
1976	160,6	159,0	106,5
1977	157,5	208,3	118,7
1978	157,0	225,4	291,1
1979	187,3	210,4	314,1
1980	191,8	159,7	238,0

Fonte: Dados da firma. Elaboração dos autores.

#### 1.2.4. A produtividade da mão-de-obra

Embora tanto as séries de produção como de emprego sejam distorcidas, parece claro que pelo menos a partir de 1972 houve uma elevação substancial da produtividade da mão-de-obra (Tabela A.4.) principalmente do ano de 1973 a 1978 recuando no ano de 1980 quando houve queda maior da produção medida pelo faturamento que nos indicadores de mão-de-obra, tendo ocorrido ao mesmo tempo um crescimento do capital medido pelo valor do Imobilizado Técnico, do Capital de Balanço e pelo consumo de energia elétrica. Neste mesmo período ocorreu um aumento do capital utilizado por trabalhador, medido através do consumo de energia elétrica, pelo Imobilizado Técnico e pelo Capital de Balanço.



TABELA A.4.

PRODUTIVIDADE DA MÃO-DE-OBRA

<u>ANO</u>	<u>FATURAMENTO</u> <u>Nº EMPREGS.</u>	<u>PRODUÇÃO-PESO</u> <u>Nº EMPREGADOS</u>	<u>FATURAMENTO</u> <u>HRS. TRABAL.</u>	<u>PRODUÇÃO-PESO</u> <u>HRS. TRABALHAD.</u>
1972	82,2		118,6	
1973	100,0	100,0	100,0	100,0
1974	139,3	119,5	141,5	121,4
1975	142,9	107,8	165,8	125,0
1976	162,2	97,4	198,6	117,3
1977	120,2	103,2	148,8	127,6
1978	142,5	121,5	163,0	138,9
1979	135,1	123,4	120,5	110,0
1980	104,8		115,2	

FONTE: Dados da firma. Elaboração dos autores.

TABELA A.5.

COEFICIENTES DE CAPITAL

<u>ANO</u>	<u>CAPITAL</u> <u>Nº EMPREGADOS</u>	<u>IMOBILIZADO TÉC.</u> <u>Nº EMPREGADOS</u>	<u>CONSUMO ENERGIA</u> <u>Nº EMPREGADOS</u>	<u>CONSUMO ENERGIA</u> <u>FATURAMENTO</u>	<u>IMOBILIZ. TÉCN.</u> <u>FATURAMENTO</u>
1972	90,4	56,4	86,7	95,0	61,8
1973	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0
1974	92,9	111,7	95,9	69,8	81,3
1975	114,6	120,4	124,4	77,6	75,2
1976	133,8	89,6	135,2	74,9	49,7
1977	194,6	110,8	147,2	97,2	73,2
1978	220,6	284,9	153,7	93,3	172,9
1979	189,7	283,5	169,1	122,7	205,7
1980	149,6	222,9	179,7	141,0	174,9

FONTE: Dados da firma. Elaboração dos autores.

### 1.3. EVOLUÇÃO DA FIRMA NO TEMPO

A partir dos indicadores de produção, emprego e capital pode-se separar a evolução da firma em quatro fases, o que é feito apenas para destacar características mais nítidas de seu comportamento.

#### 1.3.1. Primeira fase: de 1952 a 1958

Neste período a firma ingressou no setor de máquinas ferramentas para o qual se dispõe de menor número de informações. Tratava-se de uma pequena oficina de manutenção da fábrica de papel e papelão que ganhava autonomia, produzindo as primeiras máquinas mecânicas (para indústria de madeira) além de peças para consumo interno como mancais e fricções que foram desativadas posteriormente.

Em 1954 a firma produziu as suas primeiras máquinas ferramentas tratando-se de modelos simples de plainas limadoras, baseadas em similar importado. O país produzia plainas desde os últimos anos da II Guerra. Trata-se de máquinas de mais baixo valor unitário e preço por kilo menor entre as máquinas ferramentas. Ainda neste período observa-se uma busca de outros produtos, tendo sido lançadas outras máquinas simples, como as esmerilhadoras e as tesouras guilhotinas. Em 1956 a firma lançou uma fresadora universal (baseada em similares suecos), pois este mercado contava com uma oferta doméstica bastante reduzida.

O mercado doméstico de máquinas ferramentas cresceu rapidamente principalmente a partir da instalação da indústria automobilística no país (a partir de 1956), permitindo que esta firma se consolidasse num patamar de produção e emprego em níveis relativamente altos (tabela A.1) para funcionar como unidade autônoma apenas do setor de máquinas ferramentas.

As informações que se dispõe são bastante incompletas neste período para se avaliar a evolução da produtividade e mesmo sua taxa de crescimento mas observa-se uma crescente especialização,

principalmente na direção da produção de plainas,<sup>1</sup> que viria a dar origem a uma família de máquinas, mantendo-se sempre como um dos produtos mais importantes da firma.

### 1.3.2.0 segundo período: de 1959 a 1967

Neste período a firma consolidou definitivamente sua posição no setor de máquinas ferramentas. O nível de produção medido pelo faturamento manteve-se relativamente constante o mesmo ocorrendo com a produção medida em peso, apesar deste último indicador mostrar crescimento nos dois anos finais do período. A mão-de-obra permaneceu relativamente constante entre 1962 e 1967, não se dispondo de dados sobre os anos anteriores. Os dados sobre o Capital e o Imobilizado Técnico somente estão disponíveis a partir de 1964, e se o Capital cresceu o outro indicador permaneceu relativamente constante. A produtividade da mão-de-obra (produção/nº de empregados) também permaneceu relativamente constante para os anos que se dispõe de informações (Tabela A.1.).

Este foi um período em que a firma mostrou novamente grande atividade inventiva, tendo lançado em 1962 as primeiras furadeiras radiais da América Latina, em 1963 um torno e em 1964 lançou uma plaina retificadora de grande porte, fabricada sob encomenda, sendo o modelo aperfeiçoado de plainas existentes, no país na época. Em 1965 lançou uma nova plaina de mesa.<sup>2</sup> Ainda neste ano lançou a primeira plaina vertical produzida no país. No ano de 1966 foi lançado outro modelo de furadeira radial. Observa-se uma crescente especialização na produção de plainas e furadeiras radiais neste período, que passariam a se constituir nos principais produtos da firma a partir de então. A firma encontrava-se na fronteira tecnológica doméstica destes produtos, permanecendo nesta posição a partir de então.

---

1. Com o passar dos anos surgem firmas mais especializadas na produção de tesouras guilhotinas e esmerilhadoras e fresadoras. Note-se que estes produtos permanecem ainda hoje nos catálogos da firma, mas aos poucos foram perdendo importância relativa.

2. Trata-se de uma plaina com fricção hidráulica.

O lançamento da primeira radial foi possível através da compra de modelos da Alemanha, sendo que o contrato previa a importação dos cabeçotes (a parte mais sofisticada da máquina), mas a Lei do Similar Nacional tornou este requisito inaplicável. A produção deste produto representou um grande desafio, pois foi inteiramente nacionalizada já em 1964, permitindo o maior salto tecnológico da história desta firma. Tratava-se de uma firma de porte relativamente pequeno entre as nacionais que incursionaram na área de contratos com fornecedores estrangeiros de tecnologia.

A partir dos primeiros anos da década de 60 a firma passou a exportar regularmente para alguns países da Alalc, especialmente para o Chile, Argentina e México, chegando a atingir em alguns anos cerca de 30% do faturamento total. Os principais produtos exportados foram as plainas e furadeiras radiais.

Em 1966 a firma contava com 7 modelos de plainas limadoras entre os 21 existentes no mercado (havia 9 firmas neste mercado). Permanecia com os modelos mais avançados do setor, tendo inclusive as máquinas de maior peso, preço e preço por kg., mantendo a liderança deste segmento do mercado de máquinas ferramentas (Tabela A.6.). Cerca de 45% da produção da firma destes produtos eram exportados.

A firma caminhou fortemente em direção à especialização neste período. Com o fortalecimento dos concorrentes na produção de tesouras, guilhotinas, esmerilhadoras e fresadoras a firma via suas vendas crescerem principalmente direcionada para as plainas e furadeiras radiais. Surgiam novos fornecedores de peças e componentes, levando a firma a abandonar a produção interna de mancais e fricções. Em 1965 a firma vendeu a fábrica de papel e papelão, dedicando-se exclusivamente a produção de máquinas ferramentas.

não se refletiram com maior intensidade nos indicadores de que se dispõe, devido à política de consumo interno de alguns de seus produtos, além da troca de suas máquinas por outras máquinas ferramentas, especialmente de porte mais elevado, pois também estes produtos sofriam com a queda das vendas. Este é um fenômeno característico do setor que consome o que produz. Desta forma a firma aumentou sua capacidade produtiva, tornando mais apta a produzir modelos mais sofisticados.

Em 1972 a firma enviou projeto ao CDI e obteve permissão para adquirir maquinário de grande porte, sendo uma das pioneiras a incorporar este tipo de equipamento na região.

Como a firma era líder no setor de furadeiras radiais passou a sofrer controle de preços de seus produtos pelo CIP. Desta forma, foi imposta a adoção de uma estrutura de custos mais formalizada e rígida forçando a adoção de controles do processo produtivo. Um desdobramento posterior destas medidas foi a implantação de estudos de tempos, o que raramente se encontrava nas firmas do setor neste período. A firma passava a dispor de especificações de produtos a nível de cada peça, incluindo a seção de controle de qualidade.

Ainda neste período a firma procurou estabelecer uma rede própria para a comercialização de seus produtos, abrindo um escritório na Capital do Estado.

#### 1.3.4. A última fase: a partir de 1976

A partir de 1976 a firma vai apresentar uma redução da produção, tanto medida em peso como em faturamento, e do emprego, tendo a produtividade da mão-de-obra declinado quando medida em faturamento mas crescido em peso (uma parte da explicação deste comportamento diferenciado deve-se a crescente acumulação de estoques no final do período, ou seja, as vendas não acompanharam a produção - V.Tabela A.1.). O volume de Capital começa a declinar em 1978 ao passo que o Imobilizado Técnico mantém-se em crescimento até 1979, devido à impossibilidade de reduzir bruscamente os projetos da construção da nova fundição.

Esta redução de atividades deveu-se em parte à queda da demanda de seus produtos e do aparecimento de novos consorrentes no mercado doméstico, especialmente para o caso das furadeiras radiais.

Em 1977 e 1978 a firma lançou novos modelos de furadeiras radiais hidráulicas, ampliando ainda mais esta "família" de produtos.

Ainda neste período a firma lançou um novo produto que significou um grande desafio tecnológico, que foi a produção da plaina de mesa de grande porte, inaugurando a série pesada. Tratava-se de máquinas consideradas especiais, produzidas sob encomenda (os demais modelos são todos produzidos em lotes). Para a execução deste projeto a firma contou com apoio financeiro da FINEP (do BNDE). A firma caminhava para a produção de máquinas de grande porte exigindo alterações na sua fundição. Com a ampliação desta seção, tornou-se apta a produzir peças de até 36 ton., com capacidade de 120 ton/mês em área construída de 14000 m<sup>2</sup>. Este é um exemplo da interação entre processo produtivo e produto.

Ainda neste período foram estreitados seus contatos com a Escola de Engenharia de São Carlos, especialmente na área de simulações para a produção de novos modelos.

Escola de Engenharia de São Carlos.

A parte administrativa é bastante simples, embora se mantenha em padrões crescentes de qualidade, incorporando computadores para executar os serviços da folha de pagamentos e da contabilidade. (dispondo inclusive de programas de custo integrado).<sup>1</sup>

Há finalmente um escritório de vendas, localizado na cidade de São Paulo, que cuida da comercialização dos produtos.

### 1.5. MUDANÇA TECNOLÓGICA DE PRODUTO

A evolução tecnológica de produtos pode, em parte, ser acompanhada pelo lançamento de seus produtos, que na quase totalidade dos casos foram baseados em similares importados (se bem que apresentando desde o início pequenas modificações e contínuos aperfeiçoamentos). Os primeiros modelos foram de plainas limadoras lançados em 1954 (hoje há 4 versões). Em 1956 lançam as suas fresadoras universais (trata-se de modelos bastante simples), baseadas em similares suecos e dinamarqueses. Em 1962 passam a produzir as primeiras furadeiras radiais na América Latina, através da compra de modelos e desenhos da Alemanha, sendo que o contrato previa a importação dos cabçotes. Com a Lei do Similar Nacional este requisito de importação tornou-se letra morta. Em 1966 lançam modelos mais complexos de furadeiras radiais e a partir de 1977 passam a produzir os modelos hidráulicos. Em 1974 começam a produzir seus tornos e em 1979 lançam as plainas de mesa fresadoras da série pesada, que são consideradas máquinas especiais.

Observa-se claramente que a firma vai se dirigindo do simples para o cada vez mais complexo do ponto de vista tecnológico, o que é confirmado pela evolução das "famílias" de furadeiras e plainas.

#### 1.5.1. A "família" das furadeiras

A firma produz atualmente seis modelos de furadeiras radiais e dois modelos de furadeiras de coluna. A sua linha de furadeiras radiais é bem diversificada e inclui desde furadeiras de médio porte pesando 2.800 kg até furadeiras superpostas de 20.500 kg., aten

1. O custo integrado é um sistema de informações detalhado entre as comoras, almoxarifado e vendas.



dendo a um número significativo de faixas de mercado.

Esta "família" de furadeiras radiais sofrem significativas mudanças de caráter tecnológico desde o seu lançamento em 1962 até 1981. A tabela A.7 fornece as especificações técnicas das furadeiras radiais e permite uma comparação com as especificações técnicas da furadeira radial produzida em 1963. Percebe-se que houve um nítido aumento da capacidade de furar em aço, raio de furação, potência do motor da árvore e peso das furadeiras, os quais refletem a melhor qualidade do produto atual.

Infelizmente não se dispõe de informações que permitam observar a evolução destas especificações técnicas ao longo do tempo, mas de qualquer forma a comparação de dois pontos no tempo já fornece indicações bem claras de que as furadeiras radiais saíram do mais simples em direção ao mais complexo do ponto de vista tecnológico.

Outra comparação interessante de ser feita é com relação às furadeiras radiais produzidas pelas diversas firmas existentes em 1963 e com as diversas firmas existentes em 1981, para se obter a posição relativa, do ponto de vista tecnológico, da firma sob análise.

Pela Tabela A.8 percebe-se que a firma estava um pouco atrás das suas concorrentes em termos de faixa de produto, mas ressalte-se que era a única a produzir furadeira radial com peças totalmente nacionais; as outras importavam o cabeçote. Em 1981 esta situação mudou bastante, os antigos concorrentes deixaram o mercado e em lugar apareceram pelo menos cinco novas firmas, as quais produziam desde modelos bem simples de furadeiras radiais até modelos bastante sofisticados que possuíam inclusive controle numérico. Este é o caso da segunda maior produtora de máquinas ferramentas no Brasil, que passou a ser o principal concorrente da firma sob análise, com 6 modelos de furadeiras radiais, um dos quais com controle numérico. De qualquer forma, a firma sob análise é atualmente uma das duas principais produtoras de furadeiras radiais no Brasil, as quais estão, em termos de sofisticação tecnológica, bem na frente das outras 4 concorrentes. A última coluna da Tabela A.7 permite localizar através das especificações técnicas, os produtos da firma sob análise dentro do rol de furadeiras radiais produzidas pelas suas cinco concorrentes.

### 1.5.2. A "família" das plainas

A firma produz atualmente 4 modelos de plainas limadoras, três modelos de plainas de mesa fresadoras (os quais possuem algumas variantes) e um modelos de plaina vertical.

Começou a produzir plainas em 1954, e, em 1963, já contava com uma linha bastante diversificada que atendia a várias faixas de mercado e colocava a firma como a principal produtora de plainas limadoras do Brasil. A Tabela A.9. mostra as especificações técnicas das plainas limadoras em 1963 as quais ajudam a se constatar o que foi dito acima.

Em 1981 a firma restringiu o número de modelos de plainas limadoras fabricadas, concentrando-se nos modelos de pequeno e médio porte. Pela Tabela A.10. nota-se que a linha de plainas limadoras em 1981 era menor e não atendia a todas as faixas de produtos atendidas em 1963. Paralelamente a isto, outras firmas começaram a produzir plainas limadoras nas várias faixas de produtos inclusive nas faixas superiores abandonadas pela firma sob análise (vide a última coluna da Tabela A.10.).

Mas para compensar esta relativa estagnação na inovação tecnológica nas plainas limadoras, a firma deu um grande salto tecnológico em 1979 quando começou a produzir plainas de mesa fresadoras pesadas (as suas pesam de 6.200 a 37.000 Kg), entrando numa faixa bem mais sofisticada do mercado na qual existem três concorrentes atualmente, um dos quais produzia plainas de mesa desde 1963.

TABELA A.9.

ESPECIFICAÇÕES TÉCNICAS DAS PLAINAS LIMADORAS PRODUZIDAS POR UMA FIRMA BRASILEIRA DE MÁQUINAS FERRAMENTAS E SUAS CONCORRENTES EM 1963

Especificações Técnicas	Modelos produzidas pela firma em 1963						Modelos de outras firmas *	
	A	B	C	D	E	F		
1. Curso máximo do torpe do	350	500	650	700	900	1.200	de 500 a 700	mm
2. Movimento horizontal automático da mesa	365	600	600	730	850	1.150	de 500 a 600	mm
3. Movimento vertical automático da mesa	180	440	295	360	350	478	de 300 a 500	mm
4. Descida vertical do cabeçote	140	180	180	180	180	235	de 120 a 160	mm
5. Número de velocidade	6	6	6	6	6	8	de 4 a 6	
6. Potência do motor	1	3	3	5	7,5	12,5	de 2 a 6	HP
7. Peso líquido aproximado	600	1420	1300	2450	3200	6700	de 1.100 a 2.200	Kg

(\*) Esta coluna mostra os valores mínimos e máximos encontrados para cada especificação técnica, para os vários modelos produzidos por duas firmas concorrentes da firma sob análise em 1963.

TABELA A.10.

ESPECIFICAÇÕES TÉCNICAS DAS PLAINAS LIMADORAS PRODUZIDAS PELA FIRMA EM 1981 E SUA COMPARAÇÃO COM AS ESPECIFICAÇÕES TÉCNICAS DAS PLAINAS QUE ELA PRODUZIA EM 1963 E DAS PLAINAS QUE PRODUZ ATUALMENTE

Modelos Especificações Técnicas	Produzidas pela firma em 1981				Produzidas pela firma em 1963	Produzidas pelas firmas concorrentes em 1981
	A	B	C	D		
1. Curso máximo do torpe do	450	500	700	900	de 350 a 1.200	de 400 a 3.000
3. Movimento horizontal automático da mesa	370	530	700	820	de 365 a 1.150	
3. Movimento vertical automático da mesa	270	400	340	440	de 180 a 478	
4. Descida vertical do cabeçote	140	145	175	175	de 140 a 235	de 70 a 3.000
5. Número de velocidades	6	6	6	6	de 6 a 8	
6. Potência do motor	1,7/0,9	3	5	7,5	de 1 a 12,5	de 0,5 a 10
7. Peso líquido aproximado	670	1570	2400	2850	de 600 a 6.700	de 285 a 5.300

FONTE: Dados fornecidos pela firma, e revista Máquinas & Ferramentas, nº 26, São Paulo, ed. Novo Tempo, Set/81.

Finalmente, há que ressaltar que a qualidade dos vários tipos de produto elevou-se com o passar do tempo, como por exemplo, a crescente utilização dos serviços de treinamento térmico de metais que aumentam o padrão de qualidade das peças utilizadas. Os períodos em que houve maior volume de novos lançamentos foi o inicial, até por volta de 62 (com as furadeiras radiais), e a partir de 1974, quando as finanças da firma já haviam superado as dificuldades associadas ao período de 67 a 69/70. Aparentemente nos períodos de maiores dificuldades financeiras não ocorreram grandes inovações de produtos, o que talvez sugira que realmente pode ser custoso e arriscado este procedimento embora seja difícil calcular as despesas incorridas em qualquer destes projetos. As inovações no período mais recente concentram-se na linha mais importante da firma (as furadeiras radiais) apresentando crescente complexidade o que indica uma maior especialização da firma em um mercado maior e mais exigente.

## 2. FIRMA B

### 2.1. INTRODUÇÃO

A origem desta firma ocorreu no princípio da década de 50, produzindo inicialmente bens de consumo durável, que eram anteriormente importados, localizada no interior do Estado de São Paulo.

A produção de máquinas ferramentas iniciou-se na década de 60, destinada a atender inicialmente as necessidades internas da fábrica e logo depois para o mercado. Apenas em 1973 esta divisão ganhou autonomia e no final da década de 70 tornou-se uma firma independente.

Desde o início a unidade produtora de máquinas ferramentas especializou-se na produção de máquinas ferramentas sofisticadas, especialmente no caso de seu produto mais importante, que são as retificadoras. No caso deste produto os modelos iniciais, pioneiros pelo grau de sofisticação no país, foram obtidos através de licenças de fornecedores estrangeiros, tendo obtido assistência técnica para a produção destes modelos, ao passo que no caso dos outros produtos a firma teve seus modelos baseados em similares importados. Nos últimos anos a firma caminhou para o desenvolvimento de modelos próprios de retificadoras e afiadoras, entrando inclusive no setor de eletrônica, sendo novamente pioneira na produção de retificadoras com controle numérico. É hoje uma das maiores firmas nacionais do setor de máquinas ferramentas. Foi importante para seu desenvolvimento o fato de pertencer a um grande grupo industrial, não somente como demanda inicial de seus produtos, mas principalmente para obter financiamento ao longo de numerosos anos, pois neste tipo de atividades pode-se exigir anos para que a firma gere lucros. Finalmente há que salientar que a firma contou com apoio financeiro de órgãos oficiais desde o início da década de 70, que foi importante para acelerar sua transformação tecnológica.

Esta firma mostra uma trajetória tecnológica de produto que evoluiu da imitação ao desenvolvimento próprio de modelos num espaço de tempo de cerca de 15 a 20 anos.

## 2.2. ORIGEM E EVOLUÇÃO

### 2.2.1. Origem

O grupo fundador desta firma estabeleceu-se inicialmente na importação e distribuição de determinados tipos de bens de consumo durável por volta dos anos 40. Devido a problemas para a importação ocorridos durante a II Grande Guerra, o grupo decidiu produzir no país estas máquinas. Com o crescimento, a firma passou a contar com vários departamentos criados paulatinamente, como são os casos da fundição, ferramentaria e usinagem. O grupo cresceu substancialmente no período, contando hoje com mais de 2500 empregados.

A unidade produtora de máquinas ferramentas cresceu como um desmembramento da antiga seção de ferramentaria. No início as máquinas ferramentas eram feitas para consumo interno do grupo, como em outros casos de firma atualmente produtoras de máquinas ferramentas. Tratava-se de produtos relativamente simples, como as furadeiras e também algumas máquinas especiais. Esta unidade ganhou maior autonomia por volta de 1962, quando começou a vender seus produtos para o mercado. Desde o início apresentou uma administração bastante profissional embora o grupo a que pertence seja familiar (mas é uma Sociedade Anônima de Capital Aberto). Ainda por volta de 1962 a firma fez um contrato com uma firma inglesa para obter licença para a produção de retificadoras, sendo pioneira na produção de retificadoras cilíndricas no país. Havia em 1963 dois outros fornecedores de retificadoras universais no mercado doméstico, mas produziam modelos bem menos sofisticados. A firma inglesa chegou a fornecer assistência técnica para a produção de seus modelos, tendo enviado técnicos que facilitaram a absorção da tecnologia necessária à produção. Tratava-se de um início de atividades bastante ambicioso. Cerca de 4 anos mais tarde este contrato de fornecimento de tecnologia com a firma inglesa foi interrompido.

Ainda nestes primeiros anos da década de 60 observa-se uma grande atividade em termos de lançamento de outros produtos. Simultaneamente ao lançamento das retificadoras, a firma lançava suas primeiras fresadoras universais, baseadas em modelos alemães. Por volta de 1964 a firma lançou sua primeira afiadora, similar a um

modelo americano. Tratava-se de um período de grande atividade inovativa que se refletia no seu processo produtivo. A partir de então observa-se uma ampliação e crescente sofisticação destes produtos, definindo três famílias relativamente independentes de máquinas, sendo que a mais importante permaneceu sendo a das retificadoras. Os principais desenvolvimentos destas famílias de máquinas foram o lançamento de fresadoras ferramenteiras (1976), as retificadoras de produção (1976) e a série de retificadoras lançadas no ano de 1979/80, que incluía modelos eletrônicos, em substituição aos modelos anteriores. Ainda em 1980 foi lançada uma nova afiadora, tendo o modelo sido desenvolvido pela firma e a Escola de Engenharia de São Carlos. Para o lançamento destes últimos produtos a firma contou com apoio de órgãos oficiais (parte do financiamento dos custos do projeto foi financiado pela FINEP), exigindo grande esforço, que incluiu a contratação de técnicos estrangeiros para o desenho do projeto (que durou mais de 4 anos desde a fase de desenhos até a sua execução final).

### 2.2.2. Evolução da Produção

Não se dispõe de informações quantitativas completas sobre a evolução da firma, devido principalmente ao fato de somente após 1962 a divisão de máquinas ferramentas ganhar maior autonomia. No final da década de 70 a unidade produtora de máquinas ferramentas tornou-se uma firma separada judicialmente. Devido à falta de dados mais completos não se fará a evolução da sua produtividade.

Para o período que vai de 1960 a 1974 dispõe-se de algumas informações sobre o número de máquinas produzidas que mostram substancial crescimento. Se por volta de 1960 a firma produzia cerca de duas dezenas de máquinas ferramentas por ano e até o início de 1964 tinha produzido 50 máquinas. De 1964 a 1970 a produção anual era de cerca de 60 máquinas anuais (metade eram retificadoras). Este número se eleva a 100 por volta de 1971 e 150 em 1974. Em 1980 esse número se elevaria a quase 300 máquinas/ano.

O pessoal ocupado (média mensal de pessoal ocupado), que incluía mais de 300 pessoas em 1976, tendeu a crescer a partir de então até atingir mais de 400 no final do período (tabela B-1) mantendo



um crescimento persistente no tempo. O faturamento (valor das vendas anuais) medido em termos reais oscilou mais do que o pessoal ocupado, mas no final do período mantiveram-se praticamente inalteradas as cifras iniciais (Tabela B.1.). A discrepância entre as taxas de crescimento do pessoal ocupado a partir de 1975 deve-se principalmente às crescentes dificuldades de comercialização dos produtos devido a queda da demanda doméstica.

TABELA B.1

EMPREGO E FATURAMENTO (REAL) EM NÚMEROS ÍNDICES

ANOS	EMPREGO	FATURAMENTO <sup>1</sup>
1975	107,7	
1976	100,0	100,0
1977	102,3	96,0
1978	106,4	74,9
1979	119,0	111,4
1980	138,3	102,9

FONTE: Dados da firma, elaboração dos autores.

1. Deflacionado pelo índice de Máquinas da Conjuntura Econômica.

### 2.3. MUDANÇA TECNOLÓGICA DE PROCESSO

É evidente que quando uma unidade produtora de máquinas e ferramentas produzidas para consumo interno de um grupo produtor de bens de consumo durável modifica-se ao longo de quase 20 anos em produtora de máquinas e ferramentas de alta precisão e que chega a incluir máquinas de controle numérico, que seu processo produtivo sofreu grande transformação. Multiplicou-se o número de máquinas da fábrica, o número de empregados e o nível de produção o que implica necessariamente grandes modificações de processo, que será detalhada abaixo.

Para a descrição da mudança tecnológica de processo da firma é conveniente separar três fases relativamente distintas. A primeira, que ocorreu nos primeiros 4 ou 5 anos da década de 60, significou a aprendizagem da produção de máquinas e ferramentas sofisticadas, tendo sido facilitada pela existência de um acordo de assistência técnica com uma firma estrangeira. A segunda fase ocorreu após cessar este contrato, representando uma longa maturação da tecnologia adquirida anteriormente apresentando avanços tecnológicos menores e mais graduais que na fase anterior. Há ainda uma fase final que vai ocorrer nos últimos anos da década de 70 quando a firma passa a dedicar maior atenção a otimização do seu processo produtivo, visando a redução de custos (pressionada que era pela concorrência doméstica que se sofisticara através da presença das filiais de multinacionais do setor). Posteriormente será feita uma descrição da evolução de alguns setores críticos do processo produtivo, ou seja, as seções de projetos, e de planejamento e controle da produção (pcp) e os aspectos referentes a evolução da mão-de-obra.

#### 2.3.1. EVOLUÇÃO DA MUDANÇA TECNOLÓGICA DE PROCESSO

##### 1. A primeira fase: 1960 a 1965

Logo que a antiga ferramentaria começou a transformar-se em produtora de máquinas e ferramentas, a firma entrou em contato com uma firma inglesa para lhe fornecer modelos de retificadoras e prestar assistência técnica para que a firma pudesse passar a dominar a tecnologia de produção de máquinas tão sofisticadas e precisas. A fir

ma contava então com a experiência metal-mecânica adquirida em outro tipo de produção, que se resumia principalmente nas atividades de fundição de peças relativamente pequenas e de precisão não demasiadamente exigentes, na utilização de máquinas de usinagem obtida na sua linha de produção tradicional e na ferramentaria (que chegara a produzir máquinas ferramentas relativamente simples baseada em modelos importados e algumas máquinas especiais), que resultava no aprendizado de manutenção e montagem de máquinas relativamente simples. Este conjunto de conhecimentos era claramente insuficiente para enfrentar os desafios inerentes à produção de retificadoras. Pelo fato do setor evoluir como o crescimento de um antigo departamento de um grupo enfrentava dificuldades para organizar o lay out de suas atividades e para conseguir máquinas próprias. O setor de máquinas ferramentas sofria também com a falta de maior controle sobre variáveis críticas como era o caso dos custos diretos e indiretos para que seus preços tivessem maior relação com os custos e mesmo aferir sua lucratividade com maior segurança (estes, aliás, são problemas bastante típicos das firmas do setor de máquinas ferramentas, estudadas ou não neste projeto, pois muitas delas surgiram da mesma forma).

A absorção<sup>1</sup> de tecnologia da produção das retificadoras foi intenso e rápido apesar da sua complexidade tendo exigido uma atitude ativa e a disposição de incorrer em pesados investimentos para a aquisição do maquinário e o treinamento do pessoal. Mesmo contando com assistência técnica estrangeira, houve que encontrar soluções próprias para numerosos problemas, principalmente para a adequação do seu equipamento original a um tipo de produção exigente em precisão, implicando a produção de dispositivos especiais e a construção

---

1. O debate sobre a incorporação de tecnologia por países menos desenvolvidos situou-se por algum tempo nas questões referentes a transferência de tecnologia. Mais tarde foi enfatizada a necessidade de uma atitude mais ativa dos receptores, ou seja, a questão começou a ser focalizada também em termos de absorção. Tem-se aqui um exemplo claro de absorção de tecnologia, mesmo no caso em que ocorreu assistência técnica por parte do fornecedor.

de ferramentas especialmente projetadas<sup>1</sup>. A experiência mecânica anterior também foi considerada bastante importante, especialmente nas seções de fundição, de usinagem e de montagem. Foi inevitável portanto a ocorrência de frequentes pequenas inovações de processo produtivo.

1. As palavras de um dos responsáveis pela firma em 1965 são bastante elucidativas sobre como se passaram os primeiros anos desta experiência, tornando claros vários temas referentes as modificações de processo, às adaptações requeridas, os pontos de estrangulamento contornados. Nada melhor que citar suas observações. "Originariamente equipada para produzir peças leves destinadas às máquinas de costura, a indústria - na medida em que alargava os seus projetos - viu-se na contingência de fabricar peças para retíficas de até três toneladas.

O primeiro passo foi a ampliação da fundição, com a introdução de novos métodos, aumento da capacidade dos fornos e instalação de máquinas de macharia, moldagem e secagem - para o preparo de areia de moldagem - e pontes rolantes. Algumas peças exigiam, para sua fundição, mais de 30 machos, que deveriam ser posicionados com extrema precisão nos moldes. O emprego de pessoal qualificado e a adoção do sistema de moldagem pelo processo CO<sub>2</sub> facilitou a execução dessa tarefa.

Outras peças deviam apresentar certas regiões absolutamente isentas de falhas de fundição. É o que ocorre com as bases das retificadoras, em cujas guias de trabalho não devem surgir tais defeitos. Essas dificuldades foram resolvidas com a execução de modelos especialmente projetados, de modo que as partes críticas ficassem no fundo dos moldes.

Outros problemas, especialmente no que respeita a peças de vários tamanhos e espessuras e que deveriam estar contidas numa mesma faixa de dureza e resistência, foram resolvidos após várias fundições, com a utilização de elementos de ligas, inoculações nas panelas de vazamento, uso de resfriadores, etc. Assim, conseguiu-se enquadrar as peças dentro das especificações de qualidade desejadas.

O ferro fundido centrifugado exigiu a construção de uma centrífuga especial. As técnicas de resfriamento e de desmoldagem das peças fundidas tiveram que ser aprendidas na prática.

Usinagem - Todos os detalhes quanto aos ciclos de usinagem e dispositivos a serem usados foram fornecidos pela firma inglesa. Entretanto, essas instruções só eram válidas para as máquinas existentes na Inglaterra tornando-se necessário a construção e aperfeiçoamento de muitos dispositivos e ferramentas a serem adaptados às máquinas nacionais. Desse esforço resultou a construção de dispositivos de furação para várias peças que, pela importância da localização exata de seus furos, exigiram um trabalho dispendioso e prolongado na furadeira de coordenadas de alta precisão. É o caso do painel hidráulico e do conjunto de movimentação manual de retificadora.

Para o delicado trabalho de mandrilagem dos cabeçotes porta-peças e porta-rebolo, foi igualmente necessária a construção de ferramental e dispositivos especiais.

A produção de eixos de vários diâmetros e de peças de contornos complexos, como é o caso dos cames, foi simplificada com o emprego de fresas e tornos. Paralelamente, algumas máquinas especiais, como os lapidadores, usados no acabamento de válvulas hidráulicas, também tiveram de ser fabricadas. Estas válvulas exigem tolerâncias rigorosas para as folgas entre os pistões e os cilindros o que requer um superacabamento por lapidação ou espelhamento.

(continua)

Continuação da nota de rodapé nº 1 da página 78 .

Montagem e Ajustagem - A experiência acumulada pela indústria paulista em muitos anos de fabricação de bens de consumo durável, calibres e dispositivos permitiu-lhe resolver facilmente os problemas relacionados com a ajustagem e intercambialidade de peças. Isso possibilitou uma montagem "limpa" das máquinas operatrizes, isenta de retoques e reajustes contínuos.

As instruções minuciosas recebidas da Inglaterra referentes à montagem e testes, foram literalmente seguidas, garantindo às máquinas nacionais a mesma qualidade das inglesas.

Cada componente hidráulico da máquina a ser produzida é submetido a testes individuais rigorosos, em banca especial, antes de sua instalação na retificadora.

Depois de pronta, cada máquina é também submetida a uma série de testes para verificação do acabamento, paralelismo, excentricidades e funcionamento - que é assegurado por muitos anos. A precisão e o elevado padrão de qualidade tornaram conhecidas e respeitadas ambas as marcas, tanto a inglesa, fornecedora de "know-how", quanto a brasileira, que o utilizou."

## ii. A segunda fase: 1966 a 1976/77

O contrato de fornecimento de tecnologia com a firma inglesa cessou cerca de 4 anos depois, mas a firma continuou a produção dos mesmos modelos de retificadoras, promovendo inclusive algumas pequenas alterações de produto visando atingir uma faixa mais ampla deste segmento do mercado através do lançamento de outros modelos e que manifestaram um crescente domínio de tecnologia do setor. O processo produtivo continuou sendo alterado mas com menor velocidade e profundidade. Tratava-se de amadurecer o que havia sido absorvido. A firma continuava a se equipar; assim por volta de 1965, comprou uma máquina de fazer engrenagens. Em 1967 foi importado um dispositivo de fazer medição de controle de retificação que possibilitava a redução de até 50% no tempo de usinagem. Em 1970 o setor de projetos ganhou maior independência. Por volta de 1973 foram feitos novos investimentos para aumentar a capacidade da fundição para até 1000 ton/mês, inclusive para fornecer serviços a terceiros. Ainda neste período foi feito um plano decenal para a firma, estabelecendo metas com maior clareza.

A firma continuava a crescer e melhorava seu quadro de pessoal, com a contratação de engenheiros e constantes visitas a feiras domésticas e internacionais.

## iii. A terceira fase: a partir de 1977

Nos últimos 3 a 4 anos a firma tem manifestado uma crescente atenção com a organização do processo produtivo, tendo inclusive contratado um engenheiro para acompanhar mais de perto o processo produtivo, como veremos abaixo.

A firma continuava a se equipar. No final da década de 70 foi adquirida uma retificadora de barramento para substituir as atividades quase manuais do rasqueteamento (já como sugestão do setor de p.c.p.). Estas modificações constantes mostram que dado um processo produtivo descontínuo e interdependente (veja como modificações na fundição sempre ocorreram nestes exemplos), pode-se igualmente caminhar gradualmente, mas partindo de um volume mínimo inicial relati-

vamente grande, variando segundo as especificações do produto (segundo dimensão, precisão, etc.). Indicam também uma grande disposição por parte da firma na direção de caminhar para tornar-se cada vez mais sofisticada em termos de processo produtivo, para se tornar capacitada a produzir produtos cada vez mais avançados. Finalmente há que observar que neste período a firma preparou-se para lançar produtos mais avançados, mas desta vez através de projetos próprios.

### 2.3.2. SETORES CRÍTICOS DA MUDANÇA TECNOLÓGICA DE PROCESSO

Vejamos agora a evolução de duas seções que desempenharam um papel bastante relevante para a organização do processo produtivo da firma.

#### i. A seção de projetos

A seção de projetos começou suas atividades desenhando máquinas especiais para consumo interno ao grupo. Seu responsável é uma pessoa que está há 22 anos dentro da firma, tratando-se de elemento de nível de qualificação média, tendo feito rápidos cursos de especialização. Quando chegou à firma, contava com vários anos de treinamento em outra empresa produtora de máquinas ferramentas. Inicialmente trabalhava na parte produtiva e aos poucos recebeu a chefia da produção e posteriormente foi encaminhado a seção de projetos propriamente dita.

A equipe da seção de projetos foi toda treinada por ele; em geral, escolhe-se um aluno do SENAI - Serviço de Treinamento Industrial e deixa-o ficar mais ou menos 6 meses trabalhando na seção de arquivo, depois mais 6 meses na prancheta e assim por diante. É um treinamento muito lento.

Trabalham na seção técnica de projetos mais 13 pessoas, sendo que apenas 1 é engenheiro, e é usado principalmente para a parte de cálculos. Apesar de quase não utilizarem engenheiros na parte de projetos, o seu chefe acredita que já existe no Brasil uma geração de engenheiros com razoável experiência na área.

O chefe da seção de projetos acompanha pessoalmente toda a fase de protótipo, o primeiro lote piloto e o primeiro lote piloto

## 2.4. MUDANÇA TECNOLÓGICA DE PRODUTO

Seguramente a mudança tecnológica de produto procedeu como carro-chefe das transformações ocorridas na firma do ponto de vista tecnológico. O período em que houve maiores modificações de produto foi no seu início de atividades até por volta de 1964, e no final da década de 70 com as novas retificadoras e afiadoras. No intervalo ocorreram principalmente modificações menores nas três "famílias" de produtos. Como o lançamento das retificadoras por volta de 1962, a firma começou suas atividades relativas ao setor de máquinas ferramentas em patamar tecnológico elevado se comparado com as demais produtoras nacionais, tendo sido um grande salto também para a firma, dada sua experiência anterior a produção de bens de consumo duráveis e algumas máquinas ferramentas simples produzidas para consumo próprio (além, é claro, da experiência da produção de máquinas especiais). Para dar este salto em tão curto intervalo de tempo foi indispensável a assessoria externa, não apenas em termos de produto como de processo produtivo, como foi visto anteriormente.

Ainda nos primeiros anos ampliou sua linha de produção lançando outros produtos mais simples que as retificadoras, embora em faixa elevada de seu respectivo segmento de mercado.

É importante salientar que um dos fatores que determinou o ingresso do grupo no setor de máquinas ferramentas foi a existência de capacidade ociosa na fábrica original o que mostra mais uma vez que este elemento pode ser crucial para a diversificação das atividades. Mesmo após cessar a assistência técnica estrangeira, a firma continuou a manter seu dinamismo tecnológico de produto, lançando inclusive retificadoras especiais, de grande porte, por volta de 1966, produzidas sob encomenda. E continuou, ao longo dos anos a ampliar sua linha de produtos mantendo-se na fronteira tecnológica doméstica em praticamente todos os segmentos do mercado em que atua.

Houve também numerosas adaptações menores de produto, como a substituição de rolamentos por buchas, promoveram alterações nos perfilados dos rebolos entre outros exemplos.

A análise das especificações das três famílias de máquinas mostra constantes aprimoramentos, que culminaram com o lançamento das retificadoras de controle eletrônico lançadas no final da dé



cada de 70, tendo sido novamente pioneiras no país neste tipo de produto.

Vejamos a evolução de cada "família" de máquinas

#### i. As retificadoras

Como vimos anteriormente, as primeiras retificadoras foram lançadas por volta de 1962, a partir de uma licença inglesa, situando-se na faixa mais sofisticada existente entre os produtores domésticos.

Trata-se de máquinas bastante sofisticadas se comparadas com as demais produzidas pela firma, tendo entre seus clientes, numerosas filiais de multinacionais instaladas no país. Por volta de 1965 surgem três novas versões de um dos modelos originais, tendo sido lançada mais uma retificadora universal. Em 1976 foram lançadas as retificadoras de produção, com sete versões. No final do período (cerca de 1980) foram lançados outros modelos mais sofisticados nas versões de produção e universal em substituição aos modelos anteriores. Para o lançamento destes últimos produtos foi necessário um período de maturação do projeto de mais de 4 anos (desde os primeiros projetos até a produção do primeiro produto a ser vendido), e contando com recursos financeiros da FINEP - Agência Financiadora de Projetos do BNDE. Os projetos desta vez eram da própria firma, que contou com o auxílio de um engenheiro italiano. A parte eletrônica destas máquinas é importada. Novamente a firma coloca-se entre as pioneiras do setor com o lançamento destes novos produtos (é uma das três únicas firmas produtoras domésticas pertencentes a grupos nacionais que produzem máquinas ferramentas com controle numérico). Estes modelos foram inclusive enviados ao IPT - Instituto de Pesquisas Tecnológicas para obter certificado de qualidade.

#### ii. As fresadoras

O primeiro modelo de fresadora surgiu no início da década de 60, baseado em modelo alemão, visando a atender uma das faixas mais sofisticadas do mercado doméstico deste tipo de produto. O Catálogo de Especificações Industriais de 1963 mostrava a existência de

outras três firmas produtoras de fresadoras, todas elas produzidas por firmas nacionais. Este modelo vai permanecer relativamente inalterado até por volta de 1976, quando foram lançados três outros modelos, de maior peso e maior curso dos movimentos, tratando-se de máquinas mais sofisticadas que as anteriores, sendo que um deles incluía também uma caixa de câmbio (o que significa melhoria de especificação). Ainda no ano de 1976 foi lançada a primeira fresadora ferramenteira da firma e do país que foi substituída em 1980 por outro modelo (sem maiores alterações).

### iii. As afiadoras

As afiadoras são os modelos mais simples do ponto de vista tecnológico produzidos pela firma. O modelo original, era baseado em similar norte-americano, tendo sido lançado ao mercado por volta de 1964, ocupando um dos segmentos mais sofisticados entre as afiadoras produzidas no país. Por volta de 1976 a firma lançou outra afiadora, mais sofisticada que a anterior que foi substituída por outros modelos em 1978, ainda mais avançados. Em 1980 foi lançada nova afiadora inteiramente projetada pela firma, em projeto conjunto com a Escola de Engenharia de São Carlos.

Tanto o caso das retificadoras como das afiadoras mostram uma trajetória tecnológica que parte da imitação de modelos (através de instrumentos formais como licenças ou não) para desenvolver modelos próprios num intervalo de tempo de cerca de 15 a 20 anos.

### 3. FIRMA "C"

#### 3.1 . INTRODUÇÃO

A firma a ser examinada é a maior firma produtora de máquinas ferramentas existente na América Latina, sendo a quarta do mundo. Há muitos anos tem padrões de produção e produto considerados internacionais, exportando seus produtos desde 1944 para a América Latina e posteriormente para Estados Unidos e outros países desenvolvidos. Trata-se de um empreendimento que é reconhecido como modelo no país, dado o seu vertiginoso crescimento, tendo começado como uma oficina mecânica e contando hoje com quatro conjuntos fabris, e também pelo grau tecnológico alcançado. Superou há muitos anos a tradição essencialmente empírica enquanto técnicas de produção e geração de novos produtos que caracteriza a quase totalidade das firmas deste setor no país, encontrando-se na liderança enquanto técnicas de produção e, em muitos casos, o grau de sofisticação tecnológica de seus produtos; isto num setor onde o domínio tecnológico significa domínio de quatro áreas distintas, a saber, usinagem, fundição, montagem e mais recentemente eletro-eletrônica. A firma é de tipo familiar, sendo que a segunda geração, tem sabido manter a trajetória de crescimento que a tem caracterizado desde seus primeiros anos. Pode-se falar numa continuidade de ação e filosofia dentro da firma, havendo certas características, referentes principalmente a estratégia de produção, mercado e utilização e desenvolvimento de tecnologia que terão um papel fundamental na diferenciação e liderança em relação às outras firmas do setor, que se manifesta desde o ingresso da firma no setor de máquinas ferramentas e que ao longo do tempo, acentuou-se e consolidou-se.

## 3.2. EVOLUÇÃO GLOBAL

### 3.2.1. Evolução Histórica

A firma iniciou suas operações em 1930 como uma pequena oficina de reparação de automóveis em uma pequena cidade a cerca de 120 km da cidade de São Paulo. Seu fundador havia trabalhado em outras firmas do setor metal-mecânico na Itália e no Brasil havia vários anos, adquirindo assim experiência de, entre outras coisas, linhas de produção. Tinha como grau de instrução formal o de técnico de nível médio em mecânica e eletricidade, realizado na Itália.

Em 1933 foi instalada uma fundição com quase todos os seus equipamentos projetadas e produzidos internamente, a partir de um forno cubilô.

Ainda em 1933 foram produzidas as primeiras máquinas agrícolas, sendo que a produção "em casa" continuou tendo grande importância, tendo sido projetados e produzidos uma tesoura-guilhotina-punçadeira, furadeiras, prensas, marteletes e outros equipamentos de produção. A produção de máquinas agrícolas desenvolveu-se durante a década de 30 e durante todo o período prossegue a idealização e produção de máquinas e matérias primas destinadas a melhorar a produtividade e a qualidade do produto. As inovações técnicas, além de uma produção já numa escala razoável, permitiu que a firma alcançasse uma boa posição no mercado, além de possibilitar a continuidade da produção frente a concorrência de similares importados, que contavam com incentivos governamentais.

Com a eclosão da 2ª Guerra Mundial a produção de máquinas agrícolas tornou-se quase impossível devido à falta de chapas de aço. Procurando diversificar a produção, decidiu-se pela fabricação de um torno mecânico de polias escalonadas, baseado na disponibilidade interna de recursos técnicos e humanos, além de uma pesquisa de mercado para avaliar a viabilidade da produção destas máquinas. Havia na firma um torno alemão que serviu de modelo. Foi feito então um empréstimo junto a um capitalista alemão que estava no Brasil; o valor do empréstimo representava mais de metade do capital da firma de máquinas agrícolas. Sob condições materiais precárias, fazendo inúmeras adaptações de máquinas de emergência em 8 meses improvisou-se uma fábrica de tornos. Em abril de 1941 foram produzidos os primeiros tornos da firma; um lote de 3 tornos de 1500 mm. entre pontas. Surgiriam du

rante a guerra outros pequenos produtores locais mas estes tinham um produto tecnicamente inferior. Pouco tempo depois de iniciada a produção, já representavam 5% da produção de tornos do país, sendo que 7 anos mais tarde esta cifra ultrapassaria a marca de 70%. Em 1943, pouco mais de dois anos depois de iniciada a produção foi fabricado o milésimo trono. Ainda neste ano foi iniciada a exportação de tornos para Argentina, Uruguai e Chile. Em 1945, a exportação, somente para a Argentina era de cerca de 40 tornos/mês. Em 1944 foi instalado na firma a primeira escola de treinamento de operadores de máquinas especializadas, o que elevou o nível de precisão, além de possibilitar a intercambiabilidade das peças dos tornos.

Em 1946 a firma alcançou a produção mensal de 150 tornos, contando nesta época com 750 funcionários. Nos tempos de hoje, já teria um porte comparável a apenas 2 outras, contando ela própria.

Encerra-se assim, a fase pioneira da firma, com a entrada definitiva no setor de máquinas ferramentas e sua produção já é em grande escala (em termos comparativos com o setor em geral). Ao terminar a guerra a firma prosseguiu sua expansão. Em 1946 foram compradas mais 150 máquinas de usinagem "excedentes de guerra" americanos, e foram necessários dois anos para instalar, colocar as máquinas em funcionamento e treinar operadores, representando outro importante salto na capacidade instalada.

Em 1948, tendo dominado completamente o mercado doméstico de tornos decidiu entrar na fabricação de tratores. Foi construído um modelo bastante robusto e potente que pesava duas vezes que o maior concorrente estrangeiro. Porém o Ministério da Agricultura adquiriu 2000 tratores americanos, com opção de mais 10000, revendendo-os a preço subsidiado, inviabilizando qualquer projeto de produção doméstico.

Em 1956 a firma lançou o primeiro automóvel de fabricação nacional a partir da aquisição de uma patente italiana. Foram produzidas 3000 unidades durante três anos, mas o projeto foi novamente inviabilizado pelo governo ao excluir a firma dos incentivos oferecidos à montadoras estrangeiras que se instalaram com apoio do GEIA.

A reestruturação da economia do país na década de 50, com a internacionalização da economia, levou a uma certa reestruturação da firma até o final desta década. Após as dificuldades encontradas

na tentativa de ingressar na substituição de importações "de fronteira", além da grande queda nas exportações causada pela política cambial, a firma defrontou-se com uma demanda interna que crescia, não só quantitativamente, mas também qualitativamente, principalmente devido ao advento da indústria automotiva. Isto traria a necessidade da firma concentrar todos os seus recursos na expansão de seu mercado original de tornos, o que efetivamente ocorreria, concomitantemente com o abandono da produção de máquinas agrícolas no fim desta década.

Em 1959 morreu o fundador da firma, e a segunda geração começou a assumir o comando. Este fato marcará, se bem que não muito definitivamente o começo de uma nova fase na firma. Em parte como resposta às mudanças conjunturais e na própria firma inicia-se uma acelerada expansão na linha de produção de tornos.

No início da década a firma assumiu uma fábrica de tornos na região do ABC; esta filial tornar-se-ia responsável pela produção de tornos leves. Em 1965 contrataram serviços de computação de uma firma especializada em São Paulo, e em 1968 adquiriram o seu primeiro computador, na época, único na região. Ainda em 1968 iniciaram a produção de fresadoras universais e inauguraram uma nova fábrica no Nordeste do país destinada à produção de tornos mais simples.<sup>1</sup> No fim da década adquiriram os primeiros tornos e centros de usinagem com controle numérico. Em 1968 foi criado um Departamento de Eletrônica e em 1972 foram produzidos os primeiros tornos com controle numérico da firma.

Em 1975 inauguraram a décima unidade produtiva e puseram em funcionamento a nova fundição, bastante moderna, cujo projeto foi feito por um italiano especialmente contratado. De 1970 a 1978 foram importadas aproximadamente 200 máquinas ferramentas de todos os tipos e atualmente acham-se em operação cerca de 60 centros de usinagem. Certas linhas de produção (tornos copiadores automáticos entre outros) foram desenvolvidas com assistência técnica francesa, e americana. Ainda na década de 70 foi projetada e construída a unidade fabril 11, para a fabricação de máquinas pesadas e a unidade 13, para a fabricação de injetoras de plástico, estas em associação a uma fir

---

1. Observa-se desde o início uma preocupação de obter eficiência no processo produtivo, através da produção em linhas, para obter ganhos de escala.

ma americana. Em 1980 foram apresentados uma série de novos lançamentos, associado ao jubileu de ouro da empresa, destacando-se modelos de tornos verticais, copiadores, pesados e de controle numérico. Em 1981 foi produzido o primeiro torno com controle numérico projetado, sendo isto um avanço em relação aos produzidos até então que eram tornos convencionais adaptados para controle numérico.

### 3.2.2. Análise dos Indicadores "proxy" para o Desempenho de Longo Prazo da Firma

Os dados disponíveis são os de produção em unidades, faturamento e o número de empregados em dezembro de cada ano. As séries são incompletas e foram obtidas através de fontes variadas o que dificulta a sua comparação. De qualquer forma, a produção medida em unidades de máquinas produzidas, apresenta um crescimento substancial desde 1942 (primeiro ano que se tem informação disponível em um ano após a fabricação do primeiro lote de tornos do Brasil) até 1977, aumentando 4.660% nestes 35 anos, ou seja, uma taxa anual de 11.7%. Dentro deste período, a fase de maior crescimento em termos relativos praticamente coincide com o período da Segunda Guerra Mundial, isto é, de 1941 a 1946 a produção passa de cerca de 200 tornos para cerca de 1800 por ano, o que significa um crescimento de 800% em quatro anos, ou seja, 73,2% ao ano. Esta é uma boa indicação de que a guerra foi bastante importante para permitir a consolidação da firma como uma grande produtora de tornos, o que no entanto só ocorrerá em termos definitivos na década de '60. Os dados de faturamento embora disponíveis apenas a partir de 1959, também indicam um bom desempenho da firma. O faturamento real cresceu 912,0% entre 1959 a 1980, ou seja, 11,7% ao ano. O número de pessoas empregadas também apresentou uma evolução bastante rápida entre 1941 e 1980, crescendo 7.166,7% nestes 39 anos, ou seja, 13,0% ao ano. Mais uma vez, o destaque em termos de crescimento relativo fica para o período da Guerra, tendo o pessoal ocupado aumentado e, 1.150,0% nos cinco anos que vão de 1941 a 1946, ou seja 65,7% ao ano. Estes resultados se refletem na produtividades da mão-de-obra de forma bastante clara. A série de produtividade calculada com base na produção em unidades apresenta um crescimento de 84,3% entre 1959 e 1977; mas o mais interessante é que o nível atingido pela produ

tividade da mão-de-obra em 1946 só seria ultrapassado posteriormente em 1977, isto é, no final da Guerra ela apresentou um valor de "pico", o que indicaria a atipicidade daqueles anos.<sup>1</sup> A produtividade medida pelo faturamento também apresenta uma tendência crescente, embora com maiores oscilações.

---

1. Embora os anos pós-guerra realmente tenham sido anos de pico, há um certo viés causado pelo fato da produção ser medida em unidades, e não em peso, dado este não disponível. Caso estas informações fossem disponíveis, provavelmente seriam menores os índices mais antigos e mais altos do período após 1960. Houve um substancial aumento no peso médio das máquinas produzidas, destacando-se os lançamentos de linhas de tornos extra-pesados no início da década de '60 e novamente no início da década de '70.



### 3.3. MUDANÇA TECNOLÓGICA DE PROCESSO

#### 3.3.1. Adaptações de Processo no Período Inicial de Funcionamento

A decisão de iniciar a fabricação de tornos no início da década de '40, implicou na necessidade de improvisar sob condições muito precárias uma fábrica para tal; isto num curto espaço de tempo, utilizando-se da fabricação "em casa" das principais máquinas de produção das quais se necessitava. As máquinas ferramentas disponíveis para a fabricação de fornos eram: 4 tornos, 3 furadeiras de pilar, 1 plaina limadora e alguns paquímetros.

Foram feitas inúmeras "adaptações" de emergência. As longarinas da base dos limadores foram transformados em leito de uma plaina de mesa; as colunas em vez de prismáticas, tiveram que ser cilíndricas, para poderem ser fundidas e usinadas na firma, sendo o travesão prismático a única peça usinada fora; o acionamento da mesa era feito por um cabo de aço de elevador e que enrolava e desenrolava em um tambor localizado mais ou menos no centro do leito; o câmbio era de um caminhão e um motor elétrico foi usado para acionar a mesa e reverter o movimento. Estas medidas permitiram a produção do primeiro lote de tornos e foram feitas ainda nestes anos, várias adaptações de produtos entre as quais se destacam: a) a criação de uma plaina de mesa; b) uma máquina de lavrar madeira é transformada em fresadora vertical; c) o torno alemão original é transformado em mandriladora; d) é adaptado ao torno um dispositivo de cortar engrenagens. Ao longo do período de guerra com o aumento de produção, a necessidade de mandriladoras se acentuou e, como não existisse quem as fabricasse, o problema foi superado através da transformação de tornos em mandriladoras com a ajuda de um funcionário que havia aprendido o ofício na Europa.

#### 3.3.2. Política de Verticalização e Divisão Interna de Trabalho

Uma característica que marca a firma desde o início e que se mantém até o presente é a verticalização da produção; esta é uma característica que se aplica em larga escala ao setor de máquinas

ferramentas em geral. No caso desta firma, pode-se traçar um paralelo entre a fábrica de máquinas agrícolas que passa a produzir máquinas para produção destas; a fábrica de tornos que produz outras máquinas operatrizes "em casa" para alcançar maior produtividade e auto-suficiência e a situação atual, onde é criado um departamento de pesquisa e desenvolvimento eletrônico para dominar a tecnologia que começou a se tornar fundamental na fabricação de máquinas ferramentas nos últimos 20 anos. Outro fator relacionado à verticalização se refere aos conhecimentos adquiridos na produção que foram absorvidos e aproveitados no processo produtivo. Tendo já produzido máquinas para a utilização própria enquanto produtor de máquinas agrícolas, o setor de máquinas ferramentas não era totalmente desconhecido. Dentro deste quadro de aprendizado empírico, sendo o torno "a máquina de fazer máquinas", tem-se um "feed back" imediato, quanto à eficiência das máquinas produzidas, sendo estas utilizadas em sua própria produção. Este tipo de aproveitamento de conhecimento ainda era feito, por exemplo, na década de 70. Dizia um dos diretores numa entrevista "Ao produzir certos modelos de tornos especiais para a indústria automobilística, verificamos que a pesquisa para desenvolver novas máquinas é muito onerosa. Quando a máquina é entregue, perde-se todo o benefício da pesquisa e só o cliente passa a usufruí-la. Portanto, resolvemos utilizar essas máquinas especiais em nossa própria fabricação.<sup>1</sup>

Em 1976 a firma efetivou uma reestruturação organizacional na área de produção, dividindo a fábrica em nove unidades produtoras (além da subsidiária do Nordeste), divididas em três conjuntos fabris, que respondem em conjunto, pela produção anual de 11 mil toneladas de máquinas ferramentas. O conjunto fabril original da cidade onde a firma começou é composto de quatro unidades que são responsáveis pela produção de máquinas de linha e especiais, leves e médias, incluindo tornos copiadores automáticos e tornos com controle numérico. Outro conjunto fabril data da década de 70 e compreende unidades responsáveis pela produção de máquinas e equipamentos que tiveram sua produção iniciada nesta época, tais como máquinas ferramentas extra-pesadas, injetoras de plástico, e equipamento eletro-eletrônico, além da nova fundição. A unidade fabril da região do ABC destina-se à produção de tornos paralelos e revólver leves e a

---

1. Revista Banas - 13/04/70 - "Quatro Mosqueteiros de Santa Bárbara d'Oeste".

unidade do Nordeste produz tornos mais simples e mais robustos. Cada unidade tem uma produção independente com engenharia própria e uma relativa independência administrativa. Há uma gerência geral de engenharia e certos padrões de engenharia são uniformes tais como manutenção e controle de qualidade entre outros. A unidade do Nordeste foge um pouco deste esquema geral por tratar-se de uma firma independente.

Pode-se a grosso modo, dividir as máquinas operatrizes produzidas em dois grupos: as máquinas de linha e as máquinas encomendadas. No caso das máquinas de linha o processo de desenvolvimento de um novo modelo envolve as áreas de planejamento, projeto, produção e vendas, para que o projeto corresponda às necessidades de mercado em qualidade e preço. O lançamento da linha 40 de tornos universais por exemplo, foi precedido de demoradas pesquisas de mercado interno e externo antes da definição das características finais da linha. No caso da máquina especial a máquina começa a ser desenvolvida a partir da encomenda de um cliente. A partir de um modelo, levando em consideração a quantidade, tempo de execução, precisão e aplicação econômica no processo, escolhe-se as máquinas adequadas, e o método de usinagem obtendo-se de estudos do tempo total de usinagem da peça. Depois vem o detalhamento, execução e ajustamento da máquina e entre cada etapa o cliente é consultado. Há um rigoroso controle de qualidade na firma que engloba todas as etapas de produção. Cada lote de matéria prima passa por testes de composição e dureza. Na parte de usinagem há inspeções e aferições diárias das máquinas de produção, na qual participa além do controle o setor de engenharia de qualidade. Na fase de montagem cada conjunto é verificado e testado separadamente sendo que os componentes-chave são testados um a um, e posteriormente são testados os protótipos das máquinas. Desde 1978 vem sendo usado controle estatístico quanto aos resultados do controle de qualidade, o que reduziu a porcentagem de peças perdidas além de proporcionar uma melhor utilização da capacidade ociosa do setor produtivo.

### 3.3.3. Treinamento de Mão-de-Obra

Ao iniciar a produção de tornos a firma teve que formar sua própria mão-de-obra, para esta atividade que era recente no país. Ao fundar a escola de treinamento de operários em 1944, o fundador

da firma antecipava um problema que persiste até hoje em todo o setor de máquinas ferramentas: uma crônica falta de mão-de-obra especializada. Este procedimento de treinamento de mão-de-obra persistiu e evoluiu. Em 1959, através de convênio firmado com o SENAI criou-se um centro técnico destinado a das formação técnica, incluindo a área eletro-eletrônica. Com a crescente importância da eletrônica no setor, foi firmado novo convênio com o Estado criando-se um curso técnico de eletrônica industrial usando-se as máquinas da firma para estágio. Devido a estes problemas de mão-de-obra a rotatividade é baixa e é feito um esforço para não se perder pessoal recém-treinado para firmas concorrentes. Também em nível superior há uma ênfase em treinamento e aperfeiçoamento técnico. Em 1962 contratou-se ao mesmo tempo nove engenheiros. Esta medida pode ser associada à ascensão da 2a. geração ao comando da firma; como parece ser comum em se tratando de firma familiar, após a morte do fundador entre as reorganizações pela qual passa a firma, passa-se a ter uma maior profissionalização e delegação de funções no processo produtivo, deixando uma época de quase exclusivo empirismo. O treinamento dos elementos de nível superior inclui desde estágios na operação das máquinas até diversas viagens ao exterior, que foram um número de 300 na década de '70. Em 1980 a firma já possuía 120 engenheiros. A formação de recursos humanos, nos diversos níveis é feita da seguinte forma:

a) Operários Especializados: os operários são inicialmente treinados na Escola Técnica da Empresa mediante convênio firmado com o SENAI (Serviço Nacional da Indústria). Depois de concluído este curso, que tem duração de 4 semestres, estes operários trabalham em vários departamentos da Empresa, por um período de mais de 6 semestres, até se transformarem em operários especializados.

b) Técnicos de nível médio: são utilizados jovens que tenham o 2º grau completo e o treinamento é feito em vários departamentos da Empresa por um período que varia de 6 a 10 semestres. Além disso, o treinamento inclui estágios no exterior para aperfeiçoamento.

Os técnicos em eletrônica fazem um curso de Eletrônica Industrial de 8 semestres através de um convênio com a Secretaria de Educação do Estado de São Paulo.

c) Recursos Humanos de Nível Superior: é o pessoal mais diretamente ligado à inovação tecnológica, e fazem treinamento mínimo de 8 a 10 semestres em vários departamento da empresa.

Em 1979 os investimentos em treinamento de pessoal foram da ordem de Cr\$ 28 milhões.

### 3.4. MUDANÇA TECNOLÓGICA DE PRODUTO: Da Cópia ao Desenvolvimento Próprio

Os primeiros tornos fabricados foram baseados num modelo alemão "Eriksen" que havia na firma; para iniciar a produção própria este foi desmontado, examinado e copiado. A medida em que a firma evoluiu e cresceu, este procedimento foi sendo substituído pelo desenvolvimento de modelos próprios, cada vez mais sofisticados. Não obstante, mantidas as proporções, o procedimento original não foi inteiramente abandonado, o que pode ser demonstrado. Em 1964 foram adquiridas as licenças de fabricação e venda exclusiva no mundo (exclusive EEUU) de uma série de tornos pesados americanos destinados à usinagem de cilindros de laminação. Em 1970 é exportado para os EEUU um torno para cilindro de laminação com produtividade única no mundo, desenvolvido na própria firma. Resumindo esta estratégia, nas palavras de um dos diretores: "Num primeiro estágio, copiamos modelos estrangeiros que tínhamos a mão. Mas, aos poucos procuramos criar um produto segundo concepções próprias... Os tornos estrangeiros foram o trampolim, de onde partimos para o desenvolvimento de Know-how próprio." <sup>1</sup>

Pode-se dizer que ocorre um processo semelhante em relação à área que vem adquirindo importância crescente no setor de máquinas ferramentas: a eletro-eletrônica, especificamente os tornos com controle numérico (CN). A primeira máquina com CN foi adquirida pela firma em 1969. Em 1972 foi produzido o primeiro da firma, sendo este um torno convencional adaptado para um CN importado. Para tanto tinha sido criado um departamento de eletrônica e posteriormente ter-se-ia um centro de desenvolvimento específico, além de uma unidade produtora de equipamentos eletro-eletrônicos. Em 1981 foi produzido o primeiro torno, especialmente projetado para o CN sob licença. A tecnologia de CN já está parcialmente desenvolvida internamente e de acordo com uma recente entrevista em um diretor, a fase mais difícil já está concluída, faltando relativamente pouco para a firma ter seu próprio proje-

---

1. Máquinas e Metais, dezembro 72.

to de computador para a função específica de controle operacional de máquinas.<sup>1</sup>

A questão de geração de tecnologia, particularmente através da pesquisa está intimamente ligada à liderança da firma no setor. Desde o ingresso da firma no setor de máquinas ferramentas sempre houve uma grande ênfase em pesquisa e desenvolvimento, com uma taxa histórica de Investimento em P & D/Faturamento de 3%. Segundo um diretor esta política foi responsável pela manutenção de sua participação no mercado sem perder terreno para multinacionais.<sup>2</sup> A partir da década de 70 esta relação de investimento passa a um nível superior a 6%. Diversos motivos contribuíram para isto, inclusive conjunturais, mas deve-se notar que a época coincide com o momento em que a eletro-eletrônica começa a adquirir crescente importância no ramo de produção de tornos. Dentro deste quadro de investimentos crescentes em pesquisa têm-se o Centro de Pesquisas e Tecnologia.

A firma inaugurou em 1979 um Centro de Pesquisas e Tecnologia destinado a trabalhos de montagem, testes, análise de funcionamento e desempenho e as modificações necessárias nos projetos elaborados nos 4 Centros de Desenvolvimento de Engenharia de Produto, a saber:

- Centro nº 1 - Desenvolvimento de projetos de tornos leves e médios;
- Centro nº 2 - Desenvolvimento de projetos de tornos para usinagem de cilindros de laminadores, tornos verticais, fresadoras de banco e outras máquinas ferramentas pesadas;
- Centro nº 3 - Desenvolvimento de projetos de fresadoras universais, verticais e ferramenteiras;
- Centro nº 4 - Desenvolvimento de projetos de produtos eletrônicos aplicados às máquinas ferramentas.

Após a aprovação do projeto e a fabricação dos componentes, são os enviados ao Centro de Pesquisas e Tecnologia, onde são feitos os ajustes e a montagem e, depois de acabado o protótipo, ele é submetido a testes para avaliação de comportamento; há aqui uma

---

1. Gazeta Mercantil - 18/03/82 - "A Romi não quer sócio".

2. Folha de São Paulo - 17/08/79 "Castigo para quem investe em tecnologia".

ação conjunta entre o pessoal dos vários Centros de Engenharia de Produtos e do Centro de Pesquisas e Tecnologia.

A aprovação do protótipo está condicionada não só pelos testes de níveis tecnológicos mas também por testes mercadológicos, isto é, há o cuidado de não desenvolver projetos muito sofisticados tecnologicamente mas para os quais o mercado nacional seja ainda muito pequeno e o mercado internacional seja de penetração difícil.

Antes de o produto ser lançado no mercado, é analisada a conveniência ou não de se proteger a inovação ou inovações por patentes. Isto ocorre por dois motivos:

a) "em virtude do estado atual das artes, isto é, pelo elevado número de patentes já concedidas, em todos os países desenvolvidos, por mecanismos e/ou circuitos de produtos similares aos que fabricamos, é hoje difícil requerer-se uma patente que reivindique, com segurança, o direito de propriedade de uma inovação".

b) "Admitindo-se a hipótese de que a patente tenha sido bem escrita e que, nas suas cláusulas reivindicativas, tenha-se assegurado com precisão o invento, ainda assim corre-se o risco de, mediante a leitura da descrição e a análise dos desenhos objetos da patente, ensinar-se ao competidor os pontos fortes do invento, propiciando-lhe assim condições para um melhor estudo de como controlar a patente. No nosso entender, a melhor maneira de prestar um bom serviço aos competidores é fazer uma boa descrição do invento".<sup>1</sup>

A firma detém hoje diversas patentes registrados em vários países e que correspondem a mais de 125 modelos de máquinas.

O montante de investimento em geração de tecnologia em 1979 foi da ordem de Cr\$ 160 milhões sendo Cr\$ 20 milhões para a implantação do novo centro de pesquisa e o restante para o desenvolvimento de engenharia de produção, fabricação de modelos, construção de protótipos, testes e análises de comportamento.

A relação investimentos em P & D/Faturamento foi de aproximadamente 7,2% em 1979 e a tabela abaixo faz uma comparação com as empresas americanas para o ano de 1978, que mostra um grande esforço da firma se comparada com suas competidoras.

---

1. Extraída de uma carta enviada pelo atual presidente da firma a um famoso físico brasileiro.

TABELA C.1.

INVESTIMENTOS EM PESQUISA E DESENVOLVIMENTO

(FIRMAS FABRICANTES DE MÁQUINAS FERRAMENTAS)

BRASIL - EUA - 1978

NOME DA EMPRESA	A Faturamento Anual US\$	B Valor Aplicado em "R&D" - US\$	C B/A x 100
Firma "C"	96.381.430	5.843.801	6,1
ACME - CLEVELAND	290.000.000	2.400.000	0,8
BROWN & SHARPE MFG	149.000.000	3.200.000	2,2
CINCINNATI MILACRON	634.000.000	16.400.000	2,6
EX-CELL-O	730.000.000	12.100.000	1,7
GIDDINGS & LEWIS	199.000.000	1.700.000	0,9
GLEASON WORKS	128.000.000	4.000.000	3,1
PACKAGE MACHINERY CO.	51.000.000	1.400.000	2,7
SUND STRAND	732.000.000	24.000.000	3,3
WARNER & SWASEY	245.000.000	4.900.000	2,0

FONTE: BUSINESS WEEK - 02/07/79 por empresas americana e a própria firma para seus dados.



### 3.5. ESPECIALIZAÇÃO, DIVERSIFICAÇÃO E ECONOMIAS DE ESCALA

O início da Segunda Guerra Mundial levou à decisão de fabricar tornos, baseado nos recursos disponíveis e em pesquisa de mercado. Esta produção se deu desde o início numa escala considerável e se amplia logo nos primeiros anos. Logo depois da entrada no novo setor a firma conta com 5% do mercado; cinco anos depois do início a produção mensal atinge 150 tornos, muito superior a qualquer concorrente; sete anos depois do início a participação no mercado superava 70%. Vê-se portanto que quando se dá a decisão de investimento e início de produção, o empreendimento é feito de forma arrojada, a fim de "produzir sempre em maior escala, melhor, mais economicamente e a preço mais competitivo"<sup>1</sup> como dizia o fundador da firma. A ênfase portanto, é atingir uma produção de grande escala. Não obstante, quando da decisão de ingressar em outras áreas, isto é feito com a mesma agressividade, como ocorreu com a produção de tratores e automóveis na década de '50.

O mesmo tipo de atuação pode ser verificado nos dias atuais, por parte da 2a. geração: quando se decidiu pela fabricação de fresadoras, o quadro de empregados foi ampliado em 25%, o que equivale a contratar um número de empregados igual ao total de qualquer um de seus maiores concorrentes; para iniciar a fabricação de injetoras de plástico, uma nova fábrica foi construída para este propósito. Em ambos os casos uma cuidadosa pesquisa de mercado precedeu os investimentos. A 2a. geração portanto, mantém uma continuidade, apesar de algumas características a diferenciarem da primeira. Apesar de ter ocorrido alguma diversificação, a ênfase continua sendo a busca da melhor escala. Diz um dos diretores numa entrevista: "(na década de '80) pode ocorrer até uma concentração em determinados setores de produção a fim de fortalecer a economia de escala".<sup>2</sup>

A morte do fundador em 1959 e a conseqüente ascensão da 2a. geração ao comando da firma, marca o início de uma nova fase da firma. Neste período ocorreu a definitiva consolidação da firma como produtora de máquinas ferramentas especificamente em termos de estratégia de mercado e de produção. A década de '60 marca o início de uma acelerada expansão na linha de produtos. O objetivo parecia ser co-

1. Conferência de um diretor da firma aos funcionários.

2. Indústria e Desenvolvimento-agosto/80 - "Cinquenta anos de pioneirismo em torno da produção fabril".

brir toda a gama de tornos que se podia produzir tanto em termos de modelo quanto em termos de tamanho e potência. Este objetivo seria alcançado em larga medida. Em 1971 a relação entre o trono mais caro e o mais barato produzidos era de 100:1; em 1972 a relação entre o torno mais pesado e o mais leve produzidos era de 180:1;<sup>1</sup>, sendo que praticamente toda a faixa entre os extremos era coberta. O número de modelos de tornos produzidos em 1962 era inferior a 20. O número de modelos, incluindo variantes em 1981 era superior a 100.

Pela forma pela qual se deu o início da produção de tornos desta firma e do país, ocorre uma defasagem em relação à concorrência doméstica que manter-se-ã ao longo dos anos em maior ou menor grau, sendo a implantação de subsidiárias estrangeiras muito recente para se avaliar qual a sua influência no setor. Esta defasagem se deu, além de motivos ligados a produção, tal como a busca de economia de escala, pela estratégia de mercado adotado pela firma desde o início. A procura pelo mercado externo foi feita quase que imediatamente, com 30% da produção sendo exportada, chegando a 50% em alguns anos posteriores; isto quando alguns anos antes sequer existia a produção de tornos no país. Esta política foi reforçada ao longo dos anos num esforço permanente de abertura de mercado no exterior, chegando a exportar atualmente para 40 países, mantendo contatos permanentes e in loco com o mercado externo. Também no mercado interno foi feito um amplo esforço de comercialização que certamente é um dos fatores responsáveis pelo fato de ter 80% em valor do mercado em 1970. Em 1971 apenas duas firmas produtoras de máquinas ferramentas dispunham de um sistema de vendas próprio, sendo que a primeira firma a adotar este esquema foi esta, e a outra, não era produtora de tornos. Este esquema, além de permitir um contato mais direto com o mercado comprador garantia uma independência dos revendedores de máquinas que vendem preferencialmente máquinas importadas devido ao seu preço elevado. Aliado a estes fatores está o esforço de impor o seu nome no mercado, o que ocorre inclusive no mercado externo. Para exemplificar: uma retificadora alemã usada na produção foi desenvolvida na firma reduzindo o tempo de execução da tarefa em mais de 80%. Para que a firma alemã pudesse ter os direi-

---

1. Esta relação era de 5:1 em 1962 e de 220:1 em 1981.

tos desta inovação exigiu-se que todas as máquinas produzidas por esta firma levasse o nome das duas.

A posição desta firma, a partir do momento em que produz o primeiro torno do país, até hoje, sendo o maior fabricante da América Latina, foi sempre uma de liderança do setor, com a permanente busca e utilização de tecnologia de ponta. Daí a importância da pesquisa dentro da firma e recentemente esta importância vem se acentuando, coincidindo com o advento da "era" eletrônica na produção de máquinas ferramentas, o que pode ser visto pelo porte do centro de pesquisa e tecnologia implantado em 1979. Neste sentido, deve-se destacar a relação entre a filosofia de utilização de tecnologia da ponta e a estratégia de cobrir quase toda a gama de tornos existentes, dos mais simples aos mais pesados e complexos. Por ser o carro-chefe do setor, a firma está e tem que estar sempre na vanguarda das inovações técnicas e nos lançamentos de modelos do setor, sendo o número de patentes registrados no Brasil e no exterior uma evidência disto. Por outro lado, esta liderança não pode ser sustentada apenas por produção e comercialização de produtos de alta sofisticação tecnológica, particularmente num país em desenvolvimento. No caso do Brasil, a demanda por máquinas mais simples ainda é de grande importância, e os produtos mais sofisticados que resultam de pesquisas absorvidas principalmente pelas subsidiárias de multinacionais aqui instaladas, e também pelo mercado externo. No caso do mercado externo esta tendência pode ser verificada pela mudança do perfil de exportação da firma a partir da década de '70.<sup>1</sup> Portanto, a firma mantém-se na liderança tecnológica, e a produção de uma vasta gama de tornos proporciona uma "retaguarda" para isto, com o suprimento de uma linha que se constitui no grosso da demanda. Neste esquema, destaca-se o papel da subsidiária do Nordeste. Inicialmente, a função desta deveria ser a de suprir as regiões Norte-Nordeste do país. O que ocorreu porém é que ela passou a ser responsável

---

#### 1. Exportações da Firma "C".

Ano	Quant.	Valor
1970	100.0	100.0
1972	122.4	116.7
1974	83.6	175.0
1976	59.5	350.0

FONTE: Jornal do Brasil - 29/06/1977.

pela produção de uma linha relativamente restrita de tornos mais simples, robustos e baratos. As exportações da subsidiária também superaram as expectativas, sendo o destino destas quase que exclusivamente países latino-americanos. Outra forma de manter o contato com o mercado de tornos mais simples foi o serviço de restauração de máquinas, iniciado em 1970. Um fato aparentemente sem ligação com o problema de cobrir toda a gama de máquinas, é a diversificação que ocorre em 1973 com o início da produção de injetoras de plástico. Contudo, quando se decidiu entrar neste ramo estavam cientes de que não havia necessidade em termos de oferta, de mais um produtor de injetoras, com as firmas existentes dando conta do mercado existente; assim, para esta firma entrar no ramo, outras pequenas teriam que sair, e foi o que se planejou<sup>1</sup> e o que ocorreu. O motivo da entrada neste ramo sob estas condições adversas foi que começou a surgir uma tendência na indústria de substituir peças usinadas por peças de plástico. Portanto, o objetivo da firma é de suprir o setor metal-mecânico de máquinas de fazer componentes, sejam estas máquinas de usinagem ou não.

Têm-se pois, um fenômeno onde duas condições influenciam e condicionam uma a outra: a liderança absoluta do mercado e a utilização de tecnologia de ponta. Neste sentido a tecnologia é certamente um dos fatores mais importantes que podem limitar a expansão de uma firma nestas condições. A partir da década de '70, da mesma forma que ocorreu na década de '50, há uma mudança qualitativa por parte da demanda oriunda principalmente do setor automotivo. A fim de aumentar a produtividade neste setor, aumentaram as exigências sobre as máquinas operatrizes principalmente no que se refere a dispositivos eletrônicos. Apesar de estar pesquisando nesta área desde 1968, a firma aparentemente não previa uma evolução tão rápida nesta direção. Numa entrevista em 1970 um dos diretores dizia que nenhuma firma competia com ela na fabricação de tornos de produção e que não havia perspectiva nem de uma firma estrangeira vir a fazê-lo.<sup>2</sup> Ao contrário desta previsão, durante a década de '70, instalaram-se no país subsidiárias de três dos maiores fabricantes de tornos alemães,

---

1. Revista Expansão - 11/07/73 - "Romí - como se houvesse concorrência".

2. Revista Banas . 13/04/70 - "Os quatro mosqueteiros de Santa Bárbara d'Oeste".

além da intensificação das atividades de uma quarta, tornando-se importantes concorrentes na faixa de tornos mais sofisticados. A firma está trabalhando para superar este limite como atestam os esforços de pesquisa neste sentido e também da recente, embora ligeira elevação da quantidade de licenças estrangeiras utilizadas. Diz um diretor, "Não precisamos de know-how de ninguém, podemos até ensinar os outros. Mas, evidentemente, não desprezamos a tecnologia alheia mais avançada quando ela for necessária, como na área de eletro-eletrônica"<sup>1</sup>. De acordo com outro, tão importante quanto o know-how é o "know-why"<sup>2</sup>, ou seja, a capacidade de absorção de tecnologia alheia, e a firma dá ao treinamento neste sentido a mesma importância que dá à pesquisa de tecnologia. A julgar pela forma com que é tratada e encarada a pesquisa e inovação tecnológica na firma através dos anos, e mais, pelas recentes declarações da diretoria recusando associação com firmas estrangeiras especializadas para a produção de controle numérico,<sup>3</sup> o desenvolvimento de uma tecnologia neste campo que é o mais avançado do setor de máquinas-ferramentas, deve ocorrer num futuro não muito distante.

- 
1. Indústria e Desenvolvimento - Julho/80 - "Cinquenta anos de pioneirismo em torno da produção fabril".
  2. Banas - 10/12/73 - "Tecnologia - Os conselhos de quem tem experiência".
  3. Gazeta Mercantil - 18/03/82 - "A Romi não quer sócio".

### 3.6. CARACTERÍSTICAS GERAIS DA FIRMA

Capital registrado e Reservas	US\$ 50.000.000,00
Empregados em 1980	
Total	4.360
Na produção	3.541
Fábrica:	
Área total	1.050.332 m <sup>2</sup>
Área construída	130.126 m <sup>2</sup>
Produção:	
Unidades - desde 1941	90.808
Toneladas - desde 1941	135.654
Capacidade de Produção	
Unidades por ano	8.000
Toneladas por ano	14.500
Exportações	
Total das unidades - desde 1943	14.344
Lugares: América do Sul, Central, e do Norte, Europa, Ásia, África e Oceania - 41 países	
Patentes registradas	
Brasil	16
Argentina	3
Inglaterra	2
EUA	7
México	3
Chile	<u>1</u>
TOTAL	32

#### Tipos de máquinas-ferramentas produzidas em 1981:

- Tornos Universais leves e médios:  
20 modelos desde 2,5 HP até 30 HP.
- Tornos Universais pesados e extrapesados  
06 modelos desde 40 a 150 HP.
- Tornos automáticos de produção:  
06 modelos de 7,5 a 20 HP.
- Torno revólver  
08 modelos de 1 até 40 HP.

- Tornos frontais  
de 50 HP.
- Tornos para serviços ferroviários  
03 modelos de 10 até 200 HP.
- Tornos para cilindros de laminação  
09 modelos de 30 a 400 HP.
- Tornos de controle numérico  
03 de 9 a 50 HP.
- Tornos para trabalhos petrolíferos  
04 modelos desde 20 a 40 HP.
- Torno vertical  
03 de 30 a 40 HP.
- Fresadoras Universais  
04 de 3.15 HP.
- Fresadora Ferramenteira  
02 HP.
- Fresadora de Mesa  
03 de 30 HP.
- Injetoras de Plástico  
05 modelos de 255-4200 gramas

Outros serviços externos incluem o serviço de restauração de tornos além de outros serviços externos que incluem uma ampla variedade de equipamentos e acessórios para a indústria automobilística, siderúrgica, mecânica e metalúrgica.

TABELA C.2.

## INDICADORES GLOBAIS

ANO	PRODUÇÃO (em Unidad.)	MÃO-DE-OBRA	FATURAMENTO REAL	PRODUÇÃO	FATURAMENTO
				MÃO-DE-OBRA	MÃO-DE-OBRA
1936		2,5			
1937					
1938					
1939					
1940					
1941		5,0			
1942	12,6				
1943					
1944					
1945					
1946	113,1*	62,5		180,9	
1947					
1948					
1949					
1950					
1951					
1952					
1953					
1954					
1955					
1956					
1957					
1958	102,4		104,2		
1959	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0
1960	95,0		121,2		
1961	104,8		139,0		
1962	130,9	107,5	226,0	121,8	210,2
1963	145,1	131,0	171,1	110,8	130,6
1964		131,0	129,7		99,0
1965	100,9		145,5		
1966	117,7		177,5		
1967	119,6	117,8	152,2	101,5	129,2
1968	139,4		211,6		
1969	158,2	117,1	245,9	135,1	210,0
1970	171,9		248,9		
1971	208,7	197,8	297,4	105,6	150,4
1972	224,1	178,5	415,9	125,6	233,0
1973	322,4	225,0	539,6	143,3	239,8
1974	418,0	249,6	601,3	167,5	240,9
1975	465,5	308,3	848,8	151,0	275,3
1976	543,7	322,2	934,2	168,8	290,0
1977	598,0	324,4	945,1	184,3	291,3
1978		333,9	1.070,4		320,6
1979		354,8	1.127,6		317,8
1980		363,3	1.055,6		290,5

(\*) Estimativas.



#### 4. FIRMA D

##### 4.1. INTRODUÇÃO

A firma foi fundada por um imigrante italiano no início do século, situada no interior do Estado de São Paulo, especializando-se na produção de implementos agrícolas. Aos poucos foi diversificada sua linha de produção na direção de outros produtos agrícolas, principalmente durante a II Grande Guerra. Ainda neste período começou a produzir máquinas ferramentas, inicialmente para consumo próprio e posteriormente para o mercado e incursionou no setor de máquinas têxteis. A partir dos anos 60 observa-se uma crescente especialização na produção de máquinas ferramentas.

Apresentou forte taxa de crescimento principalmente no período de pós-guerra e a partir da década de 60, com a expansão da demanda de máquinas ferramentas, transformando-se na segunda maior firma do setor, contando com dezenas de modelos, inclusive máquinas de controle numérico.

Não se dispõe de informações muito completas sobre sua evolução. Devido a este fato procuraremos nos restringir principalmente aos aspectos referentes as máquinas ferramentas, e ao período mais recente.

##### 4.2. Origem e consolidação da firma produtora de máquinas e implementos agrícolas: 1908 a 1943

A firma foi fundada na primeira década deste século no interior do Estado de São Paulo, na forma de uma oficina de reparação de máquinas agrícolas. Seu fundador era um imigrante italiano com conhecimentos técnicos empíricos (produzia barcos em seu país de origem). Logo passou a produzir um tipo simples de arado, devido a precariedade de oferta doméstica e as dificuldades para importar. Em 1913 fabricou um dos primeiros tornos que se têm notícia no país, para consumo interno, não encontrando mercado que permitisse continuidade da produção, neste tipo de máquinas. Em 1936, de acordo com Inquérito realizado pela Diretoria Geral de Estatística, contava com 27 operários, sendo portanto ainda uma firma de porte reduzido

e mantinha-se especializada em máquinas para o beneficiamento de ter  
ra.

Em 1941 assumiu a direção dos empreendimento a segunda ge  
ração que logo acrescentou mais três tipos de máquinas agrícolas:  
as semeadeiras, adubadeiras e os cultivadores, que também eram pro-  
dutos relativamente simples do ponto de vista de produção.

#### 4.3. ENTRADA E CONSOLIDAÇÃO DAS ATIVIDADES LIGADAS AO SETOR DE MÁ- QUINAS FERRAMENTAS: de 1943 a 1959

Em 1943 a firma produziu outro torno para consumo inter-  
no, praticamente inaugurando a produção de máquinas ferramentas de  
sua fase moderna.<sup>1</sup> Tratava-se de um torno mecânico universal bastan-  
te simples, baseado em similar importado.<sup>2</sup> Um dos grandes determi-  
nantes para a produção de máquinas ferramentas neste período foi a  
escassez interna, provocada pela II Grande Guerra. Meses depois,  
produzia novos tornos, mas desta vez para o mercado.

Em 1946 começaram a produzir teares mecânicos<sup>3</sup>. Tratava-se  
ainda de uma firma de porte pequeno, utilizando-se de área coberta  
de 400 m<sup>2</sup>. Todos estes modelos foram produzidos sem a utilização de  
qualquer contrato de fornecimento de tecnologia.

Por volta de 1958 a produção da firma já superava a mar-  
ca de 400 tornos anuais, respondendo pelo segundo lugar entre os  
produtores nacionais da época (Tabela D.1.). Este volume de produ-  
ção já permitia a produção em lotes (somente com os modelos especi-  
ais e de pequena demanda que se produzia ou sob encomenda ou em  
poucas unidades).

- 
1. Anteriormente a produção era esporádica.
  2. Este primeiro modelo era de baixa rotação, utilizando-se de buchas e a trans-  
missão por correias, que posteriormente foram substituídas por rolamentos e  
a transmissão por engrenagens, o que permitiria maior rotação.
  3. A firma localizava-se em região de longa tradição têxtil.

TABELA D.1.

INDICADORES DE PRODUÇÃO E EMPREGO

ANOS	PRODUÇÃO EM UNIDADES	FATURAMENTO REAL	EMPREGO
1956			
1957			
1958	16,1	16,7	
1959	18,4	16,8	
1960	22,0	21,0	
1961	16,3	22,3	
1962	19,3		
1963	15,0		41,7
1964	18,3		
1965	21,9		
1966	25,0		
1967	29,6		
1968	26,1		
1969	29,8		
1970	28,4		
1971	39,8		
1972	60,0	48,7	75,0
1973	100,0	100,0	100,0
1974		185,3	146,5
1975		222,3	160,3
1976		296,7	191,5
1977		231,6	266,7
1978		189,3	274,4
1979		196,1	191,1

FONTE: Dados da firma. Elaboração dos autores.

#### 4.4.A TERCEIRA FASE: A PARTIR DE 1960

O início dos anos sessenta vai representar o grande salto tecnológico da firma, começando a modernizar sua planta, apesar do nível de produção ter permanecido relativamente constante até 1965 (medido em número de máquinas ferramentas, conforme a Tabela D.1.). Por volta de 1965 a firma começou a exportar máquinas ferramentas para os países vizinhos da ALALC, Estados Unidos e Canadá. Nesta época já ocupava o segundo lugar entre os maiores produtores domésticos de máquinas ferramentas. A partir daí seguiram-se quase dez anos de crescimento extremamente acelerado do volume de produção acompanhado do lançamento de numerosos modelos novos. A partir de 1974 reduziu-se a taxa de crescimento, sendo que nos últimos três anos houve redução do faturamento se comparado com o pico de 1976, devido a forte retração da demanda doméstica, Note-se que a capacidade produtiva chegava a cerca de 3000 máquinas/ano no final do período.

Houve uma crescente especialização em máquinas ferramentas (cada vez mais sofisticadas) a partir de 1960, representando estes produtos em 1972 cerca de 90% do faturamento total da firma. Os teares mantiveram-se como o segundo produto até o final da década de 70 quando deixaram de ser produzidos. Entre as máquinas ferramentas a firma atua nos segmentos de torno (dos modelos mais simples aos mais avançados produzidos no país) e a furadeira radial (também com modelos dos mais sofisticados produzidos no país).

Ainda no início da década de 70 a firma começou a avançar para a distribuição própria de seus produtos no mercado interno, o que foi viabilizado pelo seu tamanho relativamente grande. No final da década de 70 cria uma filial nos Estados Unidos, atuando na comercialização de seus produtos.

Com o elevado crescimento da demanda doméstica e rápido crescimento das vendas a firma que dispunha de área coberta de 17000 m<sup>2</sup> começou no início da década de 70 iniciou a construção de novas instalações, na mesma cidade, mas em outro local, com área coberta de 37000m<sup>2</sup> (sendo que cerca de 20% do investimento foi feito com recursos do BNDE, que passara neste período a apoiar o setor inclusive através de fundos de longo prazo, que seriam utilizados para a execução de projetos de investimento em capital fixo). Mais tarde, a fábrica velha se especializaria na produção de máquinas leves e

e abrigaria a escola de treinamento de nível médio (com convênio com o SENAI). Nos últimos anos as instalações velhas foram desativadas. Para as novas instalações foram adquiridas muitas máquinas, como retíficas de engrenagem, retíficas cilíndricas e fresadoras verticais, com capacidade de produção de 1800 tornos anuais e 600 teares automáticos. Foi outro salto importante na mudança tecnológica do processo da firma.<sup>1</sup> A firma produzia em 1972 cerca de 16 tipos de tornos e contava com 3 engenheiros e 800 empregados. Na década de 70 vai ocorrer uma rápida diversificação da produção na direção de máquinas cada vez mais complexas e sofisticadas. Em 1972 a terceira geração assumiu o comando do empreendimento surgindo neste ano os primeiros tornos pesados e os primeiros modelos de torno-revolver produzidos na fábrica, que representaram substancial avanço tecnológico.<sup>2</sup> Em 1975 foram produzidas as primeiras furadeiras radiais, tendo os modelos sido obtidos novamente através de licenças de fornecedores estrangeiros. Em 1976 foi produzido o primeiro torno frontal para peças grandes e uma nova série de tornos paralelos bastante automatizada. A firma produzia então 5 modelos de tornos e 2 modelos de furadeira. Em 1978 a firma iniciou a produção de máquinas ferramentas com controle numérico, a partir de licença italiana ingressando no setor eletrônico.

- 
1. As instalações antigas permaneciam produzindo modelos mais simples, contando em grande parte com o equipamento mais antigo ao passo que a nova fábrica produzia modelos mais sofisticados, utilizando maquinário mais moderno. Note-se que esta solução mostra as dificuldades de modernização de uma unidade mais antiga devido aos custos de modificação do lay out neste setor, pois as máquinas tem fundações bastante sólidas e precisas. Mostra também a interdependência de atividades, sendo muito difícil fazer uma combinação de máquinas mais antigas e menos precisas com maquinário mais moderno e sofisticado especialmente para a produção de modelos avançados tecnologicamente.
  2. A transferência do comando para a terceira geração, constituída por elementos longamente treinados na firma e com grande instrução de nível superior, implicou em maior profissionalização da administração da firma.

#### 4.5. MUDANÇA TECNOLÓGICA DE PROCESSO E PRODUTO

Não se dispõe de informações detalhadas sobre os primeiros anos de atividade da firma como produtora de máquinas ferramentas, mas seguramente foi um período bastante rico em inovações tecnológicas menores, executadas com recursos próprios de modelos e mão-de-obra. A sua expansão foi feita com a junção de um e outro barracão até ocupar um quarteirão inteiro, implicando dificuldades para obter um lay out mais adequado.

Sabe-se, entretanto, que a modernização da fábrica ganhou ímpeto a partir de 1960, embora tivesse demorado vários anos para se completar. A área coberta por volta deste anos era de cerca de 7800m<sup>2</sup> e contava com uma fundição própria com capacidade de 900 ton/ano de ferro fundido e 12 ton/ano de metais não ferrosos.<sup>1</sup>

Em 1961 a firma lançou seu primeiro tear automático,<sup>2</sup> obtendo seus modelos através de licença de uma firma italiana, incursionado pela primeira vez neste caminho de aquisição de tecnologia. Aparentemente foi nos anos iniciais da década de 60 que se acelerou esta forma de obtenção de tecnologia por parte do setor de máquinas ferramentas, representando um rompimento do modelo anterior de imitação empírica já existentes (em dois outros estudos apresentados nesta monografia ocorreu o mesmo). No início da década de 70 houve um grande salto tecnológico de produção com o lançamento dos tornos automáticos, produzidos sob licença. Este acordo de transferência de tecnologia implicou em assistência técnica fornecida pelo parceiro estrangeiro. Ainda nestes anos ocorreu grande aumento de capacidade instalada como foi visto anteriormente. Em 1978 houve um novo salto tecnológico com o lançamento do primeiro torno revólver automático, juntamente com os tornos com controle numérico (a parte eletrônica é produzida por fornecedor italiano), nas versões frontal e paralelo, produzidos novamente sob licença estrangeira. Representava a primeira incursão da firma fora do campo mecânico, entrando na eletrônica. Neste ano havia apenas outras três firmas produzindo máquinas ferramentas

- 
1. Ao longo da evolução desta firma observa-se uma constante preocupação de melhorar e ampliar a capacidade de fundição, que novamente parece ser um ponto crítico para a produção de máquinas ferramentas, especialmente no que se refere aos modelos mais sofisticados. Por se localizar fora da Capital do Estado, torna-se ainda mais difícil a contratação de serviços externos de fundidos.
  2. As informações sobre o lançamento do tear automático são contraditórias, algumas fontes apontando o ano de 1958 como o inicial.

de controle numérico no país, sendo duas filiais de estrangeiras. Ainda em 1978 é finalizada a nova fundição, que duplicava sua capacidade produtiva anterior e melhorava seus padrões de qualidade.<sup>1</sup> Em 1980 havia um furadeira com controle numérico em fase de teste, que significava mais um avanço na direção da eletrônica. No final do período a firma contava com 15 engenheiros (12 mecânicos, 1 elétrico e 2 eletrônicos), todos brasileiros, que atesta o alto grau de qualificação de seu pessoal se comparado com demais firmas produtoras de máquinas ferramentas do país.

A firma produz atualmente cerca de 30 tipos de tornos paralelos universais, 6 modelos de tornos revolver, dois frontais e 2 de controle numérico além das 9 furadeiras radiais, o que significa atender a praticamente todos os segmentos de mercado de tornos e furadeiras.

#### 4.6. OBSERVAÇÕES FINAIS

A evolução desta firma vai confirmar a importância de se contar com uma firma de porte relativamente grande quando começou a grande expansão do setor de máquinas ferramentas. Na verdade a firma ingressou como a segunda grande unidade na produção de máquinas ferramentas e manteve-se nesta posição a partir de então. Contava também com uma tradição essencialmente mecânica, tendo inclusive produzido máquinas ferramentas para consumo interno, e aos poucos foi crescendo em direção a produtos cada vez mais sofisticados, pois eram estes os que tinham menor oferta doméstica, ao passo que com a crescente maturidade do parque metal-mecânico doméstico, exigia-se máquinas cada vez mais sofisticadas.

Este caso exemplifica também a importância de se utilizar de contratos de aquisição de tecnologia como forma de acelerar o crescimento do grau de sofisticação de seus produtos, tendo esta experiência iniciado no começo da década de 60. Novamente observa-se uma grande interação entre a mudança tecnológica de produto e de processo, tendo ficado clara especialmente a interrelação entre a fundição e a usinagem. Para o lançamento dos produtos mais sofisticados ocorridos a partir do início da década de 70, foi indispensável a moderni-

---

1. A firma, entretanto, continuava a utilizar serviços de fundidos de terceiros.

15. MÁQUINAS E FERRAMENTAS. São Paulo, Ed. Novo Grupo, Vários números.
16. MÁQUINAS E METAIS. São Paulo, Ed. Abril, Vários números.
17. NELSON, R. Innovation and Economic Development: Theoretical Retrospect and Prospect. Programa BID/CEPAL/PNUD, Monografia de Trabalho nº 31, Argentina, 1979.
18. PERROUX. F. Note on the Concept of "Growth Poles". Economic Appliquée, vol. 8, 1955.
19. REVISTA BANAS. São Paulo, Ed. Banas, vários números.
20. REVISTA EXPANSÃO, São Paulo, Publicações Executivas Brasileiras, Ltda., vários números.
21. SÃO PAULO. Secretaria da Agricultura, Indústria e Comércio do Estado de São Paulo. Diretoria de Estatística, Indústria e Comércio. Estatística Industrial do Estado de São Paulo - 1936. São Paulo, Ed. Freire, 1938.
22. SILVA, M.E. Inovação Tecnológica no Setor de Máquinas Ferramentas Brasileiro: um estudo de caso. Programa BID/CEPAL/PNUD/CIID, Monografia de Trabalho nº 46, Argentina, 1982.
23. SIMESP - Sindicato da Indústria de Máquinas do Estado de São Paulo. ABIMAQ - Associação Brasileira da Indústria de Máquinas. Máquinas Ferramentas Brasileiras. São Paulo, Simesp-Abimaq, (1980).
24. VIDOSSICH, Franco. A Indústria de Máquinas Ferramentas no Brasil, série Estudos para o Planejamento vol, 8, Brasília, IPEA, 1974.
25. VISÃO, Quem é Quem na Economia Brasileira. São Paulo, Ed. Visão, vários anos.



Se terminó de imprimir el día  
3 de Junio de 1982 en:

CENTROCOP - SRL. -

Cerrito 270 - Loc. 9 - CAPITAL. -

QUEDA HECHO EL DEPOSITO QUE

MARCA LA LEY Nº 11.723-.





