

# Evolução Tecnológica no Setor de Máquinas de Processar Cereais: Um Estudo de Caso

HÉLIO NOGUEIRA DA CRUZ

**Resumo** — Este trabalho trata da evolução tecnológica de uma firma produtora de máquinas para processar cereais. Detalha a substancial mudança tecnológica de processo e produto ocorrida ao longo de mais de 50 anos, acompanhando a transformação de uma pequena oficina em uma unidade que empregava mais de 500 pessoas no final do período. O processo de mudança tecnológica caracterizou-se por pequenos avanços graduais, freqüentemente gerados pela própria firma, capacitando-a a dominar tecnologias cada vez mais sofisticadas, aproximando-se bastante da fronteira tecnológica internacional. A produtividade da mão-de-obra elevou-se no período, refletindo um longo processo de aprendizagem.

**Abstract** — This paper treats the technological evolution of a firm that produces cereal processing machinery. It details the substancial technological change that occurred in the productive process and in

---

*O autor é pesquisador da FIPE (Fundação Instituto de Pesquisas Econômicas).*

the final products in a period of more than fifty years, following the transformation of a small workshop in a productive unit that employed more than 500 persons in the end of the period. The process of technological change was characterized by small and gradual changes, frequently generated inside the firm, which enabled the firm to master increasingly sophisticated technologies, and reducing the technological gap to the international frontier. The labor productivity increased during this period, reflecting a long process of learning.

## Introdução

A literatura sobre a mudança tecnológica apresenta-se ainda como um corpo teórico pouco desenvolvido, com insuficiente precisão analítica, apesar de ter sido tratada por praticamente todos os economistas clássicos. O debate sobre a questão tecnológica nos países atrasados é ainda incipiente, ressentindo-se da falta de um número de estudos detalhados, o que dificulta a compreensão da própria experiência.

O estudo da evolução tecnológica de uma firma produtora de máquinas para processar cereais aqui apresentado procura ajudar a preencher esta lacuna.

A abordagem teórica adotada vem sendo desenvolvida principalmente por Kenneth Arrow, Richard Nelson, Nathan Rosenberg e Jorge Katz, que seguem a corrente neoschumpeteriana.

Para o melhor entendimento deste trabalho há que destacar que neste estudo entende-se tecnologia de maneira ampla, definida como o "corpo de habilidades, conhecimentos e procedimentos para fazer e utilizar coisas"<sup>(1)</sup>. O objeto de estudo são as alterações do processo produtivo e dos produtos ocorridas ao longo do tempo. A definição inclui as modificações maiores e menores, incorporadas ou não em equipamentos, sejam elas localizadas ou de utilização mais geral. Ela também não exige que as alterações tenham sido desenvolvidas internamente, podendo ter sido absorvidas (e adaptadas) independentemente de serem conhecidas (e utilizadas) por outras firmas do mesmo setor, ou fora dele, no mesmo país ou não.

Há ainda que manter clara a distinção entre setores de processos produtivos contínuos e descontínuos<sup>(2)</sup>. Entende-se como processo produtivo contínuo aquele caracterizado por um grande volume de produção de produtos altamente homogêneos, que utiliza equipamento específico, com rotinas de operações bem definidas e com ciclo de produção curto (alguns dias, em geral). A firma estudada utiliza-se de

processo produtivo descontínuo, com exceção do setor de Borracha, pois o volume de produção de cada produto (são dezenas de produtos) é pequeno, utiliza-se de um grande número de partes e componentes para chegar ao produto final, o equipamento que utiliza é de tipo universal e tem ciclo de produção longo e variável (segundo a conjuntura econômica e entre modelos). Estas características dos dois tipos de processos produtivos implicam importantes distinções sobre a natureza da mudança tecnológica envolvida<sup>(3)</sup>.

### 1. Evolução Global da Firma

Nesta parte do trabalho apresentaremos a evolução de longo prazo da firma, procurando caracterizar etapas de comportamento diferenciado, definindo fases. Evidentemente este tipo de procedimento envolve alguma arbitrariedade, mas pode ser útil na medida que torne mais nítidos os principais elementos que condicionaram sua evolução. Posteriormente detalharemos, período a período, a evolução da firma. Apresentaremos, no Anexo, os procedimentos adotados para a construção das várias séries estatísticas utilizadas ao longo do estudo<sup>(4)</sup>.

As principais características da evolução global da firma foram a grande expansão do volume de produção (cresceu à taxa anual de 7,95% ao ano de 45 anos (tabelas 1 e 2)), a elevação da produtividade da mão-de-obra à taxa anual de 2,50% e a constância da produtividade

(1) MERRYL, R.S. The Study of Technology, In: *Internacional Encyclopedia of The Social Sciences*, The Macmilan Company & The Free Press, 1968. vol. 15, p. 576-86.

(2) Para uma caracterização mais detalhada dos dois processos produtivos e suas implicações sobre a mudança tecnológica ver ABERNATHY, W. & UTTERBACK, A. Dynamic model of Process and Product Innovation. *Omega* 3(6):1975.

(3) A primeira fase do Projeto BID/PNUD/CEPAL/CIID desenvolveu vários estudos de casos de setores de processo produtivo contínuo.

(4) Para manter o sigilo das informações obtidas apresentaremos todos os indicadores na forma de números-índices. Em alguns casos, não apresentaremos as informações em números exatos, embora disponíveis como por exemplo sua participação no mercado e a evolução de alguns setores específicos, com o mesmo propósito.

total<sup>(5)</sup>. Embora tivesse ocorrido um crescimento deste indicador à taxa média anual para o período como um todo de 0,23%, observou-se grande instabilidade, sendo que o teste de hipótese para a média das taxas de variação da produtividade total não rejeitou a hipótese nula de média igual a zero, ao nível de significância de até 20% (média de 0,0160 e desvio padrão de 0,1595, que nos conduziram a um  $t$  – Student de 0,6738), no período de 1935 a 1980.

As séries apresentadas nas tabelas 1 e 2, colocadas nos gráficos 1 e 2, indicam que se pode separar algumas fases distintas da evolução da firma.

A primeira fase, separada das demais pela menor disponibilidade de informações, foi definida para o período que vai da fundação, na metade da década de 20, até 1935. Tratava-se de uma pequena oficina que produzia artesanalmente, contando com equipamento reduzido, os primeiros modelos de máquinas para processar cereais. A fase seguinte, de 1935 a 1949, caracterizou-se pela elevada taxa de crescimento da produção de 16,7% ao ano e representou a consolidação da firma no mercado. O volume de capital e o de emprego também cresceram rapidamente. As taxas de crescimento da produtividade da mão-de-obra e total foram elevadas. Houve grande expansão do número de modelos de máquinas e a firma deu grandes passos na direção da sua integração vertical, incorporando novas seções a seu processo produtivo. A terceira fase, definida para o período de 1950 a 1971, caracterizou-se pela redução da taxa de crescimento da produção (o volume de produção apresentou forte instabilidade de ano para ano). A produtividade da mão-de-

obra cresceu mais lentamente e a produtividade total reduziu-se. Na verdade esta fase apresentou subperíodos relativamente distintos, como veremos posteriormente, mas de uma maneira geral verifica-se a estabilização da firma enquanto tipos de produtos (houve tentativas de penetrar em outros mercados de máquinas para a agricultura que, no geral, não viriam a permanecer na sua linha de produção) e o processo produtivo não apresentou alterações maiores. A última fase, de 1972 a 1980, é caracterizada pela retomada do alto ritmo de expansão da produção e pela alteração do comando da firma, com o acesso da segunda geração aos postos de diretoria. Houve um forte crescimento do volume de capital aplicado na ampliação do maquinário e na melhoria das instalações. A firma lançou, pela primeira vez, máquinas não destinadas à agricultura, com maior complexidade tecnológica. Os indicadores de produtividade da mão-de-obra e total elevaram-se novamente.

## 2. Fases da Firma

### Primeira Fase: da fundação até 1935

A firma foi fundada na metade da década de 20 e, embora não tenhamos informações mais precisas, pode-se afirmar que cresceu substancialmente nestes primeiros anos, pois houve um grande aumento do volume de emprego (que se multiplicou por mais de seis vezes) e do capital (que se multiplicou por quase dez vezes).

O grande desafio inicial era conseguir produzir as máquinas de processar cereais com os precários meios de produção existentes dentro da firma, restringidos ainda mais pelo baixo desenvolvimento da infraestrutura industrial existente. No período da instalação da firma o equipamento disponível era constituído de um torno mecânico (que representava quase 50% do valor dos maquinismos), um torno mecânico com pilar de tijolos, uma serra de fita e uma máquina de furar. Havia tam-

(5) A definição da produtividade total encontra-se no Anexo, tabela 19. Este indicador mede o resíduo do crescimento da produção que não é explicado pela acumulação de fatores, capital e trabalho.

TABELA 1  
INDICADORES DA EVOLUÇÃO DA FIRMA

| Ano  | Variável                        |                                   |         |                        |                       |                             |                               |                    |
|------|---------------------------------|-----------------------------------|---------|------------------------|-----------------------|-----------------------------|-------------------------------|--------------------|
|      | Produção<br>(Valor<br>Agregado) | Capital<br>(Capital<br>Instalado) | Emprego | Produção<br>Empregados | Capital<br>Empregados | Produ-<br>tividade<br>Total | Matéria-<br>Prima<br>Produção | Capital<br>Produto |
| 1926 |                                 | 11,2                              |         |                        |                       |                             |                               |                    |
| 27   |                                 | 21,8                              |         |                        |                       |                             |                               |                    |
| 28   |                                 | 31,6                              |         |                        |                       |                             |                               |                    |
| 29   |                                 | 41,0                              | 55,2    |                        |                       |                             |                               |                    |
| 1930 |                                 | 50,5                              | 42,1    |                        |                       |                             |                               |                    |
| 31   |                                 | 60,1                              | 52,6    |                        |                       |                             |                               |                    |
| 32   |                                 | 69,1                              | 52,6    |                        |                       |                             |                               |                    |
| 33   |                                 | 77,8                              | 84,2    |                        |                       |                             |                               |                    |
| 34   |                                 | 85,7                              | 100,0   |                        |                       |                             |                               |                    |
| 35   | 100,0                           | 100,0                             | 100,0   | 100,0                  | 100,0                 | 100,0                       | 100,0                         | 100,0              |
| 36   | 64,1                            | 103,5                             | 89,5    | 71,6                   | 115,7                 | 82,6                        | 135,4                         | 161,4              |
| 37   | 135,1                           | 134,2                             | 139,5   | 96,8                   | 96,2                  | 95,9                        | 173,6                         | 99,3               |
| 38   | 183,9                           | 175,8                             | 186,8   | 98,4                   | 94,1                  | 96,5                        | 166,0                         | 95,6               |
| 39   | 252,3                           | 177,4                             | 160,5   | 157,2                  | 110,5                 | 116,0                       | 107,7                         | 70,3               |
| 1940 | 194,4                           | 180,8                             | 178,9   | 108,6                  | 101,0                 | 100,7                       | 134,2                         | 93,0               |
| 41   | 256,4                           | 200,7                             | 173,7   | 147,6                  | 115,5                 | 111,0                       | 107,5                         | 78,2               |
| 42   | 373,2                           | 256,5                             | 218,4   | 170,8                  | 117,4                 | 114,9                       | 95,7                          | 68,7               |
| 43   | 486,0                           | 303,5                             | 247,4   | 196,4                  | 122,7                 | 117,9                       | 99,4                          | 62,4               |
| 44   | 468,9                           | 294,1                             | 255,3   | 183,7                  | 115,2                 | 116,5                       | 94,9                          | 62,7               |
| 45   | 559,6                           | 354,6                             | 255,3   | 219,2                  | 138,9                 | 120,9                       | 77,9                          | 63,4               |
| 46   | 595,8                           | 404,3                             | 334,2   | 178,3                  | 121,0                 | 115,1                       | 93,1                          | 67,9               |
| 47   | 689,2                           | 463,0                             | 378,9   | 181,9                  | 122,4                 | 115,8                       | 78,9                          | 67,3               |
| 48   | 938,4                           | 464,8                             | 405,3   | 231,6                  | 114,7                 | 122,9                       | 49,5                          | 49,5               |
| 49   | 989,6                           | 504,6                             | 492,1   | 201,1                  | 102,5                 | 118,9                       | 57,5                          | 51,0               |
| 1950 | 798,0                           | 509,4                             | 534,2   | 149,4                  | 95,4                  | 109,0                       | 95,7                          | 63,8               |
| 51   | 719,7                           | 508,8                             | 457,9   | 157,2                  | 111,1                 | 110,8                       | 69,5                          | 70,7               |
| 52   | 685,0                           | 503,5                             | 455,3   | 150,5                  | 110,6                 | 109,0                       | 58,5                          | 73,5               |
| 53   | 884,7                           | 517,7                             | 473,7   | 186,8                  | 109,3                 | 115,9                       | 54,5                          | 58,5               |
| 54   | 912,9                           | 505,2                             | 536,6   | 170,1                  | 94,1                  | 112,7                       | 58,4                          | 55,3               |
| 55   | 785,2                           | 520,7                             | 476,3   | 164,9                  | 109,3                 | 111,4                       | 73,5                          | 66,3               |
| 56   | 833,5                           | 516,2                             | 484,2   | 172,1                  | 106,6                 | 113,0                       | 61,9                          | 61,9               |
| 57   | 848,7                           | 516,8                             | 500,0   | 169,7                  | 103,4                 | 112,5                       | 64,8                          | 60,9               |
| 58   | 930,9                           | 523,4                             | 568,4   | 163,8                  | 92,1                  | 111,2                       | 76,0                          | 56,2               |
| 59   | 1488,9                          | 514,7                             | 515,8   | 288,7                  | 99,8                  | 126,7                       | 54,6                          | 34,6               |
| 1960 | 1033,6                          | 542,4                             | 581,6   | 177,7                  | 93,3                  | 110,5                       | 118,4                         | 52,5               |
| 61   | 940,9                           | 549,5                             | 586,8   | 160,3                  | 93,6                  | 106,8                       | 91,9                          | 58,4               |
| 62   | 732,2                           | 558,8                             | 671,1   | 109,1                  | 83,3                  | 88,5                        | 123,3                         | 76,3               |
| 63   | 728,8                           | 551,8                             | 763,8   | 98,9                   | 74,9                  | 83,8                        | 133,0                         | 75,7               |
| 64   | 1619,1                          | 679,8                             | 789,5   | 205,1                  | 86,1                  | 117,1                       | 55,2                          | 42,0               |
| 65   | 1916,3                          | 888,8                             | 789,5   | 242,7                  | 112,6                 | 124,8                       | 38,5                          | 46,4               |
| 66   | 1398,4                          | 1002,1                            | 707,9   | 197,5                  | 141,6                 | 114,4                       | 38,8                          | 71,7               |
| 67   | 1311,4                          | 1036,4                            | 668,4   | 196,2                  | 155,1                 | 114,0                       | 45,3                          | 79,0               |
| 68   | 1644,8                          | 1211,9                            | 697,4   | 235,9                  | 173,8                 | 122,7                       | 39,1                          | 73,7               |
| 69   | 1394,3                          | 1214,7                            | 657,9   | 211,9                  | 184,6                 | 117,2                       | 42,4                          | 87,1               |
| 1970 | 1599,4                          | 1255,2                            | 657,9   | 243,1                  | 190,8                 | 125,0                       | 43,4                          | 78,5               |
| 71   | 1305,5                          | 1262,2                            | 715,8   | 182,4                  | 176,3                 | 108,5                       | 47,4                          | 96,7               |
| 72   | 1626,5                          | 1414,4                            | 794,7   | 204,7                  | 178,0                 | 116,5                       | 64,3                          | 86,9               |
| 73   | 1742,3                          | 1777,7                            | 973,7   | 178,9                  | 182,6                 | 106,9                       | 79,8                          | 102,0              |
| 74   | 1532,3                          | 2010,3                            | 918,4   | 166,8                  | 218,9                 | 101,4                       | 83,1                          | 131,2              |
| 75   | 1184,5                          | 2675,4                            | 921,1   | 128,6                  | 290,5                 | 75,0                        | 97,4                          | 225,9              |
| 76   | 2020,0                          | 3519,0                            | 1131,6  | 178,5                  | 311,0                 | 102,1                       | 47,7                          | 174,2              |
| 77   | 967,7                           | 3744,5                            | 784,2   | 123,4                  | 477,4                 | 54,3                        | 102,7                         | 386,8              |
| 78   | 1409,6                          | 4305,2                            | 834,2   | 169,0                  | 516,1                 | 76,7                        | 60,2                          | 305,4              |
| 79   | 2174,8                          | 4763,3                            | 1081,6  | 201,1                  | 440,4                 | 89,8                        | 53,5                          | 219,0              |
| 1980 | 3572,0                          | 4889,1                            | 1157,9  | 308,5                  | 422,2                 | 110,8                       | 13,0                          | 136,9              |

Fonte: Dados próprios da Firma.

TABELA 2  
TAXAS DE CRESCIMENTO  
(em porcentagem)

| Período     | Produtividade da Mão-de-Obra |       | Produtividade Total |       | Produção |       |
|-------------|------------------------------|-------|---------------------|-------|----------|-------|
|             | Total                        | Anual | Total               | Anual | Total    | Anual |
| 1935 → 1949 | 101,1                        | 4,99  | 18,89               | 1,24  | 889,6    | 16,37 |
| 1949 → 1971 | -9,3                         | -0,44 | -8,71               | -0,41 | 31,9     | 1,26  |
| 1971 → 1980 | 69,15                        | 5,84  | +2,10               | +0,23 | 173,6    | 11,18 |
| 1935 → 1980 | 208,49                       | 2,50  | +10,82              | +1,14 | 3.472,0  | 7,95  |

Obs: Nas taxas anuais foram calculadas pela fórmula

$$Y_t = Y_0 \cdot e^{r \cdot n}$$

$r$  = taxa anual

$n$  = número de anos

Fonte: Mesma da tabela 1.

GRÁFICO 1

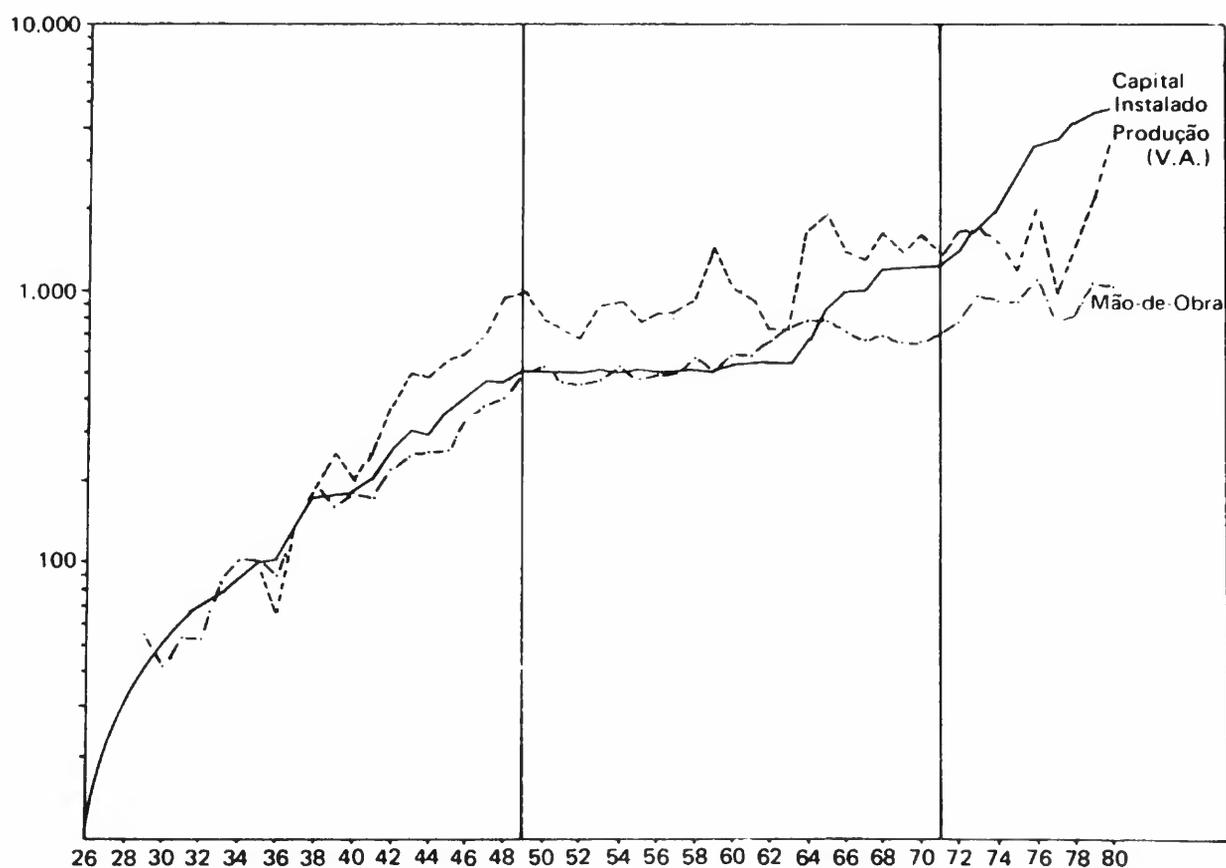
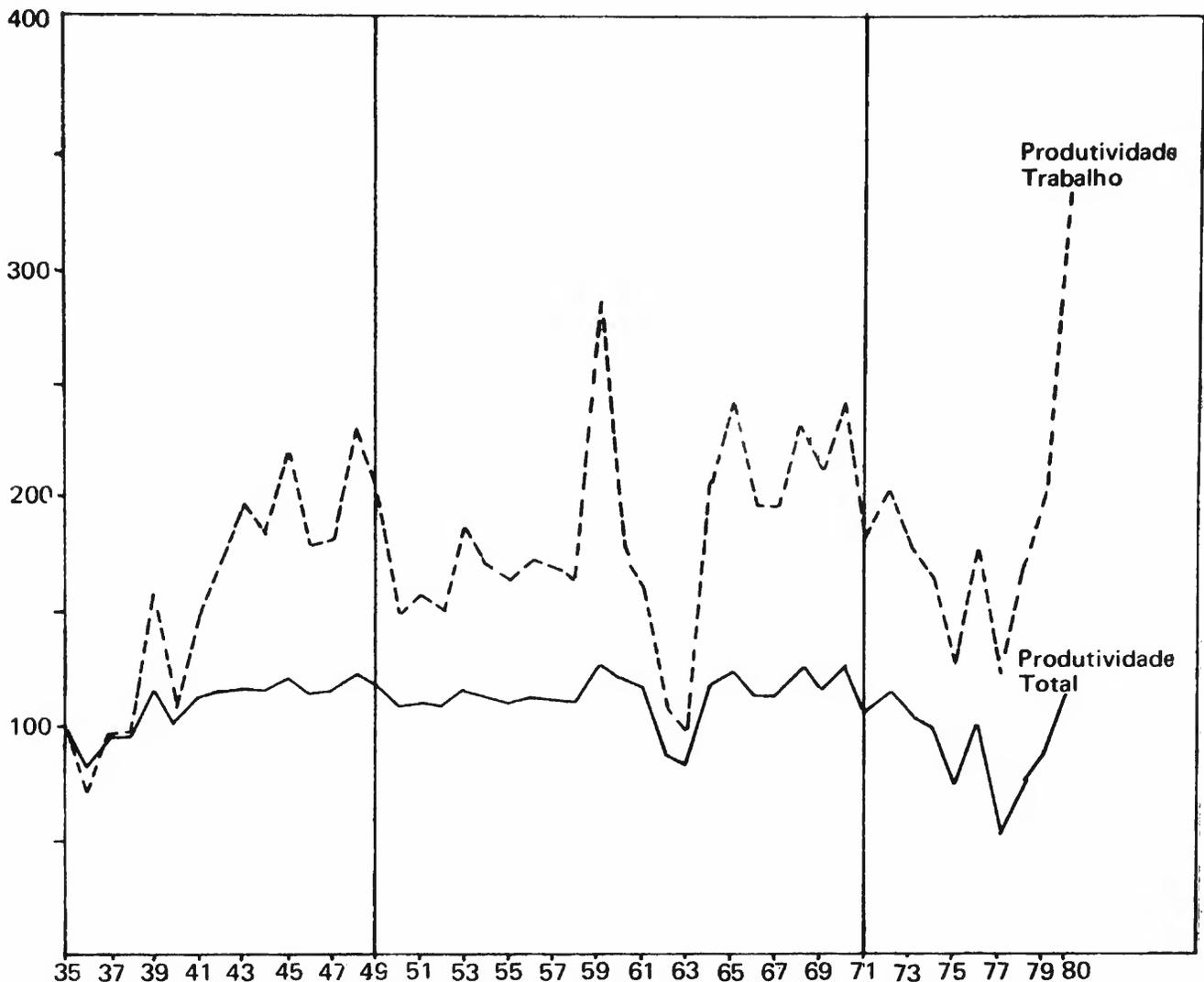


GRÁFICO 2



bém equipamentos simples como uma desempenadeira, uma armação com esmeril, uma punção, uma máquina de rosquear, uma tesoura para cortar chapa e dois motores elétricos, além de um conjunto de ferramentas que representava pouco menos de 10% do total dos maquinismos e ferramentas existentes<sup>(6)</sup>.

A produção das máquinas de processar cereais era pouco exigente do ponto de vista técnico, apesar do elevado valor unitário do produto. O modelo original do

produto baseou-se em similar importado da Alemanha, e pôde ser reproduzido com o equipamento acima.

A firma não enfrentava maiores dificuldades com a escassez de mão-de-obra técnica, pois os fundadores, embora sem educação formal na área mecânica, tinham vários anos de experiência de trabalho na produção de uma grande firma do setor metal-mecânico existente na região. O resto do pessoal técnico foi treinado sem procedimentos formais dentro da própria firma.

A comercialização dos produtos foi facilitada pela rede de distribuição de má-

(6) Apresentamos na tabela 20 do Anexo a relação dos maquinismos e ferramentas existentes em vários anos.

quinas existente na região, tradicional produtora de máquinas agrícolas (especialmente produtos ligados ao café). Havia dificuldades associadas ao baixo desenvolvimento do setor financeiro, onde praticamente inexistiam financiamentos de longo prazo, agravadas pelo alto valor unitário das máquinas de processar cereais.

Aos poucos a firma começou a alterar o modelo original. O primeiro passo foi o lançamento de um modelo mais compacto, economizando espaço das instalações dos clientes (a máquina era de grande volume, havendo dificuldades para encontrar espaços adequados para sua instalação), o que representou grande vantagem em relação aos concorrentes, tendo sido esta a única patente registrada no período. Embora a firma não tivesse sido pioneira na produção de máquinas de processar cereais no País, ao final deste período contava com elevada participação neste mercado<sup>(7)</sup>.

Com o passar dos anos o produto básico tornou-se cada vez mais complexo, incorporando novos acessórios e componentes, o que permitiu a melhora da qualidade do cereal a ser processado. Inicialmente a máquina constituía-se do descascador de pedra (esmeril), do catador de impurezas e dos brunidores. Com a expansão do mercado e as maiores exigências em termos de qualidade, a firma passou a incluir os *Trieurs* (separadores dos cereais segundo diferentes tipos de qualidade), os polidores e as brilhadoras<sup>(8)</sup>. Simultaneamente, o processo produtivo também se alterou, havendo a necessidade de criar máquinas especiais, produzidas dentro da firma (como as máquinas para fazer os

*Trieurs*<sup>(9)</sup> e a máquina para encher os brunidores) ou de adaptar máquinas de tipo universal para suas condições específicas de produção, como ocorreu com o torno para fazer brunidores<sup>(10)</sup>. Estes são alguns exemplos que não se perderam na memória de pequenas adaptações de produto e de processo que se repetiriam ao longo de toda a evolução da firma.

A incorporação dos novos acessórios e componentes correspondeu a inovações que eram conhecidas nos países da fronteira tecnológica, mas ainda assim conseguir reproduzi-las nas condições locais era um desafio considerável. Havia uma relativa clareza sobre quais caminhos deveriam ser pesquisados devido à exigência de mercado de aperfeiçoar a qualidade do cereal a ser processado e o exemplo das máquinas importadas estabelecia metas com precisão. O tipo de conhecimento técnico requerido era da mesma natureza do envolvido na produção da máquina, estando intimamente relacionado às propriedades do desenho básico. Tratava-se de modificações técnicas compatíveis com a Teoria das Trajetórias Naturais<sup>(11)</sup>, onde uma etapa da mudança técnica está bastante relacionada com a anterior, e exigindo a resolução dos mesmos problemas a cada passo.

Ainda neste período foram lançados modelos de maior capacidade produtiva<sup>(12)</sup>, que exigiram soluções técnicas ca-

(7) Esta informação foi obtida pelo responsável pelo setor de vendas no período.

(8) Não foi possível determinar as datas exatas em que estas inovações de produto ocorreram, mas seguramente foram anteriores a 1950, quando o fundador responsável pela parte técnica começou a se afastar da planta.

(9) Note-se com este exemplo a inter-relação entre as mudanças tecnológicas de produto e de processo, pois foi a demanda que exigiu o *Trieur* e a firma alterou seu processo produtivo para atendê-la com maior eficiência técnica (não temos informações sobre seus efeitos econômicos).

(10) Na tabela 20 do Anexo encontra-se o equipamento disponível em 1935, onde se registra a presença destes itens.

(11) Ver ROSEMBERG, N. *Perspectives on Technology*. Cambridge University Press, 1976.

(12) Posteriormente procuraremos mostrar que com a ampliação da capacidade produtiva houve ganho tecnológico. Ver capítulo 3.

da vez mais complexas. Foi um período de intenso aperfeiçoamento técnico, de aprendizagem, onde cada novo passo estava apoiado nos anteriores. A teoria tradicional do *Learning by Doing*<sup>(13)</sup> tende a supor que nos primeiros anos de funcionamento de uma firma haveria reduções de custos da produção (o que se pode supor como tendo ocorrido neste caso, para este período, embora não tenhamos informações precisas) para um dado produto. Mas este exemplo indica que o processo de aprendizagem não se restringe à produção de um dado produto. Há um processo de aprender a produzir modelos novos, mais complexos que os anteriores, ou mesmo aprender a produzir outros produtos que tenham alguma semelhança enquanto processo produtivo com os anteriores. Os argumentos da Teoria da Indústria Nascente tendem a se restringir também a reduções de custo, sem dar ênfase às modificações de produto.

Ao final deste período a firma contava com equipamento bastante mais numeroso, o que atesta a intensidade do volume de investimentos, mas tratava-se ainda de uma oficina de porte pequeno. Em 1935 a firma dispunha de quatro tornos mecânicos, uma solda elétrica, uma máquina de rosquear além das máquinas especiais para fazer *Trieur*, o torno para fazer os brunidores e a máquina para encher a pedra apontadas anteriormente (ver na tabela 20 do Anexo a relação completa dos equipamentos existentes).

Foi possível implementar estes investimentos paulatinamente e sem grandes alterações na organização da produção, que permanecia centralizada em uma única pessoa com dois encarregados diretos na parte produtiva. Os novos equipamentos significaram principalmente a possibilidade de executar outras tarefas ou realizar com

maior eficiência técnica (tempo e precisão) as anteriores. Permitiram também, evidentemente, aumentar a capacidade produtiva da firma.

### Segunda Fase: de 1935 a 1949

Neste período, para o qual dispomos de informações mais completas, houve uma forte expansão da firma, que cresceu a taxas que não se repetiriam posteriormente, transformando a oficina em firma de tamanho médio. O volume de produção cresceu de 100,0 em 1935 para 989,6 em 1949, ao passo que a expansão do número de empregados e do capital ocorreu a taxas altas, mas inferiores ao do volume de produção, elevando a produtividade da mão-de-obra<sup>(14)</sup>. Mesmo num período de alto crescimento como este houve anos de queda da produção como 1936, 1940 e 1944, que se deveram às fortes flutuações de demanda a que este tipo de mercado está sujeito. O volume de emprego caiu nos anos de 1936, 39 e 41, tendendo a se mostrar, desde este período, como o fator de ajustamento de curto prazo do ritmo de produção, pois o volume de capital cresceu persistentemente no tempo. A produtividade da mão-de-obra multiplicou-se por mais de duas vezes no período, embora apresentasse fortes flutuações de ano para ano, caindo nos anos de queda de demanda (a redução do nível de emprego tendeu a ser inferior à redução da produção). O coeficiente da produtividade total apresentou um crescimento de 18,9%, ou seja, houve um resíduo de crescimento da produção desta ordem que não pôde ser explicado pela acumulação de fatores.

Neste período a firma consolidou os modelos das máquinas de processar cereais e seu processo produtivo. As grandes inovações de produto e a integração do pro-

(13) Ver o trabalho de ARROW, K. On the Economic Implications of Learning by Doing. *Review of Economic Studies*, July 1962.

(14) O teste de Spearman indica tendência de crescimento da produtividade da mão-de-obra com nível de significância de 1% para este período.

cesso produtivo praticamente chegaram a limites que somente seriam superados na década de 70(15).

No ano de 1936 a firma, que já contava com seis modelos de máquinas de processar cereais, entre elas algumas de capacidade produtiva bem elevada, permanecia em grande atividade quanto à geração de novos produtos(16). Em 1938, com o lançamento de dois outros modelos, a firma praticamente cessou o lançamento de novas máquinas de processar cereais. As maiores inovações de produto desde então foram o lançamento dos classificadores de cereais, em substituição aos similares importados (com a 2.<sup>a</sup> Guerra Mundial houve grandes dificuldades para sua importação) e o lançamento dos novos descascadores (1948) de cereais para o modelo tradicional da firma, que passava a ser feito de borracha, exigindo a elaboração de fórmulas químicas, o que representava uma área totalmente nova para a firma. Tratava-se de um desenvolvimento recente ocorrido no Japão, que foi prontamente assimilado(17). A firma patenteou três destas invenções de produto e uma de processo (ver tabela 6).

Ela continuou a produzir outros produtos ligados a agricultura, tendo lançado máquinas para extrair óleo de laranja, má-

(15) Houve neste período a consolidação da estrutura da oferta de máquinas de processar cereais. Todas as firmas existentes hoje foram fundadas até este período e somente uma delas (a mais antiga) abandonou este mercado.

(16) Não há possibilidade de quantificar o volume de recursos utilizados nestas pesquisas de novos produtos (e também dos novos processos produtivos) devido à inexistência de algum setor especializado nestas tarefas. Cabia principalmente ao fundador responsável pela parte técnica e a seus auxiliares diretos a execução destes tipos de atividades.

(17) A firma obteve informações sobre este produto através de calendário que registrava o lançamento da novidade.

quinas para beneficiar milho e picadores de mandioca, que, com o passar dos anos, foram abandonados. Eram produtos de complexidade técnica inferior e de menor valor unitário.

O processo produtivo sofreu grandes alterações neste período devido ao grande volume de investimentos em capital fixo e pela política de integração vertical adotada. A mudança de instalações, ocorrida por volta de 1943, também contribuiu para este processo que transformou a oficina em uma firma de porte médio.

#### a. Os Investimentos

O capital fixo total, além de apresentar elevada taxa de crescimento apresentou importante recomposição neste período (tabela 3). Os investimentos cresceram proporcionalmente mais em Veículos que nos demais itens devido aos esforços de comercialização dos produtos e à precária situação dos transportes em geral existente na economia. Houve crescimento bastante elevado também nas aplicações em Móveis e Utensílios, devido ao crescimento mais que proporcional da área administrativa. Este item cresceu mesmo em períodos de retração de demanda, o que representou uma forma de ajuste da firma, para evitar demissões, pois passava a utilizar da sua carpintaria para produzir móveis para consumo interno(18). O item Maquinismos e Ferramentas cresceu de um índice de 100 em 1935 para 379,3 em 1949, sendo que a maior parte dos investimentos ocorreu a partir de 1940 (à partir de 1942 houve necessidade dos in-

(18) Este tipo de procedimento é freqüente na evolução da firma. Em períodos de retração de demanda, passam a utilizar sua mão-de-obra para fazer máquinas especiais, melhorar as instalações, construir móveis e outras atividades, entre elas a busca de novos modelos e novos produtos (que poderemos associar a pesquisa e desenvolvimento, embora não haja qualquer categoria mais formal para denominar este tipo de atividades). Voltaremos a estes pontos posteriormente.

TABELA 3  
COMPOSIÇÃO DO CAPITAL

| Ano  | Imóveis | Maquinismos e Ferramentas | Móveis e Utensílios | Veículos | Biblioteca | Matrizes | Modelos | Instalações | Edifícios em Construção | Laboratório | Total  |
|------|---------|---------------------------|---------------------|----------|------------|----------|---------|-------------|-------------------------|-------------|--------|
| 1926 | 10,5    | 11,8                      | 12,9                | 16,5     |            |          |         |             |                         |             | 11,2   |
| 27   | 20,6    | 22,9                      | 25,4                | 31,6     |            |          |         |             |                         |             | 21,8   |
| 28   | 30,5    | 31,9                      | 37,5                | 45,6     |            |          |         |             |                         |             | 31,6   |
| 29   | 40,1    | 40,5                      | 49,3                | 58,4     |            |          |         |             |                         |             | 41,0   |
| 1930 | 49,3    | 50,1                      | 60,7                | 70,2     |            |          |         |             |                         |             | 50,5   |
| 31   | 58,3    | 60,5                      | 71,8                | 81,0     |            |          |         |             |                         |             | 60,1   |
| 32   | 67,1    | 69,8                      | 82,5                | 91,0     |            |          |         |             |                         |             | 69,1   |
| 33   | 75,5    | 78,7                      | 92,9                | 100,2    |            |          |         |             |                         |             | 77,8   |
| 34   | 83,7    | 86,0                      | 103,1               | 108,7    |            |          |         |             |                         |             | 85,7   |
| 35   | 100,0   | 100,0                     | 100,0               | 100,0    |            |          |         |             |                         |             | 100,0  |
| 36   | 97,3    | 92,0                      | 116,3               | 342,5    |            |          |         |             |                         |             | 103,5  |
| 37   | 139,0   | 97,0                      | 124,8               | 511,1    |            |          |         |             |                         |             | 134,2  |
| 38   | 188,3   | 107,7                     | 189,9               | 756,8    |            |          |         |             |                         |             | 175,8  |
| 39   | 182,6   | 99,1                      | 263,4               | 975,5    |            |          |         |             |                         |             | 177,8  |
| 1940 | 193,8   | 94,0                      | 255,5               | 927,2    |            |          |         |             |                         |             | 180,8  |
| 41   | 209,6   | 106,6                     | 275,3               | 853,0    |            |          |         |             |                         |             | 200,7  |
| 42   | 304,3   | 122,0                     | 349,1               | 825,5    |            |          |         |             |                         |             | 256,5  |
| 43   | 350,1   | 163,2                     | 577,3               | 794,5    |            |          |         |             |                         |             | 303,5  |
| 44   | 339,6   | 157,9                     | 593,1               | 730,9    |            |          |         |             |                         |             | 234,1  |
| 45   | 444,1   | 152,8                     | 640,8               | 672,5    |            |          |         |             |                         |             | 354,6  |
| 46   | 430,8   | 288,2                     | 653,5               | 1053,7   |            |          |         |             |                         |             | 404,3  |
| 47   | 470,3   | 305,8                     | 770,7               | 2032,2   |            |          |         |             |                         |             | 463,9  |
| 48   | 473,2   | 310,2                     | 843,1               | 1869,6   | 100,0      |          |         |             |                         |             | 464,8  |
| 49   | 477,7   | 379,3                     | 950,5               | 2241,2   | 193,5      |          |         |             |                         |             | 504,6  |
| 1950 | 463,3   | 389,1                     | 994,6               | 2545,4   | 194,6      |          |         |             |                         |             | 509,4  |
| 51   | 453,9   | 391,6                     | 1043,0              | 2669,3   | 225,8      |          |         |             |                         |             | 508,8  |
| 52   | 440,3   | 415,2                     | 1060,0              | 2455,7   | 207,5      |          |         |             |                         |             | 503,5  |
| 53   | 427,2   | 422,9                     | 1145,4              | 3082,3   | 231,2      |          |         |             |                         |             | 547,7  |
| 54   | 417,8   | 405,2                     | 1226,4              | 2969,6   | 327,9      |          |         |             |                         |             | 505,2  |
| 55   | 412,9   | 417,4                     | 1309,3              | 3376,4   | 1002,2     |          |         |             |                         |             | 520,7  |
| 56   | 400,5   | 400,2                     | 1284,8              | 3720,4   | 1115,1     |          |         |             |                         |             | 516,2  |
| 57   | 411,6   | 402,5                     | 1331,6              | 3422,8   | 1092,5     |          |         |             |                         |             | 516,8  |
| 58   | 404,9   | 420,9                     | 1345,7              | 3550,5   | 1368,8     |          |         |             |                         |             | 523,4  |
| 59   | 392,8   | 411,4                     | 1538,5              | 3428,3   | 1333,3     |          |         |             |                         |             | 514,7  |
| 1960 | 394,1   | 495,1                     | 1499,9              | 3387,9   | 1340,9     |          |         |             |                         |             | 542,4  |
| 61   | 382,3   | 555,7                     | 1520,0              | 3116,9   | 1315,1     |          |         |             |                         |             | 549,5  |
| 62   | 382,8   | 594,8                     | 1604,2              | 2867,5   | 1256,5     |          |         |             |                         |             | 558,8  |
| 63   | 372,8   | 602,2                     | 1693,7              | 2638,1   | 1398,9     |          |         |             |                         |             | 551,8  |
| 64   | 361,6   | 724,0                     | 1973,0              | 2583,5   | 1335,5     |          |         |             | 100,0                   |             | 679,8  |
| 65   | 350,8   | 745,4                     | 2168,2              | 5368,6   | 1341,9     |          |         |             | 247,1                   |             | 888,8  |
| 66   | 340,3   | 797,5                     | 2271,0              | 5610,3   | 1533,5     |          |         |             | 353,5                   |             | 1002,1 |
| 67   | 330,9   | 790,1                     | 2251,3              | 6025,9   | 1646,2     |          |         | 100,0       | 379,6                   |             | 1036,1 |
| 68   | 321,0   | 1034,7                    | 2414,7              | 7857,8   | 1921,5     |          |         | 103,6       | 427,8                   |             | 1211,9 |
| 69   | 311,4   | 996,0                     | 2397,3              | 8185,4   | 1965,6     |          |         | 136,8       | 440,2                   |             | 1214,7 |
| 1970 | 302,0   | 1065,2                    | 2608,6              | 8850,7   | 2209,7     |          |         | 193,1       | 431,7                   |             | 1255,2 |
| 71   | 293,0   | 1022,6                    | 2805,9              | 9630,3   | 2570,9     |          | 100,0   | 193,4       | 428,3                   |             | 1262,2 |
| 72   | 284,2   | 1449,2                    | 3723,1              | 9088,3   | 3601,1     |          | 91,9    | 201,2       | 425,3                   |             | 1414,4 |
| 73   | 322,6   | 1677,5                    | 4454,1              | 10160,5  | 5976,3     |          | 129,9   | 195,2       | 667,7                   |             | 1777,7 |
| 74   | 365,4   | 1905,6                    | 4882,7              | 10027,8  | 5293,5     |          | 119,5   | 189,3       | 806,9                   |             | 2010,3 |
| 75   | 354,5   | 2520,3                    | 6953,6              | 11157,1  | 8696,8     | -100,0   | 6620,7  | 183,7       | 966,9                   | 100,0       | 2675,4 |
| 76   | 343,8   | 3233,0                    | 8332,5              | 13743,1  | 9559,1     | 91,9     | 6558,2  | 178,2       | 1544,2                  | 97,0        | 3519,0 |
| 77   | 333,5   | 3161,4                    | 9467,0              | 15086,4  | 9478,5     | 152,5    | 6141,8  | 267,4       | 1746,7                  | 94,1        | 3744,5 |
| 78   | 335,7   | 3540,0                    | 11938,4             | 16379,6  | 10022,5    | 153,7    | 5980,4  | 259,4       | 2129,1                  | 91,2        | 4305,2 |
| 79   | 348,1   | 3934,6                    | 13512,0             | 18335,4  | 10359,1    | 190,2    | 5755,3  | 251,6       | 2376,4                  | 88,5        | 4763,3 |
| 1980 | 323,7   | 3928,7                    | 16598,8             | 16630,9  | 10054,8    | 211,0    | 5363,8  | 244,9       | 2504,2                  | 85,4        | 4889,1 |

Fonte: Mesma da tabela 1.

vestimentos para a instalação das seções de fundição e borracha, exigindo outros tipos de máquinas). As informações da tabela 20 do Anexo mostram quais tipos de máquinas estavam sendo incorporadas entre 1935 e 1942 (último ano que dispomos de uma descrição completa do maquinário disponível). Observa-se que os investimentos eram feitos com pequenas adições ao estoque existente, mas que no total representaram mais que a duplicação do estoque inicial do período. Entre 1935 e 1938 foram adquiridas uma respigadeira, uma desempenadeira, uma máquina de li-

xar, outra de aparafusar e duas dobradeiras. Em 1939 encontrava-se adicionalmente uma máquina de perfurar chapas de *Trieur*, outra punção, uma plaina de ferro e outra de madeira. Em 1942 os registros indicam a existência de outro torno mecânico, uma máquina de recalcar e dois aparelhos de gasogênio. Este último equipamento era de fabricação própria e destinava-se a enfrentar a escassez de combustível existente na época. O torno e três motores (eram itens importantes do imobilizado técnico) foram adquiridos de segunda mão. O item Imóvel apresentou ta-

xa de crescimento superior à de Maquinismos e Ferramentas devido à compra de um terreno e dos investimentos requeridos para a mudança de instalações.

#### *b. A Integração Vertical:*

Devido em parte ao baixo desenvolvimento de infra-estrutura industrial, a firma buscou com intensidade sua integração vertical. Por volta de 1944 estabeleceu sua própria fundição e em 1945 instalou a seção de borracha, ambas voltadas para a maior integração vertical do processo produtivo<sup>(19)</sup>. A justificativa era que os fornecedores apresentavam prazos, preços e qualidade dos serviços inadequados. Como o mercado de máquinas para processar cereais era pequeno e pouco padronizado enquanto modelos, havia problema para obter até peças e componentes simples como parafusos e mancais, levando a firma a produzi-los internamente, além das máquinas e ferramentas especiais para este tipo de processo produtivo.

Durante a Segunda Guerra Mundial ocorreu uma grande escassez de matérias-primas, combustíveis e produtos finais que levou a firma a utilizar de chapas de segunda mão, a substituir a gasolina por gasogênio<sup>(20)</sup> e lançar classificadores para os cereais, anteriormente importados. A ampliação da capacidade instalada exigia, por falta de máquinas-ferramentas no mercado doméstico, a reforma de máquinas de segunda mão. Estes tipos de soluções representaram adaptações de processos e

(19) As mudanças no processo produtivo básico distorcem os indicadores de produtividade da empresa, pois não é estritamente comparável com linha de produção que passa a incluir uma fundição e uma seção de borracha (que são importantes em termos de utilização de mão-de-obra e capital na estrutura da empresa). A alteração da composição do produto é outro fator responsável pela falta de comparabilidade.

(20) A firma fez ela própria as máquinas para a utilização do gasogênio como vimos acima.

produtos num ambiente de restrições de matérias-primas e bens de capital, mas compatíveis com o nível técnico empírico prevaiente. Mas logo após o final da Segunda Guerra houve um grande aumento do volume de Maquinismos e Ferramentas, o que indica que estes procedimentos não foram suficientes para atender a totalidade da demanda reprimida nos anos anteriores.

#### **Terceira Fase: de 1950 a 1971**

Neste período houve uma redução da taxa de crescimento da produção, ocorrendo vários anos de redução da mesma. A produtividade da mão-de-obra cresceu lentamente<sup>(21)</sup>, sofrendo também com a instabilidade da demanda. A produtividade total reduziu-se de 8,71% no período (tabela 2). Na verdade esta fase apresenta três períodos relativamente distintos, determinados principalmente pelo comportamento da demanda, que serão detalhados abaixo.

#### *A Fase de 1950 até 1958*

Neste período o volume de produção reduziu-se de 5,93%, (tabela 4) oscilando sempre abaixo do valor ocorrido em 1949, ao passo que o volume de emprego apresentou um lento crescimento no início de período e tendeu a oscilar em torno deste valor, atingindo ao final um valor acima do de 1949. A produtividade da mão-de-obra reduziu-se em 18,85%. O volume de capital permaneceu relativamente constante em todo o período e o indicador da produtividade total manteve grande estabilidade, mas caindo de cerca de 6,47% entre o início e o fim do período.

Foi, portanto, um período de dificuldades. Acirrou-se a competição com o es-

(21) O teste de Spearman indica tendência crescente da produtividade da mão-de-obra a nível 1% de significância para este período.

TABELA 4  
TAXAS DE CRESCIMENTO  
(em percentagem)

| Produção    | Produtividade da Mão-de-Obra |       | Produtividade Total |       | Produção |       |
|-------------|------------------------------|-------|---------------------|-------|----------|-------|
|             | Total                        | Anual | Total               | Anual | Total    | Anual |
| 1949 — 1958 | -18,55                       | -2,28 | -6,47               | -0,74 | -5,93    | -0,68 |
| 1958 — 1965 | 48,17                        | 5,62  | 12,20               | 1,64  | 105,85   | 10,31 |
| 1965 — 1971 | -24,85                       | -4,76 | -13,01              | -2,32 | -31,87   | -6,40 |

Fonte: Mesma da tabela 1

tratamento do mercado e uma das atitudes adotadas foi a busca de novos mercados de produtos ligados à agricultura. Como o equipamento utilizado pela firma é do tipo universal, torna-se bastante flexível para a produção de vários tipos de produtos, especialmente nas seções mais importantes como carpintaria, usinagem e fundição.

Ocorreu um intenso patenteamento, tanto na linha tradicional como na tentativa de garantir uma participação em outros mercados. Entre as 20 patentes de invenção (sendo a maioria de produtos ligados à agricultura) registradas pela firma, 13 ocorreram neste período. Entre as 15 de aperfeiçoamento, ocorreram 8 neste período. Uma parte das patentes não chegou a ser utilizada<sup>(22)</sup>, pois em alguns casos correspondiam a produtos que estavam em fase de testes e que foram abandonados por não encontrarem perspectivas mais promissoras. Esta busca de diversificação da produção mantém-se constante durante toda a evolução da firma, sempre na tentativa de encontrar novos caminhos de crescimento e evitar a concentração em um mercado que apresentava fortes oscilações de demanda, mas acentuou-se nos períodos de redução da demanda.

(22) Este tipo de comportamento foi encontrado em outros setores e outros países. Ver VAITSOS: Employment effects, Foreign Direct Investment in Developing Countries. Ford Foundation Conference on Technology and Employment Nova Delhi — 1973.

O processo produtivo permaneceu praticamente inalterado. Os investimentos em maquinário foram quase nulos, pois a capacidade produtiva não se encontrava plenamente utilizada devido à retração da demanda. A organização do processo produtivo tornou-se mais complexa em virtude das tentativas de diversificação da linha de produtos. O fundador responsável pela parte técnica afastava-se cada vez mais da produção, que começou a ser comandada, ao nível de fábrica, por um empregado treinado dentro da firma (sem instrução mecânica formal<sup>(23)</sup>).

#### A Fase de 1959 a 1965

Nesta fase, a taxa de crescimento da produção voltou a se acelerar, atingindo o valor médio anual de 10,31, entrecortada pelos anos de 1961 a 1963, quando houve queda do volume de produção (tabela 4). A mão-de-obra empregada cresceu persistentemente e a produtividade da mão-de-obra aumentou de 48,17% no período (taxa média anual de 5,62%) apesar das quedas de 61 a 63. O indicador da produtividade total também acusou um crescimento de 12,20% no período. Este período é caracterizado também por alta taxa de

(23) Com a ausência do fundador responsável pela parte técnica, que era também a figura mais dominante de toda a firma, não ocorreu apenas a perda de mão-de-obra qualificada. A parte de produção propriamente dita sofreu a ausência de uma pessoa com maior autonomia para tomar decisões.

lucratividade que viria a ser responsável pelo salto da capitalização que ocorreu a partir de 1964.

Com a retomada do crescimento da demanda de máquinas de processar cereais, a firma reduziu a busca de novos mercados. O patenteamento praticamente cessou, ocorrendo apenas dois registros de patentes de aperfeiçoamento e nenhum de produto.

Os fundos acumulados foram canalizados inicialmente para o reequipamento e ampliação da capacidade instalada e, a partir da segunda metade do período, para uma segunda mudança das instalações.

Conforme mostra a tabela 3, o item Maquinismos e Ferramentas cresceu substancialmente no início do período. Tratava-se de máquinas de melhores especificações técnicas (precisão e velocidade de operações) mas ainda de tipo universal, acelerando o processo de aprimoramento do maquinário disponível e também permitindo a melhora da qualidade das máquinas de processar cereais, embora não tivesse ocorrido qualquer alteração maior de produto no período.

A mudança das instalações<sup>(24)</sup> foi realizada sem nenhum estudo formal mais detalhado, representando apenas a reprodução em escala mais elevada de planta anterior. Foi executada pelo responsável pela parte técnica, que não possuía qualificações formais, como vimos anteriormente. A partir de 1964 cresceu substancialmente o volume de aplicações na construção dos edifícios exigidos pela nova planta.

As novas instalações e o reequipamento somente virão a promover maiores alterações na produtividade da mão-de-obra anos mais tarde, pois o processo de mudança de instalações foi lento, não exigiu modificações na forma de organiza-

ção da produção, que permaneceu centralizada em poucas pessoas e manteve "ilhas" de máquinas<sup>(25)</sup>.

#### De 1966 a 1971

Trata-se de outro período de retração da demanda, sendo que o pico de produção de 1965 não voltaria a ser atingido nestes anos seguintes, apesar dos incentivos advindos dos financiamentos à comercialização das máquinas através do FINAME<sup>(26)</sup>. O volume de produção reduziu-se em 31,87% (taxa média anual de -6,40), caindo também a produtividade da mão-de-obra em 24,85% (taxa anual de -4,76) e a produtividade total em 13,01% (taxa anual de -2,32%). Entretanto a firma continuou a investir, pois havia os fundos acumulados nos anos anteriores e a mudança de instalações exigiu um volume de investimento que era relativamente independente do comportamento da demanda corrente (ver tabela 4).

Neste período a firma começou a exportar para países vizinhos da América Latina, como tentativa de conquistar novos mercados<sup>(27)</sup>. Retomou-se o processo de patenteamento com duas patentes de invenção que seriam bastante utilizadas

(24) A mudança de instalações não foi completa, pois algumas seções como a de fundição já se encontravam no novo local.

(25) A maior firma existente no mundo no setor é japonesa e fotos recentes de sua planta encontradas em seus catálogos indicam que seu processo produtivo também se utiliza de "ilhas" de máquinas (tornos, furadeiras etc.).

(26) Em dezembro de 1964 o Banco Nacional de Desenvolvimento (BNDE), através de sua agência FINAME, passou a financiar a compra de máquinas e equipamentos industriais, o que viria a ampliar as possibilidades de comercialização das máquinas de processar cereais, contando inclusive com juros subsidiados.

(27) A firma não adotou qualquer política mais agressiva para penetrar nos mercados externos. Contudo, devido à precariedade da oferta destes produtos nos mercados vizinhos, aos grandes incentivos oficiais à exportação e à reputação de qualidade dos produtos, os clientes passaram a procurar este fornecedor.

posteriormente e outras duas de aperfeiçoamento. Foi contratada em 1966 uma empresa de consultoria (filial de multinacional) para fazer um diagnóstico da situação da firma que acabou por indicar um nível de organização baixo, principalmente do ponto de vista administrativo se comparado com o técnico<sup>(28)</sup> (era uma iniciativa de um membro da segunda geração). Como as sugestões para a implementação da reorganização proposta foram consideradas excessivamente dispendiosas, a firma engavetou os resultados deste trabalho. Foram lançadas também novas máquinas de grande porte, pois o mercado começava a exigir este tipo de produto que não foram patenteadas.

### Quarta Fase: de 1972 a 1980

Neste último período o volume de produção voltou a crescer a taxas elevadas (taxa média anual de 11,18%), mas ainda desta vez sofrendo fortes oscilações da demanda. A produtividade da mão-de-obra cresceu à taxa anual de 5,84% ao ano, sendo que este valor foi fortemente influenciado pelo ano de 1980 pois o teste de Spearman<sup>(29)</sup> não indicou tendência significativa estatisticamente de crescimento deste indicador. A produtividade total cresceu 2,10% no período e o volume de capital cresceu rapidamente, levando a fir-

---

(28) Este diagnóstico apontava dificuldades de organização de nível médio. Ou seja, o pessoal de maior responsabilidade ficava atolado em uma quantidade de atribuições e não delegava poderes para seus subordinados. Com a falta de um sistema de informações, ficava impossível um maior controle de qualquer tipo de atividade. Nos anos recentes foi identificado que havia a necessidade de contramestres, mais que mestres, pessoal de controle (do almoxarifado, das compras, dos pedidos) e falta de apontamento de tempo e métodos. Somente em 1980 a firma criou um departamento de planejamento e controle de produção.

(29) O teste de Spearman aceitou a hipótese nula da inexistência de tendência ao nível de significância de 10%.

ma a operar com elevados índices de capacidade ociosa (V. tabela 2).

No início deste período a segunda geração assumiu o comando da firma, alterando aos poucos seus rumos tradicionais. A demanda dos produtos tradicionais sofreu uma recomposição, crescendo a participação das máquinas maiores e também das pequenas e finalmente a firma lançou-se, pela primeira vez, à produção de máquinas não-agrícolas.

### a. Mudança de Administração

Por volta de 1972, a segunda geração assumiu o comando da firma, na forma de um colegiado, tendo todos eles um longo treinamento na própria firma. Tratava-se de um grupo bastante jovem (pouco mais de trinta anos), apresentando formação de nível superior, embora não na parte técnica de produção: economistas, advogados e administradores de empresas.

Com eles foi possível abandonar a ênfase essencialmente de produção que caracterizava a primeira geração. Aos poucos vão implementando uma reorganização da contabilidade, com o detalhamento mais preciso de custos dos produtos, passando a utilizar sistemas de computação nos escritórios para controlar a contabilidade e a folha de pagamentos<sup>(30)</sup>.

Mas não houve propriamente um rompimento do padrão de comportamento anterior. A mão-de-obra mais antiga, principalmente a de maior nível hierárquico<sup>(31)</sup>, permaneceu na firma, e com esta

---

(30) Em conversa com membros da atual administração foi salientado que a antiga diretoria se opunha a estes tipos de investimentos, comparando seus custos com o de tornos.

(31) Os principais responsáveis pela parte técnica, os chefes das seções de Carpintaria, Usinagem, Funilaria, Fundição, Pedras e Projetos, permanecem até hoje na firma, embora sendo aposentados. Somente as

parte substancial da experiência acumulada.

Com esta nova administração ocorreu também a decisão de ampliar a linha de produtos, entrando no setor de máquinas-ferramentas<sup>(32)</sup>, produtos que apresentam complexidade tecnológica muito maior. Tornou-se então indispensável a contratação de técnicos de melhor qualificação, a compra de maquinários de especificações mais rígidas, que tiveram efeitos sobre os próprios processos de produção dos modelos tradicionais (ver capítulo 1).

Como neste período havia uma grande disponibilidade de fundos, foi grandemente facilitada a tarefa de modernização da firma, viabilizando investimentos. Foi construído um edifício para a administração, numerosas máquinas foram compradas, e alterou-se a política de comercialização com a instalação de filiais e comprou-se uma fazenda.

No final do período observam-se tentativas de abandonar a rígida política de integração vertical, reconhecendo que o mercado de fornecedores já não era o mesmo de anos atrás, podendo contar com bons serviços de fundição, que passam a utilizar. Procuram aumentar a qualificação da mão-de-obra, contratando téc-

peças de chefia das seções de Borracha, Manutenção, Ferramentaria e das Máquinas não-agrícolas são mais jovens. Mesmo na administração encontram-se pessoas antigas, como nas seções de Vendas e Contabilidade.

(32) Trata-se de produtos que a firma utilizava em seu processo produtivo, e dentro da sua estratégia de integração vertical passa a produzi-los para consumo interno e depois para o mercado. Estes produtos não estão na linha mais complexa do setor de máquinas-ferramentas do País, mas ainda assim são mais sofisticados que os produtos tradicionais. Este setor apresentava altas taxas de crescimento e havia na região firmas especializadas nestes tipos de produtos, o que facilitou a obtenção de mão-de-obra qualificada.

nicos para a seção de Planejamento e Controle da Produção, além de um engenheiro. A administração passa a buscar uma seriação da produção, com a produção em lotes, como ocorre atualmente com a máquina de processar cereais de menor porte<sup>(33)</sup>. Há também um projeto em implementação de executar um plano diretor para definir uma estratégia de longo prazo.

Estas medidas representam um novo tipo de visão de longo prazo, que apenas começou a se definir com maior nitidez nos últimos anos, embora já tenham promovido alterações nos rumos da firma.

#### *b. Modificações do Lado da Demanda*

Por volta de 1973 começaram a ocorrer importantes modificações do lado da demanda das máquinas de processar cereais. As pequenas unidades passaram a se organizar em cooperativas e novos grupos econômicos maiores começaram a investir na área (tabela 5). Desta forma, o mercado passou a exigir máquinas maiores, mais produtivas e que tivessem um produto final de melhor qualidade<sup>(34)</sup>. Alguns destes modelos eram produzidos esporadicamente há muitos anos, e outros foram criados para atender segmentos específicos do mercado. A firma investiu volumosos recursos para atender a esta demanda, sendo que a modernização do maquinário era indispensável, pois as máquinas maiores são mais exigentes em termos de precisão. Modernizou-se a seção de projetos e foram resolvidos inúmeros problemas com o sistema de refrigeração, de transmissão e outras numerosas pequenas inovações nas máquinas de processar cereais.

(33) Ao mesmo tempo em que se passa a produzir este modelo em lotes, houve um esforço para a maior utilização de ferro em substituição à madeira, devido aos custos crescentes deste material e à escassez de carpinteiros no mercado.

(34) A reestruturação da demanda significou uma maior concentração na produção de máquinas pequenas (viabilizando a produção em lotes) e máquinas grandes.

TABELA 5

ÍNDICE DE PRODUÇÃO EM KG POR GRUPO DE MÁQUINAS  
(em porcentagem)

| Ano  | Máquinas Pequenas | Máquinas Médias | Máquinas Grandes | Total |
|------|-------------------|-----------------|------------------|-------|
| 1970 | 5                 | 71              | 24               | 100   |
| 1971 | 5                 | 68              | 27               | 100   |
| 1972 | 5                 | 69              | 26               | 100   |
| 1973 | 8                 | 68              | 24               | 100   |
| 1974 | 23                | 45              | 32               | 100   |
| 1975 | 22                | 48              | 30               | 100   |
| 1976 | 21                | 41              | 38               | 100   |
| 1977 | 22                | 32              | 46               | 100   |
| 1978 | 23                | 37              | 40               | 100   |
| 1979 | 31                | 41              | 28               | 100   |
| 1980 | 22                | 45              | 33               | 100   |

Fonte: Mesma da tabela 1.

### 3. Mudança Tecnológica de Produto

Nesta seção procuraremos analisar as principais inovações de produto que ocorreram na evolução da firma. Inicialmente, faremos uma análise global das inovações de produto. A seguir, mediremos os ganhos advindos do lançamento de novos modelos de máquinas de processar cereais, buscando inclusive verificar as fontes, ao nível de seções, destes ganhos e finalmente passaremos à distribuição destes ganhos entre a firma e seus clientes.

#### Inovações de Produto

A trajetória da mudança tecnológica de produto caracterizou-se pela tendência de partir do mais simples para o mais sofisticado do ponto de vista técnico através do tempo. Inicialmente, acompanharemos a evolução técnica da máquina de processar cereais, onde fica clara esta tendência, e posteriormente analisaremos as características dos outros tipos de produtos lançados pela firma.

#### *Evolução da Máquina de Processar Cereais*

Os primeiros modelos de máquinas para processar cereais eram bastante similares aos produtos importados, tendo como modificações mais importantes a alteração do desenho para tornar o produto mais compacto, economizando espaço das instalações dos clientes e a substituição de partes metálicas (a estrutura da máquina, os elevadores etc.) por madeira<sup>(35)</sup>.

O processamento do cereal constituía-se basicamente das atividades de limpeza do mesmo, da brunição e da classificação do produto processado segundo suas especificações (principalmente o tamanho). As restrições mais importantes do ponto de vista de produção eram o reduzido maquinário disponível, a falta de matérias-primas de qualidade homogênea e o baixo grau de desenvolvimento de fornecedores de peças e

(35) Neste período havia escassez de ferro no mercado doméstico, que era em grande parte importado, ao passo que a madeira tinha fornecimento doméstico e era mais abundante. A madeira podia ser trabalhada com equipamento mais simples e não havia restrição na oferta de mão-de-obra para trabalhar com esta matéria-prima. A madeira significava também maiores facilidades de manutenção para os clientes.

componentes, como vimos anteriormente. Não havia maiores dificuldades relativas ao nível de qualificação da mão-de-obra, pois o fundador da firma e seus irmãos tinham trabalhado por muitos anos em uma grande firma da região que produzia máquinas mais complexas<sup>(36)</sup>, apesar de não contarem com a instrução técnica formal. Evidentemente houve um período de adaptação destes conhecimentos para a produção de máquinas para processar cereais, mesmo considerando que estas últimas não exigiam nível mecânico demasiado elevado. Aos poucos o modelo básico passou a incorporar novos componentes e acessórios que melhoraram o desempenho da máquina, permitindo a melhora da qualidade do cereal a ser processado. Passa a incluir, por exemplo, um descascador de pedra antes da fase da brunição. Posteriormente, foram lançados modelos de maior capacidade produtiva, que exigiram outras soluções mecânicas (havia que refazer cálculos de resistência de materiais, cálculos de engenharia de produto para a solução dos novos sistemas de força), modificações nos sistemas de elevadores etc. Estas máquinas maiores eram destinadas a um segmento de mercado mais exigente (eram firmas comerciais para as quais a qualidade do produto final tinha mais significado econômico) o que requeria melhorias no processamento. Estas máquinas passaram a contar com sistemas de brunidores mais eficientes, classificadores "Trieur" brilhadores e polidores<sup>(37)</sup>. Exigiram maior controle de temperatura de funcionamento, o que passava a ser feito através de câmaras de ventilação e exaustores<sup>(38)</sup>. Mais tarde, os descascadores de pe-

dra foram substituídos por roletes de borracha<sup>(39)</sup>. A firma entrou no campo da química, pois teve de desenvolver a fórmula a ser utilizada, tendo sido necessário o auxílio de assistência técnica externa.

O esforço de aperfeiçoamento produziu como resultados mais notáveis o sistema de brunição (eram horizontais, e para contornar uma patente, passaram a ser colocados verticalmente, o que é considerado um dos pontos altos do produto da firma ainda hoje); a turbina de brilhar o cereal que era vertical passou a ser horizontal, reduzindo a quebra do cereal; o cone brunidor que era fechado passou a ser de bainha e finalmente de disco e outras fórmulas de borracha que foram lançadas através do tempo (estas últimas inovações exigiram assessoria externa). Entre as inovações menores de produto que foram patenteadas salientam-se as alterações no sistema de elevadores, os misturadores de cereais, os provadores, o sistema de peneiras flutuantes e dosadores de saída.

Seguramente o período em que ocorreu a maior intensidade de atividade inovativa de produto foi o anterior a 1950, quando havia uma trajetória clara<sup>(40)</sup> a ser seguida (melhorar a máquina padrão e lançar novos modelos). Eram soluções já existentes na fronteira tecnológica internacional, compatíveis com a experiência acumulada com as máquinas mais simples e para as quais o mercado se alargava. A partir de então as inovações foram menores, peque-

---

de custos por saca do cereal processado que serão analisados abaixo.

(36) Era uma firma que produzia máquinas para o café, contando com elevada quantidade de equipamento (inclusive uma das maiores fundições do País).

(37) Há registro de construção pela firma de máquinas especiais para a produção dos *Trieurs* e outros componentes, que mostram a inter-relação entre a mudança de produto e de processo, como apontamos anteriormente.

(38) Estas novas máquinas trouxeram ganhos

(39) No caso dos descascadores de borracha havia um concorrente que dispunha de patente para o produto. A solução encontrada para contorná-la foi alterar seu sistema de funcionamento, invertendo-o, o que teve resultados favoráveis pois outros competidores passaram a adotar este sistema após expirar a sua patente. Esta patente ocorreu em 1950 e em 1966 o sistema é novamente alterado.

(40) Como vimos anteriormente, a Teoria das Trajetórias Naturais é compatível com este tipo de evolução apresentada.

TABELA 6

## REGISTRO DE PATENTES DA FIRMA

| Ano   | Invenção <sup>(a)</sup> | Aperfeiçoamento | Marca | Total |
|-------|-------------------------|-----------------|-------|-------|
| 1928  | 1                       |                 |       | 1     |
| 1936  | 1                       |                 |       | 1     |
| 1943  | 1                       |                 | 2     | 3     |
| 1946  |                         |                 | 1     | 1     |
| 1948  |                         | 1               | 1     | 2     |
| 1949  | 1                       |                 |       | 1     |
| 1950  | 1                       | 1               |       | 2     |
| 1951  | 2                       | 2               |       | 4     |
| 1952  | 3                       |                 |       | 3     |
| 1953  | 2                       | 1               |       | 3     |
| 1954  | 4                       |                 |       | 4     |
| 1955  |                         | 4               |       | 4     |
| 1956  | 1                       |                 |       | 1     |
| 1959  |                         | 1               |       | 1     |
| 1960  |                         | 1               |       | 1     |
| 1966  | 1                       | 1               |       | 2     |
| 1967  | 1                       | 1               |       | 2     |
| 1975  |                         | 1               | 1     | 2     |
| 1977  |                         | 1               | 1     | 2     |
| 1979  | 1                       |                 |       | 1     |
| Total | 20                      | 15              | 6     | 41    |

Nota: (a) Adotamos a classificação original dos registros e patentes entre Invenções, Aperfeiçoamento e Marca embora houvesse casos em que as patentes de Invenções talvez tivessem maiores características de Aperfeiçoamento.

Fonte: Mesma da tabela 1.

nos aperfeiçoamentos de produtos e novos modelos de máquinas com capacidades de processamento do cereal intermediárias, sempre na busca de segmentos de mercado específicos. Se estivéssemos utilizando uma curva logística para descrever o volume das inovações, ela estaria se aproximando do seu ramo assintótico superior<sup>(41)</sup>.

(41) UTTERBACK, J.M. & ABERNATHY W.J. no artigo *A Dynamic Model of Process Innovation*, *Omega*, 3(6), 1975, também encontram uma redução da taxa de inovação de produto a partir de determinado período da evolução das firmas.

Apenas uma pequena parte das inovações de produtos foi registrada como patentes. A patente é uma indicação forte para os competidores de que há algo a ser pesquisado, sendo freqüentemente fácil promover pequenas alterações que evitem as restrições das patentes. A própria evolução da firma dá exemplos disso, registrando ela própria patentes semelhantes a outras já existentes. Ademais, a legislação muitas vezes não é efetiva. O fato é que o volume de patenteamento da firma (tabela 6) dá uma imagem relativamente pobre do verdadeiro volume de inovações de produ-

tos da firma. Observa-se que os lançamentos de novos modelos muitas vezes não foram patenteados, mas algumas alterações mecânicas e químicas o foram, independentemente da importância de cada uma delas.

De qualquer forma, estas informações mostram a ponta do *iceberg*, indicando que foram freqüentes as inovações menores de produto, ou seja, que pelo menos podem ser contadas às dezenas.

### *Evolução dos Outros Produtos*

A firma procurou sistematicamente conquistar outros mercados para evitar as flutuações da demanda associadas ao comportamento das safras através do lançamento de novos produtos. Na maioria dos casos tratava-se de produtos de complexidade tecnológica inferior ou comparável à das máquinas de processar cereais e geralmente destinados à agricultura, onde a marca da firma, os canais de informação e comunicação eram mais fáceis. Cerca de 40% do volume de patenteamento de invenção da tabela 6 representa o registro destes outros produtos, sendo que o volume de patenteamento de novos produtos cresceu especialmente nos períodos de queda da demanda de máquinas de processar cereais. A existência de equipamento do tipo universal torna o maquinário bastante flexível para estes tipos de ajustamento.

A partir do início da década de 70 a firma desviou-se pela primeira vez do mercado de máquinas<sup>(42)</sup> para a agricultura

(42) Foi criada uma seção especializada em máquinas-ferramentas. A organização da produção deste novo setor mantinha, contudo, as mesmas características das demais seções, tais como centralização da organização da produção em um encarregado, que era responsável também pelo desenvolvimento de novos modelos. O processo produtivo também é organizado em "ilhas" de máquinas (tornos, ferramentas etc.). Os modelos destes produtos em geral foram baseados em similares existentes dentro da própria firma.

entrando no mercado de máquinas-ferramentas, setor que apresentava altas taxas de crescimento no período. Neste período a firma encontrava-se em fase de expansão da sua capacidade produtiva demandando furadeiras, tornos, fresadoras e, contando com longa tradição de produção de máquinas especiais para consumo interno, lançou-se à produção destas máquinas. Estes produtos exigem um nível mecânico bastante mais sofisticado (os níveis de precisão e de automatização requeridos são de ordem superior). A firma passou a adquirir maquinário e empregou técnicos especializados para este mister. Esta decisão representou um importante avanço tecnológico e é compatível com a hipótese de que a mudança técnica de produtos caminha do mais simples para o mais complexo. Este tipo de incursão teve efeitos na linha tradicional da firma, produzindo máquinas especiais mais sofisticadas, e sugerindo novos métodos de produção (produção em lotes) e adaptações de produtos, como a proposta da transformação de componentes das máquinas de processar cereais de madeira em metal, da substituição de buchas por rolamentos e outras modificações técnicas menores. Partes das máquinas de processar cereais passaram a ser usinadas neste novo setor, melhorando as especificações técnicas de várias peças.

### **Progresso Tecnológico Incorporado às Máquinas de Processar Cereais**

Nesta seção mediremos o progresso tecnológico incorporado às máquinas de processar cereal a partir da relação entre a produtividade das máquinas de diferentes capacidades atualmente produzidas e seu custo de produção<sup>(43)</sup>. Este exercício

(43) Vimos anteriormente que os modelos e provavelmente os custos de produção variaram ao longo do tempo, especialmente no período anterior a 1950. Os resultados dos exercícios realizados devem ter, entretanto, alguma correspondência com o que ocorria a partir deste período,

TABELA 7

| Máquinas         | (1)<br>Peso | (2)<br>Capacidade | (3)<br>$\frac{(1)}{(2)}$ | (4)<br>Preço Venda<br>Por Saca | (5)<br>$\frac{(4)}{(1)}$ |
|------------------|-------------|-------------------|--------------------------|--------------------------------|--------------------------|
| <b>GRUPO I</b>   |             |                   |                          |                                |                          |
| N.º 1            | 33,3        | 62,5              | 53,3                     | 77,0                           | 144,3                    |
| 2                | 100,0       | 100,0             | 100,0                    | 100,0                          | 100,0                    |
| 3                | 111,1       | 125,0             | 88,9                     | 105,4                          | 118,5                    |
| 4                | 141,1       | 200,0             | 70,6                     | 75,0                           | 106,3                    |
| 5                | 173,3       | 250,0             | 69,3                     | 71,1                           | 102,5                    |
| 6                | 190,6       | 300,0             | 63,5                     | 66,8                           | 105,1                    |
| 7                | 242,2       | 375,0             | 64,6                     | 75,7                           | 117,2                    |
| 8                | 400,0       | 500,0             | 80,0                     | 84,3                           | 105,3                    |
| 9                | 465,6       | 750,0             | 62,1                     | 67,2                           | 108,2                    |
| <b>GRUPO II</b>  |             |                   |                          |                                |                          |
| 1                | 100,0       | 100,0             | 100,0                    | 100,0                          | 100,0                    |
| 2                | 107,1       | 125,0             | 87,7                     | 95,0                           | 110,9                    |
| 3                | 130,5       | 166,7             | 78,3                     | 87,1                           | 111,2                    |
| 4                | 193,5       | 250,0             | 77,4                     | 74,4                           | 96,1                     |
| 5                | 274,1       | 500,0             | 54,8                     | 96,7                           | 176,4                    |
| <b>GRUPO III</b> |             |                   |                          |                                |                          |
| 1                | 100,0       | 100,0             | 100,0                    | 100,0                          | 100,0                    |
| 2                | 180,7       | 200,0             | 90,3                     | 71,6                           | 79,3                     |
| 3                | 255,9       | 400,0             | 64,0                     | 93,1                           | 145,5                    |

Fonte: Mesma da tabela 1.

tem sentido na medida que o produto final de cada um dos modelos (com exceção da máquina de n.º 1, do Grupo I), ou seja, o cereal processado, é de qualidade homogênea, independentemente da capacidade de produção de cada uma delas.

O custo de produção das máquinas, medido pelo peso de cada uma delas — a firma dispõe de custos detalhados para duas máquinas<sup>(44)</sup> (de n.ºs 1 e 9 do Grupo I) que indicaram que o custo por unidade de peso varia menos de 1% entre

quando os modelos, os custos de produção e a estrutura de preços dos vários produtos deixaram de se alterar com maior profundidade.

(44) É provável que a constância do custo de produção total por unidade de peso não seja estritamente verdadeira. Este resultado foi obtido com a comparação entre a máquina 1 e máquina 9 nas quais se observa que a queda do custo dos salários de 1 para 9 é compensada pela elevação do custo da matéria-prima bruta por unidade de peso. Entretanto, esta elevação do custo da matéria-prima bruta por uni-

os dois produtos — cresce menos rapidamente que a capacidade produtiva da máquina à medida que se eleva a capacidade da máquina, ou seja, cai a relação custo/capacidade à medida que aumenta a capacidade da máquina como mostra a coluna 3 da tabela 7. Isto tanto para as máquinas do Grupo I (com exceção das máquinas n.º 1 que apresenta qualidade de produto inferior e n.º 8 que tem problemas de projetos e é pouco vendida), como a dos grupos<sup>(45)</sup> II e III que constituem máqui-

dade de peso somente se dá quando comparamos a máquina 1 com as outras, sendo provavelmente constante a partir da máquina 2 até a 9. Isto significa que com a queda de salários por unidade de peso (ver tabela 8) e a constância da relação preço da matéria-prima por unidade de peso, deverá ocorrer ainda uma maior redução de custo de produção que a utilizada no texto acima, aumentando ainda mais os ganhos associados ao aumento de capacidade das máquinas.

(45) Os Grupos II e III são constituídos de produtos que representam pequena parcela do faturamento da firma.

nas de processar cereais de outros tipos. Haveria, portanto, um processo técnico de 37,0% no Grupo I, 45,2% no Grupo II e 36,0% no Grupo III, ou seja, haveria ganhos substanciais de custos por cereal processado com o lançamento de modelos de maior capacidade produtiva.

### A Distribuição dos Ganhos da Evolução Tecnológica

A distribuição dos ganhos do progresso tecnológico incorporado às máquinas de processar cereal de diferentes capacidades produtivas pode ser medida pela relação entre os preços de custo (medido pelo peso de cada máquina) por saca processada e o preço de venda por saca processada.

A relação entre os preços de venda<sup>(46)</sup> recente e os custos de produção para o mesmo período (coluna (5) da tabela 7), mantém-se relativamente estável entre as máquinas do Grupo I, com exceção novamente de máquina n.º 1. Este comportamento indica que a firma, por estabelecer seus preços na base do preço de custos mais uma margem relativamente constante, tende a passar para seus clientes os ganhos obtidos com a redução de custos por saca que ocorre com o aumento da capacidade das máquinas, de uma maneira relativamente uniforme entre produtos. As pequenas variações da relação (5) devem-se a particularidades dos segmentos do mercado para onde se destinam estes produtos. Saliente-se ainda que a firma possui uma posição de liderança num mercado em que participam poucas firmas, mas, apesar deste fato, não tende a absorver este tipo de ganho tecnológico. No caso das máquinas dos Grupos II e III observa-se a mesma estabilidade da relação (5), mas com saltos bruscos para os casos das máquinas de maior capacidade de cada

(46) A evolução dos preços dos vários produtos da firma ao longo dos anos indica que a estrutura de preços entre máquinas é estável a partir de 1952.

TABELA 8

### RELAÇÃO SALÁRIOS POR SACAS E SALÁRIOS POR UNIDADE DE PESO. 1973

| Tipo de Máquina | Relação Salário/Saca | Relação Salário/Peso |
|-----------------|----------------------|----------------------|
| 1               | 74,3                 | 139,4                |
| 2               | 100,0                | 100,0                |
| 3               | 79,2                 | 89,2                 |
| 4               | 64,8                 | 91,9                 |
| 5               | 57,9                 | 83,6                 |
| 6               | 67,7                 | 106,6                |
| 7               | 55,6                 | 86,1                 |
| 8               | 75,6                 | 94,6                 |
| 9               | 51,1                 | 82,3                 |

Fonte: Mesma da tabela 1.

grupo, absorvendo, portanto, uma parte maior dos ganhos tecnológicos.

Evidentemente, este tipo de exercício não pretende medir a totalidade dos ganhos tecnológicos associados às variações de capacidade das máquinas. Do ponto de vista do comprador há outros aspectos a serem considerados, como a economia de mão-de-obra por saca entre máquinas (tende a ser um ganho positivo, pois o operador é o mesmo), os custos de energia por saca (não temos informações sobre a direção deste efeito), economias de espaço por saca entre os diferentes tipos de máquinas e o volume de produção em que opera. Do ponto de vista da firma produtora dos equipamentos há ganhos associados ao maior volume de produção, de marca etc, que são difíceis de avaliar.

### Causas de Variação dos Preços de Custo por Saca

Nesta seção procuraremos analisar as possíveis causas da queda da relação dos custos por saca entre as várias máquinas de processar cereais.

A partir das informações sobre os custos dos salários atribuídos à produção das várias máquinas em 1973, pode-se inferir que há uma tendência à redução do componente salarial por saca, à medida que se amplia a capacidade da máquina (tabela 8), ao passo que a relação salários por unidade de peso não apresenta tendência clara.

TABELA 9  
CUSTO DE PRODUÇÃO POR SEÇÃO

| Setores      | Custo Total por Saca Máquina 9<br>Custo Total por Saca Máquina 1 | (% ) da Mão-de-Obra do Setor na |                        |
|--------------|--|---------------------------------|------------------------|
|              |  | Mão-de-Obra Total               | Máquina 9<br>Máquina 1 |
| Forja        | 0,96   |                                 | 1,32                   |
| Solda        | 1,61   |                                 | 2,21                   |
| Punção       | 0,52   |                                 | 0,71                   |
| Bancada      | 0,85   |                                 | 1,17                   |
| Funilaria    | 0,32   |                                 | 0,44                   |
| Carpintaria  | 0,30   |                                 | 0,41                   |
| Pintura      | 1,53   |                                 | 2,09                   |
| Outros(*)    | 1,68   |                                 | —                      |
| <b>Total</b> | <b>0,73</b>  |                                 | —                      |

Nota: (\*) São as seções onde não há correspondência entre máquinas.

(\*) São as seções onde não há correspondência entre máquinas.

Fonte: Mesma da tabela 1.

Dispõe-se ainda de informações de custos detalhadas para as máquinas 1 e 9, que permitem o aprofundamento das causas das variações de custo de produção (entre máquinas). Esta comparação fica prejudicada pelo fato de a menor máquina ser distinta das demais por produzir um cereal processado de qualidade inferior, o que distorce a relação custo/saca. Entretanto, seu processo produtivo é bastante semelhante ao das demais, diferindo principalmente quanto à composição da matéria-prima requerida por seu modelo<sup>(47)</sup>.

Embora não sejam disponíveis os custos em todas as seções da planta, a tabela 9 abaixo mostra que o custo total da mão-de-obra por saca da máquina grande é inferior em 37,0% em relação à outra, valor compatível com os da tabela 7. Ademais, a variação de custos e horas trabalhadas por saca por seção da planta indica que há reduções nas seções de carpintaria, funilaria e punção. A relação é inversa na solda e pintura. Estas informações mostram que, com a alteração de modelos, altera-se a utilização das várias seções, não

havendo uma distribuição uniforme de ganhos e perdas entre elas.

As seções de carpintaria e de funilaria, onde houve os maiores ganhos, operam principalmente com as paredes e as estruturas dos diferentes modelos. Como os custos de montagem e de preparação deste tipo de material têm pouca relação com o tamanho da máquina do ponto de vista da utilização de mão-de-obra, e como estas estruturas e paredes maiores comportam um crescimento não-linear de sua capacidade de receber outros componentes maiores e mais produtivos, parece claro que estes custos devam cair por saca à medida que se amplia a capacidade dos modelos<sup>(48)</sup>. As perdas das seções de solda devem-se à maior utilização de serviços de funilaria, mas representam menos de 1% do custo de mão-de-obra. No caso da pintura, embora se pudesse esperar uma relação negativa, isto não ocorre devido à

(47) As informações utilizadas foram obtidas antes da máquina 1 ser produzida em lotes.

(48) Esta alteração nos vários componentes de custos quando se altera o modelo da máquina e o tipo de ganho tecnológico existente está associada a princípios gerais de engenharia que nada tem a ver com as condições locais de produção (tipo de mão-de-obra, diferença de preços relativos de matérias-primas e mão-de-obra etc.).

maior utilização de peças metálicas (componentes, ferros em geral). As perdas da seção de usinagem devem-se à maior complexidade das máquinas maiores, que exigem maior precisão e maior quantidade de ferro fundido a ser usinado.

### Mudança Tecnológica de Processo

Nesta seção acompanharemos a mudança tecnológica ocorrida no processo produtivo da firma entendido de forma global através do tempo. Note-se que no período de 1935 a 1980 a produtividade do trabalho cresceu em média anual de 2,50% e a total de 1,14% (embora o teste de Spearman não mostrasse para este último indicador uma tendência estatisticamente significativa) indicando que o conjunto de alterações promoveu resultados substanciais apesar das variações ocorridas entre os vários períodos, como vimos anteriormente. A seguir passaremos à comparação da evolução da produtividade da mão-de-obra da firma como um todo com a da seção de Borracha.

### O Processo Produtivo

Os fatores que condicionaram mais fortemente a evolução do processo produtivo da firma foram: a existência de uma demanda pequena e com fortes oscilações de curto prazo e um processo produtivo por natureza descontínuo<sup>(49)</sup>, tornando sempre complexa a organização da produção. Embora crescente, a demanda de cada tipo de produto e de seus modelos variados não permitiu que a firma mudasse substancialmente muitas características de seu processo produtivo, a não ser em casos recentes e que estão ainda em fase inicial. Ademais, a firma viveu, por longos anos,

(49) O processo produtivo da maior firma produtora de máquinas de processar cereais é ainda hoje descontínuo. A produção também é organizada segundo "ilhas" de máquinas, como vimos anteriormente.

num ambiente industrial pouco desenvolvido em termos de fornecedores de serviços, peças e acessórios, o que a levou a adotar (pelo menos até os últimos anos) uma política de integração vertical, tornando ainda mais descontínua e complexa a atividade de organização da produção. Como a firma contou, desde o início de suas operações, com um mercado doméstico protegido dos competidores internacionais, dentro de um mercado composto por menos de 6 firmas no seu produto mais importante (sendo que quase todas elas também atuam numa extensa linha de produtos para a agricultura) e como a liderança da política de preços pertence há vários anos a esta firma (que não dispunha de controles de custo mais efetivos), houve poucos estímulos para modificações de processo (ou de reduções de custo de produção). Ademais, estas firmas não dispõem de estrutura de custos detalhada ao nível de produto<sup>(50)</sup>, que lhes permitiria controlar e, portanto, implementar outro tipo de orientação produtiva. O padrão competitivo sempre foi ligado mais à política de produtos que de preços. Somente nos últimos poucos anos houve uma preocupação de maior padronização da produção, de tornar o processo produtivo menos descontínuo através da produção em séries, o que se observa nos produtos de maior demanda (as máquinas menores) abandonando aos poucos a produção sob encomenda (com prazos de entrega em torno de 30 a 60 dias, como regra, em condições normais de mercado). A organização da produção sempre esteve ligada a alguns poucos encarregados<sup>(51)</sup>, não apresentando alterações maiores na sua forma de administração, embora tenha crescido o número de seções (e encarregados), especialmente até o final da década de 40.

(50) Somente nos últimos anos a firma passou a contar com estudos de custos de alguns produtos mais importantes.

(51) Ver no anexo um organograma recente da firma que dá uma imagem da organização do processo produtivo.

### Evolução do Processo Produtivo

O processo produtivo da firma sofreu grande transformação nos primeiros anos de funcionamento. Inicialmente era uma pequena oficina, apresentando um inevitavelmente baixo grau de divisão de trabalho. Com o passar dos anos, a firma cresceu e houve uma maior especialização das atividades produtivas. Foram criadas as seções de Carpintaria, de Pedra, Funilaria e Usinagem (que se desdobra em torno, furadeiras, punção, plaina etc.), Montagem, Pintura e Embalagem como unidades autônomas, com mestres e encarregados específicos (ver tabela 16 — a atual organização da produção). A administração separou-se com maior clareza da produção a partir do final da década de 40. Embora não se disponha de informações detalhadas<sup>(52)</sup> é provável que por volta de 1950 já houvesse quadro de divisão de trabalho na produção inteiramente implementado

Na década de 40 foram incorporadas ao processo produtivo novas atividades: as seções de Fundição e Borracha foram criadas na firma, ambas com coeficientes técnicos distintos dos demais (exigindo uma relação capital/trabalho diferente, distorcendo portanto os indicadores de produtividade da mão-de-obra e total, sendo difícil determinar o efeito destas novas atividades, pois não há informações detalhadas sobre o produto, compra de matéria-prima e peças). A Manutenção e a Ferramentaria ganharam autonomia.

A partir de 1950 o processo produtivo manteve-se relativamente inalterado enquanto divisão de trabalho entre seções, segundo informações obtidas junto ao pessoal mais antigo da firma. O crescimento ocorreu através da incorporação de mais máquinas e pessoal, mas mantendo praticamente inalterado o número de chefes e

encarregados<sup>(53)</sup>, o que dificultou o controle da produção. Aparentemente, os grandes ganhos em termos de divisão de trabalho deixam de ocorrer a partir deste período. Mesmo a mudança de instalações ocorrida a partir de 1965, que significou uma ampliação da capacidade instalada, não implicou alterações substanciais na organização do processo produtivo. O mesmo *layout* foi reproduzido em maiores dimensões, sem alterações importantes. Somente no início da década de 60 observaram-se algumas alterações na parte administrativa, que passou a crescer mais que o emprego total, subdividindo as tarefas de compras, de vendas e com a contabilidade iniciando novos tipos de controles de custos.

Evidentemente, muitas alterações continuavam ocorrendo. A Fundição cresceu e modernizou-se. O mesmo ocorreu com a seção de Borracha. Foram incorporadas novas máquinas na Mecânica (tornos, furadeiras, plainas etc.) e na Carpintaria. Muitos destes novos equipamentos foram produzidos internamente<sup>(54)</sup>, o que é compatível com a política de integração vertical, satisfazendo também às necessidades específicas de seu próprio processo produtivo

(53) Ver página 26 para maiores detalhes sobre este ponto.

(54) Os registros de maquinário indicam que 52 máquinas-ferramentas foram produzidas para a própria firma a partir de 1974, primeiro ano de produção deste setor. Mas os efeitos da existência deste tipo de conhecimento técnico não se limitaram apenas à seção de usinagem, facilitando a produção de máquinas especiais para outras atividades do processo produtivo da firma. Note-se que se entre 1960 e 1974 não há registro de produção de nenhuma máquina especial, a partir de então foram construídas três prensas, três guilhotinas e duas máquinas de toronar borracha, todas elas destinadas ao setor de borracha. Foram construídas máquinas para encher brunidores e placas para endireitar chapas, todas elas representando pequenas inovações de produto que alteraram significativamente os processos produtivos para os quais se destinam.

(52) Esta informação foi fornecida por um empregado que trabalha na firma desde 1936.

e mantendo um nível de atividades mais uniforme (a produção destas máquinas cresceu principalmente em momentos de crise de demanda) no tempo. Até mesmo as obras de construção civil foram realizadas pela firma (praticamente todas as instalações foram feitas com recursos e mão-de-obra da firma).

Somente nos últimos anos a firma começou a exercer maior controle sobre o processo produtivo. A máquina de menor capacidade produtiva passou a ser produzida em série (lotes de 30 máquinas), com completa explosão<sup>(55)</sup> de seus componentes, peças e acessórios. Foi criada uma seção de Planejamento e Controle de Produção. Um engenheiro mecânico foi incorporado ao quadro de pessoal (o primeiro na história da firma). Buscou-se uma maior padronização de máquinas. A Contabilidade passou a acompanhar custos de produção dos principais produtos, influenciando decisivamente na política de preços<sup>(56)</sup>.

#### **Comparação da Evolução da Produtividade da Mão-de-Obra no Setor de Borracha com a Produtividade da Firma como um Todo**

Nesta seção compararemos a evolução recente da produtividade da mão-de-obra no setor de Borracha<sup>(56)</sup> com a produtividade da mão-de-obra do restante da firma.

(55) Explosão significa uma descrição detalhada de cada item da máquina na linguagem de "Programação e Controle da Produção". No início da evolução da firma era possível centralizar em poucas pessoas as atividades de compras de matérias-primas, a política de pessoal e chegar a definir preços finais que guardavam relações estreitas com os custos ocorridos. Com o crescimento da firma e o aumento da divisão interna de trabalho, estas atividades ficaram separadas entre várias pessoas e exigindo esforços sistemáticos de juntar as várias informações, o que somente se obteve com a seção de custo.

(56) O setor de Borracha representa pequena parcela do faturamento e seus produtos estão ligados apenas às máquinas de processar cereais.

O setor de Borracha tem características de processo produtivo contínuo, ou, pelo menos, é muito menos descontínuo do que as outras atividades da firma. Instalado (desde a origem), em construção própria, tem um encarregado próprio, que é subordinado diretamente à mais alta administração da firma. A inter-relação de seu processo produtivo com os demais setores da firma é bastante restrita, limitando-se aos serviços de manutenção, compra de matérias-primas (específicas para a borracha), venda do produto final e, esporadicamente, através da demanda pela construção de máquinas especiais. Internamente à seção de Borracha as atividades estão bastante interligadas, havendo uma trajetória bem definida entre as várias fases do processamento das matérias-primas até chegar ao produto final. Tem, portanto, atividades bastante rotineiras e sincronizadas. O equipamento que utiliza é específico para cada fase do processo produtivo<sup>(57)</sup>. O setor de Borracha esteve sujeito a um processo de investimento de proporções comparáveis ao restante do setor<sup>(58)</sup> a partir de 1973/74 e houve mudança da chefia em 1975, com a contratação de um técnico sem educação formal, mas com vários anos de trabalho em atividades semelhantes em outra firma da região<sup>(59)</sup>, que trouxe outros padrões de organização e controles de produção mais rígidos (tanto em termos de aferição da produtivida-

(57) Este setor tem política de mão-de-obra relativamente independente do resto da firma. Utiliza com maior frequência férias coletivas, trabalha com facilidade um número maior de horas que o turno padrão, o que reflete a interligação estreita entre as várias atividades.

(58) Não há registros que permitam a aferição exata do volume de investimentos no setor Borracha no período, mas a administração mais alta da firma supõe ser comparável ao que ocorria nas demais seções da fábrica.

(59) Este fato exemplifica a importância de se dispor de uma infra-estrutura industrial desenvolvida para a obtenção de mão-de-obra mais qualificada.

de da mão-de-obra, como em termos de controle de qualidade).

A comparação da evolução da produtividade da mão-de-obra do setor Borracha a partir de 1975<sup>(60)</sup> com o restante da firma (tabela 10) indica que no setor Borracha houve um aumento persistente daquele indicador ao passo que nada de semelhante ocorreu na firma como um todo no período de 1971 a 1980.

No caso do setor Borracha a produtividade da mão-de-obra cresceu 65,2% entre 1975 e 1980, havendo um ganho persistente no tempo, somente interrompido pela redução de demanda e produção em 1977. A comparação de dois anos de volume de produção semelhante (1976 e 1980) mostra que o crescimento da produtividade da mão-de-obra não foi influenciado demasiadamente pelo aumento de produção. O volume de horas trabalhadas decresceu, em valores absolutos, a partir de 1976, apesar do aumento de produção.

Para a firma como um todo não se observou qualquer tendência clara no comportamento da produtividade da mão-de-obra, embora se disponha de uma série que vai de 1971 a 1980. A produtividade da mão-de-obra medida pela relação entre o volume de produção em peso das máquinas de processar cereais<sup>(61)</sup> (produção I da tabela 10) e o número de horas trabalhadas<sup>(62)</sup> não apresentou qualquer tendência definida, crescendo até 1973 e caindo a partir de então para atingir no

final do período um valor próximo ao inicial. A produtividade da mão-de-obra medida pela relação entre o valor agregado (produção II da tabela 10) e o número de pessoas na firma oscilou fortemente, sem apresentar tendência definida alguma. O teste de Spearman, apresentado anteriormente para esta série não indicou tendência estatisticamente significativa. Ambos os indicadores da produtividade da mão-de-obra da firma como um todo para o período posterior a 1970 são consistentes ao não indicar tendência definida.

A elevação da produtividade da mão-de-obra do setor Borracha explicar-se-ia principalmente por dois fatores. De um lado, justifica-se pela mudança de chefia de nível médio, associada ao investimento em maquinaria que permitiram modificações no processo produtivo do setor Borracha, embora em outros setores da firma tivesse ocorrido novos investimentos e também, em alguns casos, alterações de chefia, sem que entretanto se observassem mudanças substanciais na produtividade de mão-de-obra<sup>(63)</sup>. Por outro lado, é da própria natureza de processos produtivos mais contínuos que pequenas alterações no balanceamento das várias atividades, tais como a utilização de controles mais efetivos sobre pontos de estrangulamento da produção (através de pequenos ajustes ou pela aquisição de novos equipamentos), a utilização mais cuidadosa de procedi-

(60) Não há informações sobre a produtividade da mão-de-obra anteriores a 1975, mas se supõe que tivesse permanecido constante por muitos anos.

(61) Este indicador é relativamente pobre pois não inclui a produção de peças de reposição e os outros produtos agrícolas, sendo que a composição da produção se altera ano a ano entre estes vários itens.

(62) O número de horas trabalhadas exclui as seções de máquinas-ferramentas e a fazenda. Inclui as horas extras.

(63) Outro setor da firma que é reconhecido como tendo apresentado um saldo na produtividade do trabalho, embora não se disponha de informações mais precisas, foi na construção de uma linha de produção das máquinas de processar cereais de menor porte. Este projeto (a máquina foi metalizada, mas com modelo bastante próximo ao anterior) e seu processo de produção foram feitos pelo engenheiro em 1980. Também neste caso a forma de produção foi tornada mais contínua porque há uma demanda maior e mais constante deste modelo, o que viabilizou a produção em lotes pequenos, mas assim este setor permanece parado periodicamente.

**TABELA 10**  
**INDICADORES DE PRODUÇÃO E PRODUTIVIDADE**  
**DO SETOR BORRACHA E DA FIRMA COMO UM TODO**

|  | 1971  | 1972  | 1973  | 1974  | 1975  | 1976  | 1977 | 1978  | 1979  | 1980             |
|--|-------|-------|-------|-------|-------|-------|------|-------|-------|------------------|
| Volume de produção de Borracha (a)       | —     | —     | —     | —     | 100,0 | 143,2 | 97,3 | 109,1 | 122,2 | 139,3            |
| Produção/emprego (b) de Borracha         | —     | —     | —     | —     | 100,0 | 106,6 | 94,4 | 120,4 | 150,5 | 165,2            |
| Volume de produção da firma total I (c)  | 67,5  | 122,7 | 182,4 | 112,7 | 100,0 | 109,6 | 56,2 | 60,8  | 93,3  | 120,7            |
| Produção I/emprego                       | 89,4  | 137,7 | 185,9 | 107,5 | 100,0 | 90,0  | 60,5 | 63,9  | 89,9  | 85,7             |
| Volume de produção da firma total II (d) | 110,2 | 137,3 | 147,1 | 129,4 | 100,0 | 170,5 | 81,7 | 119,0 | 183,6 | 301,6<br>(220,4) |
| Produção II/emprego                      | 141,8 | 159,1 | 139,1 | 129,7 | 100,0 | 138,8 | 96,0 | 131,4 | 156,4 | 239,9<br>(175,3) |

Notas: (a) A produção da seção de Borracha foi medida em unidades do seu produto mais importante.

(b) O emprego do setor Borracha foi medido em horas de trabalho.

(c) A produção I foi medida em peso das máquinas agrícolas, sem considerar peças de reposição e outros produtos agrícolas, excluindo máquinas-ferramentas. O emprego excluiu os homens em máquinas-ferramentas e da fazenda.]

(d) A produção II foi a utilizada na tabela 12.

Fonte: Dados da Firma.

mentos visando à redução de paradas (através da utilização de manutenção preventiva) produzem resultados substanciais em prazos curtos. Finalmente a liberdade de trabalhar em ambiente pouco afetado pelas constantes mudanças de produtos a cada recomposição da demanda, que ocorrem em praticamente todos os demais setores produtivos da firma, permitiram que o setor de Borracha tivesse apresentado a rápida evolução da produtividade da mão-de-obra, embora no resto da firma este indicador permanecesse sem nenhuma tendência definida.

## Conclusões

É sempre difícil fazer um resumo das principais contribuições de um trabalho desta natureza, devido à multiplicidade de temas que aborda. Ainda assim, alguns poucos pontos, tratados mais diretamente, merecem ser destacados.

Inicialmente há que se salientar que, ao

longo de mais de 50 anos, a firma promoveu substancial mudança tecnológica, que se refletiu no seu processo produtivo e nos vários modelos de produtos.

O processo produtivo alterou-se substancialmente, pois a firma iniciou suas atividades como uma pequena oficina, que utilizava equipamento rudimentar e empregava alguns trabalhadores e se transformou, ao final do período, em uma planta de porte médio, que emprega centenas de trabalhadores e conta com equipamento avançado. Mas, apesar de todo o crescimento, a firma permaneceu com um processo produtivo descontínuo na maioria de suas atividades, tal como ocorre com a maior firma do ramo existente no mundo. Devido à estreiteza e instabilidade da demanda, a produção de cada modelo permaneceu pequena para que se adotasse um processo de produção com maiores atributos de continuidade na maioria das atividades. Ou seja, a firma permaneceu com equipamento de tipo universal, utilizando

de rotinas de trabalho pouco rígidas, com longo ciclo de produção. As necessidades de crescimento e a precariedade da infraestrutura industrial levaram a firma a adotar uma política de integração vertical que dificultou ainda mais a organização do processo produtivo. O empecilho que processos produtivos descontínuos impõem pôde ser avaliado através da comparação da produtividade da mão-de-obra da firma como um todo com o setor de Borracha (cujas atividades podem ser consideradas contínuas) nos últimos anos, tendo sido encontradas evidências de que as respostas a novos investimentos e as alterações na administração de nível médio foram rápidas e intensas neste último setor, ao passo que nada de semelhante ocorreu no resto da firma.

Observou-se que o indicador da produtividade total acusou um resíduo tecnológico praticamente nulo entre 1935 e 1980, ou seja, o crescimento da produção pôde ser explicado pela acumulação de fatores (capital e mão-de-obra). Mas a produtividade do trabalho cresceu ao longo do tempo, respondendo, ainda que com defasagens de amplitude variável, à acumulação de capital, que elevou, ao longo dos anos, a relação capital/trabalho. O crescimento da produtividade da mão-de-obra deveu-se à melhoria do equipamento e da mão-de-obra utilizados, que também refletem o longo processo de aprendizagem.

Há que se destacar também que o processo produtivo da firma seguiu uma trajetória própria, bastante independente do que ocorria no mesmo setor nos países da fronteira tecnológica. As restrições impostas pelo grau de desenvolvimento da infraestrutura industrial, o tipo de mão-de-obra disponível, os diferentes preços relativos das várias matérias-primas e produtos, as restrições à importação de equipamentos exigiram soluções próprias. A acumulação de experiência tecnológica no processo produtivo foi bastante ampla, não se limitando à criação de máquinas especiais,

mas exigiu respostas próprias aos permanentes problemas de um setor de processo produtivo descontínuo, onde nem sempre se pôde contar com as melhores condições técnicas para executar cada tarefa.

O organização da firma não sofreu grandes alterações, a não ser nos últimos anos. A administração de nível médio permaneceu relativamente inalterada, pelo menos nos últimos trinta anos, cabendo aos encarregados (treinados dentro da própria firma) a organização (e controle) de cada setor. Com o acesso da segunda geração ao comando da firma observou-se uma mudança de orientação que se refletiu no reconhecimento de que a infraestrutura industrial já permitia abandonar a rígida política de integração vertical, por exemplo com a utilização de serviços externos. A firma entendeu também que o mercado já podia oferecer mão-de-obra de nível de qualificação melhor que o treinado dentro da firma para algumas atividades, como foi o caso da contratação de um engenheiro e técnicos mais especializados para algumas seções. A ênfase estritamente de produção que caracterizava a primeira geração começou a ser reformulada, executando pesados investimentos na parte administrativa.

A mudança tecnológica de produto também foi substancial. A firma iniciou suas atividades produzindo um único modelo de máquina para processar cereais, baseado em similar importado, e aos poucos foi lançando novos modelos, cada vez mais complexos, de maior capacidade produtiva e incorporando novos acessórios que permitiram a melhoria de qualidade de cereal a ser processado. O período de maior intensidade de lançamento de modelos de máquinas de processar cereais ocorreu nos primeiros anos de atividades, quando havia uma trajetória clara de aperfeiçoamento, mas não cessou a partir de então. Neste período o fundador responsável pela parte técnica era a figura mais dominante da firma. A firma consolidou

neste período sua liderança no mercado. A partir de então houve numerosos pequenos aperfeiçoamentos nos vários modelos de máquinas de processar cereais, devidos à melhoria do equipamento da planta e a novos desafios que foram surgindo. Note-se que a produção de máquinas de processar cereais não apresentou grandes saltos tecnológicos mesmo nos países da fronteira tecnológica a partir de então.

No que se refere às máquinas de processar cereais foi feito um exercício que indicou que com o lançamento das máquinas maiores foi possível reduzir substancialmente o custo do processamento do cereal, sendo que grande parte destes ganhos foram absorvidos pelos clientes da firma.

Mas a atividade de inovação de produtos não se restringiu às máquinas de processar cereais. A firma, na tentativa de reduzir os efeitos das flutuações de demanda de máquinas de processar cereais e na busca de novos caminhos de expansão, procurou, persistentemente, lançar novos produtos, inicialmente destinados à agricultura e, nos últimos anos, para o setor de bens de capital propriamente dito, como as máquinas-ferramentas, que exigiram grau de sofisticação tecnológica muito superior (tanto em termos de maquinário como mão-de-obra).

O processo de mudança tecnológica de produto, incluindo os pequenos aperfeiçoamentos de produtos como as maiores inovações, ocorreu de forma gradual ao longo do tempo. Foi um caminho caracterizado por etapas iniciais mais simples e avançado em direção ao mais complexo do ponto de vista tecnológico. O volume de inovações apresentou variações ao longo do tempo, tendo sido influenciado principalmente pela disponibilidade de fundos, pelas características de mercado dos vários produtos e fatores de produção e do tipo de orientação da mais alta administração.

## Anexo

### A Série de Produto (Valor Adicionado)

A série de produto da firma (valor adicionado) foi medida pelo valor do faturamento anual com a totalidade de produtos excluídas as máquinas não-agrícolas, deflacionado pelo Índice Geral de Preços (*Conjuntura Econômica*, coluna 2 e HADDAD<sup>(64)</sup>) de 1935 a 1952 e deflacionado pelo Índice de Preços Interno a partir de então, tendo sido subtraído o valor dos gastos anuais com as matérias-primas destinadas a estes produtos (deflacionado pelo Índice 2 da *Conjuntura Econômica* e HADDAD) ou seja, eliminando os gastos com matérias-primas utilizadas para outros fins (máquinas não-agrícolas, construção de edifícios etc.).

As principais críticas a este indicador são:

- a. O faturamento mede o valor das vendas e não a produção efetiva do período. Apesar de se ter trabalhado com dados anuais houve grandes variações de estoques de produtos acabados e semiacabados entre as várias datas. Parte das oscilações da produção (e portanto dos indicadores da produtividade, total e da mão-de-obra) são explicados por este fato. Mas por se tratar de informações anuais, parte das oscilações de curto prazo da demanda e produção não foi captada<sup>(65)</sup>.
- b. Houve importantes variações na composição da produção ao longo dos anos, variando os modelos das máquinas de processar cereais en-

(64) Ver HADDAD, C. Growth of Brazilian Output, 1900-1947. Tese de Doutorado apresentada à Universidade de Chicago, 1974.

(65) As oscilações de curto prazo da produção não afetam diretamente nosso estudo que busca obter tendências de longo prazo.

trando e saindo numerosos produtos não-tradicionais. No que se refere às máquinas de processar cereais houve nos últimos anos uma tendência ao crescimento mais que proporcional das máquinas maiores e menores em detrimento das médias. Pode-se argumentar que o volume de produção poderia ser medido pelo total da capacidade de processar cereais destas máquinas. Entretanto não há informações disponíveis para este tipo de procedimento para uma série anterior a 1970;

c. Houve variações na qualidade das máquinas (de processar cereais ou não) ao longo do tempo, que não puderam ser captadas;

d. O índice de despesas com matérias-primas apresentou grandes oscilações de ano para ano, que dependeram das formas de ajustes de preços utilizados pela firma para avaliar seus estoques. Ademais, as alterações do grau de integração vertical (com a inclusão dos setores de Fundação, Borracha e a contratação de serviços externos) tiveram efeitos sobre o consumo de matérias-primas que não puderam ser quantificados;

e. Os deflatores de preços dos produtos da firma utilizados foram a *Conjuntura Econômica* e HADDAD para o período de 1935 a 1952 (tabela 11) por serem os únicos disponíveis para este período. A partir de então reconstruímos a série de preços dos principais modelos de máquinas de processar cereais. A dificuldade é que não se dispõe dos preços dos outros produtos e peças de reposição. No que se refere às matérias-primas utilizamos a coluna 2 da *Conjuntura Econômica* que reflete a diversidade de tipos de matérias-primas consumida pela firma com maior precisão que qualquer outro índice de preços disponível.

TABELA 11  
ÍNDICES DE PREÇOS

| Ano  | Índice Geral de Preços<br>Base: 65/67 = 100 | Índice de Preços Interno Base: 65/67 = 100 |
|------|---|--|
| 1938 | 0,292                                       |  |
| 39   | 0,298                                       |  |
| 1940 | 0,318                                       |  |
| 41   | 0,350                                       |  |
| 42   | 0,407                                       |  |
| 43   | 0,475                                       |  |
| 44   | 0,573                                       |  |
| 45   | 0,656                                       |  |
| 46   | 0,765                                       |  |
| 47   | 0,856                                       |  |
| 48   | 0,916                                       |  |
| 49   | 0,981                                       |  |
| 1950 | 1,09  |  |
| 51   | 1,27  |  |
| 52   | 1,42  | 1,45                                       |
| 53   | 1,63  | 1,56                                       |
| 54   | 2,07  | 2,04                                       |
| 55   | 2,41  | 2,48                                       |
| 56   | 2,89  | 2,92                                       |
| 57   | 3,30  | 3,31                                       |
| 58   | 3,73  | 3,98                                       |
| 59   | 5,14  | 3,98                                       |
| 1960 | 6,64  | 7,12                                       |
| 61   | 9,10  | 9,56                                       |
| 62   | 13,80                                       | 18,42                                      |
| 63   | 24,2  | 38,50                                      |
| 64   | 46,1  | 52,57                                      |
| 65   | 72,3  | 69,42                                      |
| 66   | 99,8  | 101,02                                     |
| 67   | 128   | 129,56                                     |
| 68   | 159   | 160,93                                     |
| 69   | 192   | 190,09                                     |
| 1970 | 230   | 232,15                                     |
| 71   | 277   | 280,37                                     |
| 72   | 324   | 356,66                                     |
| 73   | 373   | 493,74                                     |
| 74   | 480   | 804,22                                     |
| 75   | 613   | 1.531,12                                   |
| 76   | 866   | 1.971,90                                   |
| 77   | 1.236                                       | 2.793,84                                   |
| 78   | 1.714                                       | 3.718,46                                   |
| 79   | 2.641                                       | 4.177,99                                   |
| 1980 | 5.282                                       | 9.068,06                                   |

Fonte: *Conjuntura Econômica*, HADDAD, C. *Growth of Brazilian Real Output, 1900-1947*, tese de doutoramento pela Universidade de Chicago, 1974; dados próprios da firma.

Foi construída também uma série de produção medida pelo total de toneladas de máquinas de processar cereais produzidas (tabela 12) para o período de 1970 a 1980. Este indicador é mais pobre que o anterior porque não inclui as outras máquinas destinadas para a agricultura e as

TABELA 12  
ÍNDICE DE PRODUÇÃO

| Ano  | Índice de Peso | Índice de Valor da Produção | Índice de Unidades Produzidas | Índice de Capacidade Produtiva das Máquinas |
|------|----------------|-----------------------------|-------------------------------|---|
| 1970 | 100,0          | 100,0                       | 100,0                         | 100,0                                       |
| 1971 | 86,7           | 81,6                        | 83,7                          | 88,2  |
| 1972 | 157,5          | 101,7                       | 152,2                         | 159,5                                       |
| 1973 | 234,2          | 108,9                       | 224,1                         | 238,0                                       |
| 1974 | 144,7          | 95,8                        | 143,3                         | 144,6                                       |
| 1975 | 128,4          | 74,1                        | 135,9                         | 132,1                                       |
| 1976 | 140,7          | 126,3                       | 135,2                         | 144,4                                       |
| 1977 | 72,2           | 60,5                        | 66,7                          | 75,3  |
| 1978 | 98,1           | 88,1                        | 87,4                          | 92,9  |
| 1979 | 131,5          | 136,0                       | 145,6                         | 128,3                                       |
| 1980 | 214,4          | 223,3                       | 214,4                         | 215,0                                       |

Fonte: Mesma da tabela 1.

peças de reposição, sendo que a produção destes itens tendeu a crescer mais no período em que a produção de máquinas de processar cereais era menor e vice-versa, numa tendência anticíclica. Ou seja, este indicador tendeu a aprofundar as variações da produção em relação ao que efetivamente ocorreu. De qualquer forma este indicador tendeu a acompanhar de perto o resultado que se obtém com o indicador acima, no período de 1970 a 1980 (tabela 12).

Foi construída também uma série de produção medida pelo número de máquinas de processar cereais para o período de 1970 a 1980, sendo evidentemente mais pobre que o indicador anterior. Finalmente foi construída uma série que mede o valor total da capacidade das máquinas produzidas que também tendeu a acompanhar os demais indicadores de produção (também a partir de 1970).

Ao longo do estudo utilizamos principalmente a primeira série, pois é a que melhor reflete o comportamento da firma, além de ser a única disponível para um período mais longo que os últimos onze anos.

### O Capital

Para a construção da série de estoques de capital foram utilizadas informações de balanço para os seguintes tópicos:

- a. *Maquinismo e Ferramentas*  
A partir da avaliação do estoque de capital inicial foram estimados os outros valores até 1935 através de extrapolação geométrica. Desde então obtiveram-se informações ano a ano das novas adições, em valores deflacionados pelo Índice Geral de Preços, (coluna 2 da *Conjuntura Econômica*) descontando a taxa de depreciação anual de 8%. Subtraíram-se os investimentos realizados fora das seções de máquinas agrícolas.
- b. *Veículos, Biblioteca, Matrizes e Modelos*  
Foram adotados os mesmos procedimentos do item a acima, inclusive a mesma taxa de depreciação.
- c. *Imóveis, Móveis e Utensílios, Instalações, Edifícios em Construção e Laboratórios.* O mesmo procedimento acima, mas com taxa de depreciação

ção de 3% a.a. Subtraíram-se os investimentos relativos à compra da fazenda e os gastos com a implantação de filiais de vendas.

A partir da soma de  $a$ ,  $b$  e  $c$  foi obtida a série de capital instalado total. A partir da soma dos itens Maquinismo e Ferramentas, Veículos, Matrizes, Modelos, Instalações e Laboratório foi construída a série de capital instalado na produção (tabela 13).

A seguir foi construída a série de capital utilizado adotando o seguinte procedimento:

- a. Foi ajustada para cada ano da série de capital instalado total pela mínima relação capital/produto do período de 1935 e 1980, supondo que esta relação seja de pleno emprego do capital. O cálculo se baseou na seguinte fórmula<sup>(66)</sup>:

$$K_t^* = \text{Min} \left( \frac{k}{p} \right) P_t$$

onde  $K_t^*$  é o capital efetivamente utilizado no ano  $t$ ,  $P_t$  é a produção no ano  $t$  e  $\text{Min} \left( \frac{k}{p} \right)$  observada em todo o período<sup>(67)</sup> (que foi a de 1960<sup>(67)</sup>).

A utilização deste método para se determinar o volume de capital efetivamente utilizado tem implícitas as hipóte-

(66) Foi adotado o mesmo procedimento de CASTANHO, A., KATZ, J. & NAJAVAS, F *op. cit.*

(67) Foi adotada uma única relação capital/produto, por se tratar de um ano em que a firma já havia consolidado seu processo produtivo que não se alterou demasiadamente desde então. Os altos índices de capacidade ociosa verificados no final do período resultaram dos planos de expansão de longo prazo (principalmente com a construção de edifícios e instalações), havendo o reconhecimento por parte da firma da existência de altos níveis de capacidade ociosa atualmente.

ses de que a elasticidade de substituição entre o capital e trabalho é nula; existem rendimentos constantes de escala<sup>(68)</sup> e o progresso tecnológico é nulo. Se houver possibilidade de variar a relação capital/trabalho, quando variam por exemplo os preços relativos destes fatores, a relação capital/produto deve variar ao longo do tempo, para que a firma permaneça em equilíbrio. Se houver rendimentos crescentes de escala, a relação capital/produto deve cair neste intervalo e o procedimento acima superestima o volume de capital efetivamente utilizado. O mesmo ocorre se houver progresso tecnológico neutro, sendo que o procedimento acima superestima ainda mais se o progresso tecnológico poupar capital.

Existem dois outros métodos muito utilizados para se estimar a capacidade ociosa existente. O primeiro procura obter informações diretas sobre o nível de utilização da planta, que não pôde ser adotado para períodos mais distantes da história da firma. O outro determina os anos de "pico" da produção. A seguir ajusta uma tendência exponencial através destes anos. A seguir compara-se o volume de produção efetivo com os estimados e se determina o volume de capacidade ociosa. A crítica maior a este procedimento é que utiliza somente dados de produção. Implícitamente se supõe que a firma esteja aumentando seu estoque de capital de forma regular entre os anos de "pico" o que não se pode aceitar no caso desta firma.

### Pessoal Ocupado

A série da mão-de-obra foi medida pelo total de pessoal empregado na firma (excluídos os que trabalham na produção de máquinas não-agrícolas, fazenda e construção) no mês de dezembro de cada ano

(68) A utilização desta série de capital instalado impede que se teste a existência de rendimentos crescentes de escala, pois a variável capital fica associada à variável produção pelo tipo de procedimento utilizado.

TABELA 13  
ÍNDICES DE CAPITAL, MATÉRIA-PRIMA E SALÁRIOS

| Ano  | Denominação       |                           |                  |                                     |                   |                        |                  |
|------|-------------------|---------------------------|------------------|-------------------------------------|-------------------|------------------------|------------------|
|      | Capital Instalado | Produção (Valor Agregado) | Capital Produção | Capital Utilizado Capital Instalado | Capital Utilizado | Matéria-Prima Produção | Salário Produção |
| 1926 | 11,2              |                           |                  |                                     |                   |                        |                  |
| 27   | 21,8              |                           |                  |                                     |                   |                        |                  |
| 28   | 31,6              |                           |                  |                                     |                   |                        |                  |
| 29   | 41,0              |                           |                  |                                     |                   |                        |                  |
| 1930 | 50,5              |                           |                  |                                     |                   |                        |                  |
| 31   | 60,1              |                           |                  |                                     |                   |                        |                  |
| 32   | 69,1              |                           |                  |                                     |                   |                        |                  |
| 33   | 77,8              |                           |                  |                                     |                   |                        |                  |
| 34   | 85,7              |                           |                  |                                     |                   |                        |                  |
| 35   | 100,0             | 100,0                     | 100,0            | .3457                               | 100,0             | 100,0                  | 100,0            |
| 36   | 103,5             | 64,1                      | 161,4            | .2142                               | 64,1              | 135,4                  | 145,5            |
| 37   | 137,2             | 135,1                     | 99,3             | .3481                               | 135,1             | 173,6                  | 108,2            |
| 38   | 175,8             | 183,9                     | 95,6             | .3616                               | 183,9             | 166,0                  | 100,5            |
| 39   | 177,4             | 252,3                     | 70,3             | .4917                               | 252,3             | 107,7                  | 80,2             |
| 1940 | 180,8             | 194,4                     | 93,0             | .3718                               | 194,4             | 134,2                  | 101,0            |
| 41   | 200,7             | 256,4                     | 78,2             | .4258                               | 256,4             | 107,5                  | 67,4             |
| 42   | 256,5             | 373,2                     | 68,7             | .5031                               | 373,2             | 95,7                   | 52,7             |
| 43   | 303,5             | 486,0                     | 62,4             | .5536                               | 486,0             | 99,4                   | 41,7             |
| 44   | 294,1             | 468,9                     | 62,7             | .5513                               | 468,9             | 94,9                   | 45,1             |
| 45   | 354,6             | 559,6                     | 63,4             | .5456                               | 559,6             | 77,9                   | 46,8             |
| 46   | 404,3             | 595,8                     | 67,9             | .5095                               | 595,8             | 93,1                   | 60,8             |
| 47   | 463,9             | 689,2                     | 67,3             | .5137                               | 689,2             | 78,9                   | 68,5             |
| 48   | 464,8             | 938,4                     | 49,5             | .6980                               | 938,4             | 49,5                   | 53,1             |
| 49   | 504,6             | 989,6                     | 51,0             | .6781                               | 989,6             | 57,5                   | 58,1             |
| 1950 | 509,4             | 798,0                     | 63,8             | .5416                               | 798,0             | 95,7                   | 76,8             |
| 51   | 508,8             | 719,7                     | 70,7             | .4890                               | 719,7             | 69,5                   | 74,0             |
| 52   | 503,5             | 685,0                     | 73,5             | .4704                               | 685,0             | 58,5                   | 72,7             |
| 53   | 517,7             | 884,7                     | 58,5             | .5908                               | 884,7             | 54,5                   | 61,8             |
| 54   | 505,2             | 912,9                     | 55,3             | .6248                               | 912,9             | 58,4                   | 73,1             |
| 55   | 520,7             | 785,2                     | 66,3             | .5214                               | 785,2             | 73,5                   | 89,9             |
| 56   | 516,2             | 833,5                     | 61,9             | .5582                               | 833,5             | 61,9                   | 80,3             |
| 57   | 516,8             | 848,7                     | 60,9             | .5679                               | 848,7             | 64,8                   | 76,2             |
| 58   | 523,4             | 930,9                     | 56,2             | .6169                               | 930,9             | 76,0                   | 78,8             |
| 59   | 514,7             | 1488,9                    | 34,6             | 1.001                               | 1488,9            | 54,6                   | 43,3             |
| 1960 | 542,4             | 1033,6                    | 52,5             | .6588                               | 1033,6            | 118,4                  | 78,7             |
| 61   | 549,5             | 940,9                     | 58,4             | .5920                               | 940,9             | 91,9                   | 82,8             |
| 62   | 558,8             | 732,2                     | 76,3             | .4530                               | 732,2             | 123,3                  | 127,3            |
| 63   | 551,8             | 728,8                     | 75,7             | .4566                               | 728,8             | 133,0                  | 135,6            |
| 64   | 679,8             | 1619,1                    | 42,0             | .8235                               | 1619,1            | 55,2                   | 88,1             |
| 65   | 888,8             | 1916,3                    | 46,4             | .7455                               | 1916,3            | 38,5                   | 84,7             |
| 66   | 1002,1            | 1398,4                    | 71,7             | .4825                               | 1398,4            | 38,8                   | 105,6            |
| 67   | 1036,1            | 1311,4                    | 79,0             | .4375                               | 1311,4            | 45,3                   | 93,6             |
| 68   | 1211,9            | 1644,8                    | 73,7             | .4692                               | 1644,8            | 39,1                   | 88,7             |
| 69   | 1214,7            | 1394,3                    | 87,1             | .3969                               | 1394,3            | 42,4                   | 104,1            |
| 1970 | 1255,2            | 1599,4                    | 78,5             | .4405                               | 1599,4            | 43,4                   | 106,9            |
| 71   | 1262,2            | 1305,5                    | 96,7             | .3576                               | 1305,5            | 47,4                   | 124,9            |
| 72   | 1414,4            | 1626,5                    | 86,9             | .3976                               | 1626,5            | 64,3                   | 142,8            |
| 73   | 1777,7            | 1742,3                    | 102,0            | .3389                               | 1742,3            | 79,8                   | 155,5            |
| 74   | 2010,3            | 1532,3                    | 131,2            | .2635                               | 1532,3            | 83,1                   | 181,0            |
| 75   | 2675,4            | 1184,5                    | 225,9            | .1531                               | 1184,5            | 97,4                   | 270,3            |
| 76   | 3519,0            | 2020,0                    | 174,2            | .1985                               | 2020,0            | 47,7                   | 221,6            |
| 77   | 3744,5            | 967,7                     | 386,9            | .0893                               | 967,7             | 102,7                  | 359,9            |
| 78   | 4305,2            | 1409,6                    | 305,4            | .1132                               | 1409,6            | 60,2                   | 264,5            |
| 79   | 4763,3            | 2174,8                    | 219,0            | .1579                               | 2174,8            | 53,5                   | 214,4            |
| 1980 | 4889,1            | 3572,0                    | 136,9            | .2526                               | 3572,0            | 13,0                   | 103,5            |

Fonte: Mesma da tabela 1.

até 1969 (tabela 14). A partir de 1970 foi utilizada a média mensal de pessoal ocupado. O mês de dezembro parece ter um comportamento que reflete o padrão anual, embora tivesse variado substancialmente de mês a mês (tabela 15). Este tipo de problema, incontornável pela existência de mais informações, pode distorcer os indicadores de produtividade total e da mão-de-obra, no curto prazo. Entretanto os objetivos deste estudo são de obter tendências de longo prazo que não devem ter sido demasiadamente afetadas por estas distorções. Outra falha é de não ter sido possível computar o volume de horas extras, que ocorrem com freqüência nos períodos de "pico" de produção (os indicadores de produtividade da mão-de-obra ficam portanto superestimados para estes anos). A tabela 17 indica que o volume anual de horas oscilou entre cerca de 1% das horas totais trabalhadas num ano de baixa produção como 1977 a cerca de 10% num ano alto como 1980.

Foi também construída uma série utilizando apenas o pessoal na produção, para evitar que os ajustes diferenciais entre o volume de emprego na administração e produção que ocorrem quando varia o nível de produção afetassem nossos indicadores. Entretanto não houve diferenças maiores entre as duas séries de mão-de-obra no período de 1935 a 1980.

### A Produtividade Total

A produtividade total foi medida através da fórmula de Solow<sup>(69)</sup>. Ver na tabela 19 o procedimento utilizado.

TABELA 14  
NÚMERO DE PESSOAS EMPREGADAS

| Ano  | Operários | Não-Operários | Total |
|------|-----------|---------------|-------|
| 1938 | 100,0     | 100,0         | 100,0 |
| 39   | 82,6      | 200,0         | 85,9  |
| 1940 | 91,3      | 250,0         | 95,8  |
| 41   | 88,4      | 250,0         | 92,9  |
| 42   | 111,6     | 300,0         | 116,9 |
| 43   | 126,1     | 350,0         | 132,4 |
| 44   | 131,9     | 300,0         | 136,6 |
| 45   | 127,5     | 450,0         | 136,6 |
| 46   | 171,0     | 450,0         | 178,9 |
| 47   | 163,8     | 550,0         | 202,8 |
| 48   | 202,9     | 700,0         | 216,9 |
| 49   | 249,3     | 750,0         | 263,4 |
| 1950 | 271,0     | 800,0         | 285,9 |
| 51   | 226,1     | 900,0         | 245,1 |
| 52   | 250,7     | 950,0         | 243,7 |
| 53   | 231,2     | 1.000,0       | 253,5 |
| 54   | 265,2     | 1.050,0       | 287,3 |
| 55   | 230,4     | 1.100,0       | 254,9 |
| 56   | 234,2     | 1.100,0       | 259,2 |
| 57   | 239,1     | 1.250,0       | 267,6 |
| 58   | 271,0     | 1.250,0       | 298,6 |
| 59   | 250,7     | 1.150,0       | 276,1 |
| 1960 | 291,3     | 1.000,0       | 311,3 |
| 61   | 291,7     | 1.100,0       | 314,1 |
| 62   | 333,3     | 1.250,0       | 359,2 |
| 63   | 368,1     | 1.300,0       | 394,4 |
| 64   | 397,1     | 1.300,0       | 422,5 |
| 65   | 398,6     | 1.250,0       | 422,5 |
| 66   | 355,1     | 1.200,0       | 378,9 |
| 67   | 330,4     | 1.300,0       | 357,8 |
| 68   | 343,5     | 1.400,0       | 373,2 |
| 69   | 320,3     | 1.450,0       | 352,1 |
| 1970 | 318,8     | 1.500,0       | 352,1 |
| 71   | 346,4     | 1.650,0       | 383,1 |
| 72   | 379,7     | 2.000,0       | 425,4 |
| 73   | 482,6     | 1.850,0       | 521,1 |
| 74   | 450,7     | 1.900,0       | 491,6 |
| 75   | 442,0     | 2.250,0       | 492,9 |
| 76   | 576,8     | 2.400,0       | 605,6 |
| 77   | 391,3     | 2.150,0       | 419,7 |
| 78   | 440,6     | 2.300,0       | 446,5 |
| 79   | 597,1     | 2.600,0       | 578,9 |
| 1980 | 623,6     | 2.912,0       | 607,4 |

Fonte: Mesma da tabela 1.

(69) Ver SOLOW, R. Technical Change and the Aggregate Production Function. *Review of Economic and Statistics*, August 1957.

TABELA 15  
NÚMERO DE EMPREGADOS

| Ano  | N.º Médio do Ano | N.º em Dezembro |
|------|------------------|-----------------|
| 1970 | 100,0            | 100,0           |
| 71   | 99,9             | 108,8           |
| 72   | 118,9            | 120,0           |
| 73   | 130,8            | 148,0           |
| 74   | 139,8            | 139,6           |
| 75   | 136,7            | 140,0           |
| 76   | 168,2            | 178,4           |
| 77   | 134,3            | 125,2           |
| 78   | 134,3            | 140,0           |
| 79   | 156,1            | 185,6           |
| 80   | 178,3            | 185,3           |

Fonte: Mesma da tabela 1.

TABELA 16  
DISTRIBUIÇÃO DE EMPREGADOS  
POR SETOR DE FÁBRICA,  
PERÍODO RECENTE  
(em percentagem)

| Setor        | Execução | Supervisão | Número de Empregados Total(%) |
|--------------|----------|------------|-------------------------------|
| Contábil     | 4,3      | 6,7        | 4,4                           |
| Pessoal      | 1,0      | 3,3        | 1,1                           |
| Vendas       | 1,7      | 10,0       | 2,2                           |
| Faturamento  | 0,7      | 3,3        | 0,9                           |
| Suprimento   | 0,2      | 3,3        | 0,4                           |
| Geral        | 2,4      | 3,3        | 2,4                           |
| Portaria     | 1,9      | —          | 1,8                           |
| Transporte   | 2,1      | —          | 2,0                           |
| Borracha     | 5,7      | 6,7        | 5,8                           |
| Fundição     | 8,6      | 6,7        | 8,4                           |
| Construção   | 0,7      | —          | 0,7                           |
| Pedra        | 2,6      | 6,7        | 2,9                           |
| Engradado    | 3,1      | 3,3        | 3,1                           |
| Funilaria    | 14,8     | 13,3       | 14,7                          |
| Carpintaria  | 11,9     | 6,7        | 11,6                          |
| Montagem     | 1,9      | —          | 1,8                           |
| M. Operat.   | 10,3     | 6,7        | 10,0                          |
| Ferramenta   | 1,7      | 3,3        | 1,8                           |
| T. Plana     | 4,8      | 3,3        | 4,7                           |
| Mecânica     | 16,4     | 6,7        | 15,8                          |
| Almoxarifado | 1,7      | —          | 1,6                           |
| C.P.D.       | 0,7      | 3,3        | 0,9                           |
| Engenharia   | 0,1      | 3,3        | 1,1                           |
| Total        | 100,0    | 100,0      | 100,0                         |

Fonte: Mesma da tabela 1

TABELA 17

## NÚMERO DE HORAS TRABALHADAS

| Ano/Mês   | Total de Horas Normais:<br>Execução e Supervisão | Total de Horas Extras:<br>Execução e Supervisão | Horas Extras<br>Horas Normais |
|-----------|--|---|-------------------------------|
| 1977      |  |   |                               |
| janeiro   | 100,0  | 100,0   | 0,0247                        |
| fevereiro | 95,5   | 79,4  | 0,0206                        |
| março     | 98,9   | 63,9  | 0,0160                        |
| abril     | 88,8   | 48,1  | 0,0134                        |
| maio      | 81,0   | 59,0  | 0,0180                        |
| junho     | 75,8   | 58,6  | 0,0191                        |
| julho     | 75,0   | 75,9  | 0,0250                        |
| agosto    | 85,6   | 130,8   | 0,0377                        |
| setembro  | 78,0   | 69,7  | 0,0221                        |
| outubro   | 78,4   | 86,4  | 0,0272                        |
| novembro  | 77,0   | 80,5  | 0,0258                        |
| dezembro  | 75,1   | 88,9  | 0,0293                        |
| 1978      |  |   |                               |
| janeiro   | 82,2   | 212,3   | 0,0638                        |
| fevereiro | 78,7   | 207,2   | 0,0650                        |
| março     | 89,3   | 121,9   | 0,0337                        |
| abril     | 80,9   | 192,5   | 0,0588                        |
| maio      | 90,4   | 161,9   | 0,0442                        |
| junho     | 90,5   | 190,8   | 0,0520                        |
| julho     | 87,9   | 246,8   | 0,0693                        |
| agosto    | 81,7   | 170,0   | 0,0514                        |
| setembro  | 85,6   | 106,0   | 0,0306                        |
| outubro   | 93,3   | 153,0   | 0,0405                        |
| novembro  | 89,6   | 101,2   | 0,0279                        |
| dezembro  | 83,9   | 87,6  | 0,0258                        |
| 1979      |  |   |                               |
| janeiro   | 77,9   | 178,2   | 0,0477                        |
| fevereiro | 78,2   | 123,2   | 0,0389                        |
| março     | 87,0   | 114,1   | 0,0324                        |
| abril     | 81,4   | 94,5  | 0,0287                        |
| maio      | 95,5   | 301,3   | 0,0779                        |
| junho     | 82,8   | 335,5   | 0,1000                        |
| julho     | 101,3  | 353,6   | 0,0862                        |
| agosto    | 108,9  | 386,1   | 0,0875                        |
| setembro  | 100,7  | 375,0   | 0,0919                        |
| outubro   | 116,7  | 507,9   | 0,1069                        |
| novembro  | 109,9  | 346,1   | 0,0777                        |
| dezembro  | 102,9  | 415,0   | 0,0996                        |
| 1980      |  |   |                               |
| janeiro   | 125,1  | 460,8   | 0,0910                        |
| fevereiro | 116,3  | 455,1   | 0,0966                        |
| março     | 124,2  | 556,3   | 0,1105                        |
| abril     | 134,3  | 439,7   | 0,0808                        |
| maio      | 130,6  | 477,9   | 0,0903                        |
| junho     | 129,5  | 489,3   | 0,0933                        |
| julho     | 150,9  | 537,7   | 0,0880                        |
| agosto    | 140,7  | 496,8   | 0,0965                        |
| setembro  | 148,3  | 309,3   | 0,0570                        |
| outubro   | 145,5  | 90,1  | 0,0169                        |
| novembro  | 109,9  | 61,1  | 0,0152                        |
| dezembro  | 120,7  | 53,0  | 0,0120                        |

Fonte: Mesma da tabela 1.

TABELA 18  
INDICADORES DE PRODUTIVIDADE NA PRODUÇÃO

| Ano  | Discriminação         |          |                     |
|------|-----------------------|----------|---------------------|
|      | Produção              | Produção | Emprego na Produção |
|      | Operários na Produção | Emprego  | Emprego Total       |
| 1938 | 100,0                 | 100,0    | 0,9717              |
| 39   | 165,6                 | 159,7    | 0,9345              |
| 1940 | 115,4                 | 110,4    | 0,9265              |
| 41   | 157,3                 | 150,0    | 0,9243              |
| 42   | 181,3                 | 173,6    | 0,9278              |
| 43   | 209,0                 | 199,6    | 0,9256              |
| 44   | 192,7                 | 186,6    | 0,9382              |
| 45   | 237,9                 | 222,7    | 0,9073              |
| 46   | 188,9                 | 181,1    | 0,9272              |
| 47   | 228,2                 | 184,8    | 0,7848              |
| 48   | 250,7                 | 235,3    | 0,8918              |
| 49   | 215,2                 | 204,3    | 0,9198              |
| 1950 | 159,6                 | 151,8    | 0,9212              |
| 51   | 172,6                 | 159,7    | 0,8962              |
| 52   | 148,1                 | 152,9    | 0,9011              |
| 53   | 206,9                 | 189,8    | 0,8889              |
| 54   | 186,6                 | 172,8    | 0,8971              |
| 55   | 184,8                 | 167,5    | 0,8785              |
| 56   | 192,5                 | 174,9    | 0,8805              |
| 57   | 192,4                 | 172,5    | 0,8686              |
| 58   | 201,3                 | 166,4    | 0,8821              |
| 59   | 322,0                 | 293,3    | 0,8827              |
| 1960 | 192,4                 | 180,6    | 0,9095              |
| 61   | 175,1                 | 162,9    | 0,9014              |
| 62   | 119,1                 | 110,9    | 0,9020              |
| 63   | 107,3                 | 100,5    | 0,9072              |
| 64   | 221,1                 | 208,4    | 0,9134              |
| 65   | 260,7                 | 246,6    | 0,9167              |
| 66   | 213,5                 | 200,7    | 0,9018              |
| 67   | 215,2                 | 199,3    | 0,8977              |
| 68   | 259,6                 | 239,6    | 0,8944              |
| 69   | 236,0                 | 215,3    | 0,8940              |
| 1970 | 272,0                 | 247,0    | 0,8800              |
| 71   | 204,3                 | 185,3    | 0,8787              |
| 72   | 232,2                 | 207,9    | 0,8676              |
| 73   | 195,7                 | 181,8    | 0,9000              |
| 74   | 184,3                 | 169,5    | 0,8912              |
| 75   | 145,3                 | 130,7    | 0,8715              |
| 76   | 197,8                 | 181,4    | 0,8884              |
| 77   | 137,1                 | 125,4    | 0,9167              |
| 78   | 185,7                 | 171,7    | 0,9191              |
| 79   | 225,4                 | 204,3    | 0,9352              |
| 1980 | 354,4                 | 313,4    | 0,9309              |

Fonte: Mesma da tabela 1.

TABELA 19

INDICADORES DE PRODUTIVIDADE

| Ano  | Discriminação                  |                               |                      |                      |   |                                 | Produtividade de Total<br>A (t)<br>(d) |
|------|--------------------------------|-------------------------------|----------------------|----------------------|---|---------------------------------|--|
|      | Produção<br>Emprego = q<br>(a) | Capital<br>Emprego = k<br>(b) | $\frac{\Delta q}{q}$ | $\frac{\Delta k}{k}$ | Participação do<br>Capital no Valor da<br>Produção ( $W_k$ )<br>(c) | $\frac{\Delta A}{A}$ (t)<br>(c) |  |
| 1926 |                                |                               |                      |                      |   |                                 |  |
| 27   |                                |                               |                      |                      |   |                                 |  |
| 28   |                                |                               |                      |                      |   |                                 |  |
| 29   |                                |                               |                      |                      |   |                                 |  |
| 1930 |                                |                               |                      |                      |   |                                 |  |
| 31   |                                |                               |                      |                      |   |                                 |  |
| 32   |                                |                               |                      |                      |   |                                 |  |
| 33   |                                |                               |                      |                      |   |                                 |  |
| 34   |                                |                               |                      |                      |   |                                 |  |
| 35   | 100,0                          | 100,0                         |                      |                      | .5789   |                                 | 1.0000                                 |
| 36   | 71,6                           | 115,7                         | -.2835               | -.2835               | .3874   | -.1737                          | .8263                                  |
| 37   | 98,8                           | 96,2                          | .3515                | .3515                | .5444   | .1601                           | .9586                                  |
| 38   | 98,4                           | 94,1                          | .0164                | .0164                | .5768   | .0069                           | .9652                                  |
| 39   | 157,2                          | 110,5                         | .5967                | .5967                | .6622   | .2016                           | 1.1598                                 |
| 1940 | 108,6                          | 101,0                         | -.3087               | -.03087              | .5745   | -.1314                          | 1.0074                                 |
| 41   | 147,6                          | 115,5                         | .3590                | .3590                | .7163   | .1018                           | 1.1100                                 |
| 42   | 170,8                          | 117,4                         | .1572                | .1572                | .7781   | .0349                           | 1.1487                                 |
| 43   | 196,4                          | 122,7                         | .1499                | .1499                | .8242   | .0264                           | 1.1790                                 |
| 44   | 183,7                          | 115,2                         | -.0650               | -.0650               | .8102   | -.0123                          | 1.1645                                 |
| 45   | 219,2                          | 138,9                         | .1936                | .1936                | .8028   | .0382                           | 1.2090                                 |
| 46   | 178,3                          | 121,0                         | -.1869               | -.1869               | .7438   | -.0479                          | 1.1511                                 |
| 47   | 181,9                          | 122,4                         | .0202                | .0202                | .7115   | .0058                           | 1.1578                                 |
| 48   | 231,6                          | 114,7                         | .2732                | .2732                | .7765   | .0611                           | 1.2285                                 |
| 49   | 201,1                          | 102,5                         | -.1315               | -.1315               | .7553   | -.0322                          | 1.1889                                 |
| 1950 | 149,4                          | 95,4                          | -.2572               | -.2572               | .6765   | -.0832                          | 1.0900                                 |
| 51   | 157,2                          | 111,1                         | .0522                | .0522                | .6884   | .0163                           | 1.1078                                 |
| 52   | 150,5                          | 110,6                         | -.0426               | -.0426               | .6939   | -.0160                          | 1.0901                                 |
| 53   | 186,8                          | 109,3                         | .2413                | .2413                | .7397   | .0628                           | 1.1585                                 |
| 54   | 170,1                          | 94,1                          | -.0895               | -.0895               | .6922   | -.0275                          | 1.1266                                 |
| 55   | 164,9                          | 109,3                         | -.0305               | -.0305               | .6216   | -.0115                          | 1.1136                                 |
| 56   | 172,1                          | 106,6                         | .0441                | .0441                | .6620   | .0149                           | 1.1302                                 |
| 57   | 169,7                          | 103,4                         | -.0138               | -.0138               | .6792   | -.0044                          | 1.1252                                 |
| 58   | 163,8                          | 92,1                          | -.0352               | -.0352               | .6682   | -.0117                          | 1.1120                                 |
| 59   | 288,7                          | 99,8                          | .7627                | .7627                | .8178   | .1390                           | 1.2666                                 |
| 1960 | 177,7                          | 93,3                          | -.3843               | -.3843               | .6688   | -.1273                          | 1.1054                                 |
| 61   | 160,3                          | 93,6                          | -.0978               | -.0978               | .6512   | -.0341                          | 1.0677                                 |
| 62   | 109,1                          | 83,3                          | -.3195               | -.3195               | .4638   | -.1731                          | .8848                                  |
| 63   | 98,9                           | 74,9                          | -.0935               | -.0935               | .4290   | -.0534                          | .8376                                  |
| 64   | 205,1                          | 86,1                          | 1.0735               | 1.0737               | .6291   | .3980                           | 1.1709                                 |
| 65   | 242,7                          | 112,6                         | .1836                | .1835                | .6433   | .0656                           | 1.2477                                 |
| 66   | 197,5                          | 141,6                         | -.1862               | -.1862               | -.5516  | -.0835                          | 1.1435                                 |
| 67   | 196,2                          | 155,1                         | -.0068               | -.0068               | .6057   | -.0027                          | 1.1404                                 |
| 68   | 235,9                          | 173,8                         | .2021                | .2021                | .6265   | .0755                           | 1.2265                                 |
| 69   | 211,9                          | 184,6                         | -.1014               | -.1014               | .5617   | -.0444                          | 1.1720                                 |
| 1970 | 243,1                          | 190,8                         | .1471                | .1471                | .5498   | .0662                           | 1.2496                                 |
| 71   | 182,4                          | 176,3                         | -.2498               | -.2498               | .4740   | -.1314                          | 1.0854                                 |
| 72   | 204,7                          | 178,0                         | .1221                | .1221                | .3988   | .0734                           | 1.1651                                 |
| 73   | 178,9                          | 182,6                         | -.1256               | -.1256               | .3450   | -.0823                          | 1.0692                                 |
| 74   | 166,8                          | 218,9                         | -.0676               | -.0677               | .2376   | -.0515                          | 1.0141                                 |
| 75   | 128,6                          | 290,5                         | -.2292               | -.2292               | -.1383  | -.2609                          | .7495                                  |
| 76   | 178,5                          | 311,0                         | .3881                | .3881                | .0668   | .3622                           | 1.0210                                 |
| 77   | 123,4                          | 477,5                         | -.3088               | -.3088               | -.5154  | -.4680                          | .5432                                  |
| 78   | 169,0                          | 516,1                         | .3694                | .3694                | -.1137  | .4114                           | .4677                                  |
| 79   | 201,1                          | 440,4                         | .1900                | .1900                | .0972   | .1715                           | .8982                                  |
| 1980 | 308,5                          | 422,2                         | .5342                | .5342                | .5642   | .2338                           | 1.1082                                 |

- Notas: (a): Veja no corpo do anexo como se obtiveram os índices de Produção, Capital e Emprego.  
 (b): Estimada a partir da remuneração dos empregados (incluindo encargos sociais) na produção (valor agregado). Portanto  $W_k = (1 - W_L)$ .  
 (c): Obtido a partir da expressão:

$$\frac{\Delta q}{q} = \frac{\Delta A}{A} + W_k \frac{\Delta k}{k} \quad (\text{vide Solow, op. cit})$$

(d): Índice construído atribuindo-lhe o valor 1.0000 a 1935 e adicionando-se as taxas de crescimento anuais da coluna anterior.

Fonte: Mesma da tabela 1.

