

Concorrência e Progresso Técnico na Indústria de  
Máquinas para a Agricultura: um Estudo sobre Trajetórias  
Tecnológicas.

*campinas  
de onde se originou  
as suas dificuldades  
Maria da Graça Derengowski  
Fonseca e orientada pelo  
Dr. Mario Luiz Possas em 1989*



Maria da Graça Derengowski Fonseca

Tese de Doutorado Apresentada ao Instituto de Economia da  
Universidade Estadual de Campinas, 1990.  
Orientador: Prof. Dr. Mario Luiz Possas

Campinas  
1990

*publicado*

Este trabalho é dedicado

Ao velho engenheiro, construtor de estradas e pontes,  
Bertold Paulo Derengowski.

Ao João Francisco e ao José Pedro, que tinham 16 e 12  
anos, quando sua mãe acabou de escrever esta dissertação.

## Agradecimentos

Em primeiro lugar, a Mario Fonseca Neto, pelo imenso incentivo, apoio e tolerância, e por vários anos de vida em comum,

Em seguida, à minha velha companheira de batalhas, Ana Célia Bertner Castro, pela sempre reiterada amizade e pelas inteligentes sugestões,

As amigas Leane Naidin, Lillian Muller e Tereza Costa Rego, amiga historiadora de Recife,

Aos colegas da UFF e à amiga Inês Patrício,

Ao CNPQ, que permitiu o início da pesquisa de campo,  
Ao IEI, FEA e FINEP, que proporcionaram a chance de realização do Seminário sobre Agroindústria,

À Vitória Cerpino e Valéria da Vinha, da FINEP,

Ao Marcos Alecrim, José Roberto e outros colegas do BNDES,

À Lia, amiga do INPI e ao Luis Antônio, do IBGE,

Aos colegas e amigos do CPDA,

Aos colegas e professores de Campinas, em especial ao Edsar e Zé Maria, pelas discussões e pela solidariedade,

Aos colegas do Projeto FECAMP/SEPLAN, pelo estimulante debate,

À Maria Augusta Bastos, pelo apoio logístico, lá em Campinas,

Aos colegas do Rio Grande do Sul, em especial Amílcar Centeno, do Cientec, que facilitou o acesso a várias empresas, e ajudou a entender o que é um equipamento agrícola,

Ao professor Mario Luiz Possas, diretor do Instituto de Economia, pela oportunidade de ser o orientador desta dissertação e, em especial, pela paciência demonstrada ao longo do meu processo de aprendizado,

Concorrência e Progresso Técnico na Indústria de Máquinas  
para a Agricultura: um Estudo sobre Trajetórias  
Tecnológicas.

Apresentação

	Páginas
Introdução	I
Parte I	
O Caráter Descontínuo e a Natureza Incremental da Mudança Tecnológica	
1.1 A Tradição Schumpeteriana	1
1.2 As Versões Neoclássicas	7
1.3 Mudança Técnica como Evolução: Analogia com o Paradigma Darwiniano	11
1.4 Trajetórias e Marcos de Referência para o Desenvolvimento Tecnológico	19
1.5 A Influência dos Fatores de Escala	28
1.6 A Importância da Combinação de Técnicas: Sinergias	35
1.7 A Tecnologia como Processo de Aprendizado: Learning by Doing	39
1.8 O Aprendizado pelo Uso: Learning by Using	43
Notas do Capítulo I	51
Parte II	
Evolução Tecnológica das Máquinas Agrícolas e Breve História da Indústria e de Seus Mercados	
2.1 O Surgimento da Indústria e do Mercado de Máquinas Agrícolas	54
2.2 Evolução Tecnológica dos Tratores no Século XX	59
2.3 O Desenvolvimento do Trator no Pós-Guerra: a Evolução Gradual	66
2.4 Trajetórias e Projetos Dominantes: Uma Reconsideração	69
2.5 Tendências de Padronização na Indústria de Máquinas Agrícolas	76
Notas do Capítulo II	83

### Parte III

#### Padrões de Concorrência e Estratégias Competitivas na Indústria de Máquinas Agrícolas

3.1	A Situação Internacional do Pós-Guerra aos Anos Oitenta	84
3.2	Crescimento do Mercado no Pós-Guerra: Estratégias das Empresas	88
3.3	Economias de Escala em Processos de Fabricação e em Produto	94
3.4	Full-Lines e Estratégias de "Especialização Coerente"	108
3.5	Estratégias de Diferenciação no Pós-Guerra	120
3.6	Estratégias de Preços no Pós-Guerra	128
	Notas do Capítulo III	133

### Parte IV

#### Indústria de Tratores e Colheitadeiras: Classificação dos Equipamentos e Estrutura Produtiva

4.1	Classificação das Máquinas Agrícolas no Brasil	135
4.2	Características dos Processos de Fabricação de Tratores	140
4.3	Estrutura de Custos e Economias de Escala	152
4.4	Capacidade de Fabricação e Ociosidade	161
	Notas do Capítulo	163

### Parte V

#### Formas de Concorrência na Indústria de Tratores Agrícolas e Colheitadeiras no Brasil

5.1	Padrões de Concorrência na Indústria de Tratores Brasileira	165
5.2	Estratégias de Vendas e Critérios de Competitividade	176
5.3	Estratégias de Comercialização	189
5.4	Indústria de Colheitadeiras: Estruturas de Mercado	193
5.5	Padrões de Mudança Técnica na Indústria de Colheitadeiras	199
5.6	Competitividade e Desenvolvimento Tecnológico dos Tratores	205
5.7	Rotas de Desenvolvimento Tecnológico das Máquinas Agrícolas	212
	Notas do Capítulo	221

Parte VI

Inovações de Produtos na Indústria de Equipamentos e Inovações de  
Processo na Agricultura: Efeitos Tecnológicos Encadeados  
(Conclusões)

6.1	Trajetórias Tecnológicas e Formas de Concorrência	222
6.2	Padrões Intersetoriais de Geração e Difusão de Tecnologias	234
	Bibliografia	241

Concorrência e Progresso Técnico na Indústria de  
Máquinas para a Agricultura: um Estudo sobre Trajetórias  
Tecnológicas.

(En una ciudad de la URSS, Jarkov, he asistido al nacimiento  
multiplicado, numeroso, rápido del tractor)

Miguel Hernandez



## Introdução

Esta dissertação propõe uma discussão sobre progresso técnico e concorrência numa indústria estreitamente relacionada à agricultura, a indústria de máquinas e equipamentos agrícolas, procurando desdobrar as relações que ligam indústria e agricultura. Os equipamentos de capital para a agricultura, ou **process equipment** na expressão de Ludvall, representam investimento para quem os compra e uma opção inovativa para quem usa, facilitando o acesso a novas e melhores práticas de produção na agricultura. Este encaminhamento permite analisar as trajetórias tecnológicas desde a indústria, como se constituem em estreita relação com o ambiente concorrencial, com estratégias empresariais que usam a inovação como arma competitiva e, também, com elementos estruturais que as regularizam.

A agricultura e a agroindústria estão constantemente colocando exigências que "qualificam" a demanda dos equipamentos, impondo a necessidade de sua adaptação, não só ao ambiente natural e ao ritmo biológico da natureza mas, também, aos ciclos de vida dos outros insumos e às inovações genéticas e biotecnológicas que estão constantemente pressionando o padrão técnico de produção agrícola.

A evolução tecnológica destes equipamentos, assim como a direção e o ritmo assumido pela atividade inovativa na indústria de máquinas para a agricultura - em estreita ligação com os seus padrões de concorrência - fornecem o patamar básico para a mudança estrutural nas atividades agropecuárias. De inovações de produto na indústria, passam a ser inovações de processo nas atividades agrícolas.

A primeira parte da dissertação examina o caráter da mudança técnica na indústria de equipamentos agrícolas, procurando destacar os elementos que fazem parte de suas trajetórias tecnológicas: 1) economias de aprendizado, que se manifestam através da experiência nos processos de produção e do uso nos sistemas agrícolas; 2) economias de escala e de tamanho dos equipamentos; 3) a existência de "marcos de referência", que orientam o desenvolvimento dos projetos e dos produtos.

A mudança técnica é vista como um processo que enseja, a cada momento, a formação de encadeamentos tecnológicos dinâmicos, que ligam a indústria aos seus fornecedores de autopeças e componentes, por um lado, e aos usuários, agricultores capitalizados e relativamente tecnificados, de outro. Estes encadeamentos tecnológicos "para trás", com a indústria metal-mecânica, e "para a frente", com a agricultura, proporcionam um estímulo contínuo à introdução de melhorias e desenvolvimento de novos produtos. Representam, também, a possibilidade de introdução de inovações de processo na agricultura e de desenvolvimento de novas formas de organização, como as do tipo usuário-produtor.

A segunda parte procura reconstituir, ao longo de várias décadas, a evolução tecnológica da indústria de tratores nos países. Esta evolução orientou-se através de projetos básicos que, em determinados períodos, representaram o auge de concepções tecnológicas, ao mesmo tempo serviram de referência para o seu desenvolvimento posterior. Foi assim com o projeto da Ford, materializado no trator Fordson, com o da Harvester, no Farmhall, na década de 20, e com o sistema Ferguson, no Pós-Guerra, cuja difusão coincide com uma grande

expansão do mercado de equipamentos agrícolas a nível mundial. Nos anos 60, os padrões de concorrência oligopolizados reforçam a tendência de padronização dos projetos, produtos e componentes na indústria. Esta tendência atenua o ritmo de mudança técnica, adicionando uma certa inércia ao processo de desenvolvimento tecnológico.

Na terceira parte, os temas são a constituição das estruturas de mercado a nível internacional, especialmente no Pós-Guerra, os movimentos dos grandes conglomerados, bem como suas estratégias de concorrência. Analisa-se como a tendência à estandarização que acompanha a busca de economias de escala tende a modificar a hierarquia das empresas e reestruturar os mercados. O esforço de padronização acaba por favorecer a divisão de tarefas dentro dos próprios grupos, distribuindo-as entre países e regiões conforme a possibilidade de obter redução de custos, ao nível do processo de fabricação. Esta tendência, no entanto, não anula uma outra mais importante e que sustenta o padrão concorrencial: a de diferenciação de produtos. As estratégias de concorrência orientam-se pela incorporação de qualidade aos produtos, o que supõe a contituidade de desenvolvimento de produtos, através da incorporação de melhorias e inovações. Uma das estratégias favoritas das empresas é a de integração de produtos, através da constituição das full-line, permitindo que empresas beneficiem-se ao máximo das economias de comercialização de produtos.

Na quarta parte, procura-se trazer a discussão anterior para o espaço econômico nacional, apresentando-se os fatores estruturais desta indústria no país, discorrendo-se sobre custos, economias de escala, grau de verticalização e tendência de aumento de tamanho dos tratores e

colheitadeiras. O objetivo é investigar em que medida os elementos estruturais que se manifestam nos processos de produção da indústria brasileira condicionam a incorporação de melhorias e inovações aos produtos, afetando os padrões de concorrência na indústria.

No quinto segmento, discorre-se sobre a estrutura de mercados e sobre padrões de concorrência desta indústria no Brasil. Boa parte deste capítulo refere-se às estratégias de competição das indústrias. Como se trata de um oligopólio, com pequeno número de empresas, este último objetivo fica facilitado. As empresas concorrem basicamente através da diferenciação de produtos e, no caso dos tratores, dentro de faixas bem definidas de potência, a partir de onde buscam obter vantagens competitivas por meio de introdução de melhorias e de inovações incrementais. O sucesso desta prática está sujeito a um melhor desempenho do equipamento que, por sua vez, depende de sua durabilidade e capacidade de proporcionar um rendimento adequado na execução de seu trabalho, ou seja, a capacidade destes equipamentos executarem com rapidez e eficiência as tarefas, perante constrangimentos naturais, em especial climáticos. O bom desempenho do trator também depende de sua performance ao operar acoplado aos implementos, o que serve de teste para aperfeiçoar o funcionamento conjunto do sistema trator-implementos, como sistemas de engate.

No último capítulo, procura-se extrair algumas conclusões mais gerais, combinando-se os temas discutidos nos segmentos anteriores. Uma delas é que há uma dinâmica tecnológica envolvendo agricultura e a indústria estudada, num movimento de interação que se manifesta através

de relações não facilmente quantificáveis. Esta interação deve ser buscada na lógica de concorrência industrial, nos seus padrões de evolução tecnológica e, inclusive, nas características da demanda agroindustrial, constantemente qualificada e renovada.

Son ao principio un leve proyecto sobre planos,  
propositos, palabras, papel, la nada apenas,  
esos graves tractores que parten de las manos  
como ganaderias sólidas con cadenas.

## Parte I

### O Caráter Descontínuo e a Natureza Incremental da Mudança Tecnológica.

#### 1.1 A Tradição Schumpeteriana.

Coube a Schumpeter o resgate da temática sobre mudança técnica, perdida desde Adam Smith e da economia clássica para o cerne da teoria econômica. A partir de sua obra, o progresso técnico, entendido no sentido da "destruição criadora", volta a ser referência obrigatória à análise do desenvolvimento econômico.

Sua notável visão sobre a mudança técnica na sociedade capitalista constitui referência obrigatória dos economistas interessados em analisar os fenômenos macroeconômicos associados ao funcionamento dinâmico do sistema capitalista, entre os quais os ciclos. Além disso, contribuiu notavelmente para o estudo de uma dinâmica microeconômica, revelada a partir da associação entre inovações e o processo de concorrência.

No entanto, ainda que utilizada como conceito central em sua teoria de crescimento e dos ciclos, a mudança técnica permanece como uma variável externa ao processo econômico propriamente dito. Aceita-se a influência da tecnologia sobre o desenvolvimento econômico, mas não se reconhece a natureza econômica do processo inovativo. A origem da atividade inovativa, afirma-se, deve ser buscada fora do campo de investigação da economia. Deste ponto de vista, a invenção permanece como o ponto de partida para a inovação, mas ambas não fazem parte de um mesmo processo, não havendo uma relação causal entre ambas. A lógica da invenção pertence ao campo da ciência; é uma lógica autônoma à vida econômica. A lógica da inovação, uma vez introduzida no sistema

econômico, dá lugar a uma série de desequilíbrios que culminam na mudança estrutural.

Ao enunciar a inovação, Schumpeter apresenta-a como uma mudança, um salto na função de produção, que confere à empresa que a introduz em primeiro lugar uma vantagem competitiva em relação aos seus concorrentes. A inovação corresponde à introdução de novas combinações, na passagem do estado econômico de "fluxo circular", situação em que o sistema econômico está condenado a manter sua estruturas relativamente inalteradas, e o "desenvolvimento econômico", situação que comporta a mudança estrutural. Segundo Schumpeter, uma nova técnica só poderá estar associada a uma nova função de produção diferente da anterior, uma nova combinação distinta. Aliás, cabe ao próprio autor explicitar em seu livro *Business Cycles*, que imporia uma restrição sobre o seu conceito de inovação, "entendendo por inovação uma mudança numa função de produção da ordem de primeiro e não de segundo ou ainda de maior grau de magnitude". E, além disso, que "esta função (de produção) define de que maneira varia a quantidade de produtos, quando a quantidade de fatores varia. Se, em vez de quantidades de fator, o que variar for a forma da função teremos uma inovação".

A ausência de uma explicação causal para o processo inovativo será substituída pela figura do *entrepreneur*, empresário dotado de audácia, senso de oportunidade e coragem para enfrentar o risco de adotar as inovações - o empresário schumpeteriano /1/.

Schumpeter fundou a sua análise do capitalismo sobre a figura individual e heróica do empresário inovador. Por esta razão, ao admitir mudanças nas formas de concorrência da indústria capitalista e nos



métodos de organização das grandes empresas, reconhecendo que o espírito empreendedor possa ser substituído por procedimentos burocratizados nos departamentos de PeD das grandes empresas, ele o faz profetizando que isso levaria à decadência do capitalismo como sistema em evolução.

As qualidades de liderança empresarial, descritas em sua obra de 1914, estão estreitamente associadas à capacidade de fazer coisas novas. A inovação consiste nas novas formas de combinar fatores de produção, segundo a sua definição. A essência desse fenômeno está na novidade, que por sua vez depende da atividade deste personagem singular, o **entrepeneur**. Ao empresário não inovador resta imitar, copiar ou, ao menos, fazer coisas similares para atingir outros objetivos.

A separação entre invenção e inovação também se estende à inovação e sua difusão. A inovação recém introduzida, inovação primária, gera um lucro extraordinário, que diminui à medida que os imitadores difundem-na pelo sistema, num segundo momento. A ação do **entrepeneur** explica como uma invenção é transformada em inovação. O mero ato de imitar, ou reproduzir sem criatividade, explica como ela se difunde/2/.

Como observa Rosenberg (1976), isso acaba por criar uma disjunção que ressalta o ato de liderança e a criatividade associadas à introdução pioneira de uma técnica em comparação com a mera atividade de imitação. A distinção entre inovações primárias e secundárias é de fundamental importância para explicar a instabilidade e os ciclos, fenômenos associados ao desenvolvimento econômico, mas não contribui para entender o progresso técnico como um fenômeno intrínseco ao sistema econômico.

O entendimento da atividade inovativa como um processo gerador de descontinuidade não pode ser separado da lógica schumpeteriana sobre os ciclos econômicos, que necessita um elemento de fratura num conjunto de forças equilibradas para explicar a sua própria reversão. É a transformação da invenção, metamorfoseada em inovação pela ação do empresário inovador que desencadeia a ruptura no sistema econômico, criando novas demandas e novos produtos, induzindo os investimentos, gerando toda uma cadeia de efeitos sobre o nível de renda e emprego, mudança nos preços etc, que vão explicar as ondas secundárias.

Mesmo no **Business Cycles**, as consequências propriamente econômicas, incluindo a possibilidade de criar demanda induzida e gerar investimentos associados à inovação, dar-se-ão no bojo da "onda secundária", sem associação direta com o processo inovativo propriamente dito. No entanto, o principal elemento explicativo na cadeia de relações causais que se seguem é lucro monopolista, que dá uma vantagem ao empresário inovador que dele se apropria, desestruturando o mercado temporariamente, até que surja uma outra novidade em forma de produto ou de processo produtivo.

Note-se que a inovação mantém-se como um fato autônomo ao processo que ajudou a gerar, cuja natureza independe do processo econômico. O lucro, categoria ainda inexistente no fluxo circular, continua a depender fortemente da intuição do empresário inovador e de sua capacidade de selecionar a invenção adequada, algo semelhante ao que Keynes chamava de *animal spirits*, num outro contexto de análise.

A invenção aguarda numa espécie de limbo científico inteiramente separada do dia a dia dos ciclos de negócios, das

atividades empresariais. Cabe ao empresário decidir se vale ou não a pena introduzi-la no sistema econômico. A mudança estrutural, associada à inovação, depende em última instância do **insight** do empresário inovador. É, somente, nas poucas páginas do *Capitalismo, Socialismo e Democracia* (1984) que Schumpeter esclarece ser a inovação um fenômeno endógeno à evolução capitalista, ao descrever as novas formas de concorrência através das novas mercadorias, novas tecnologias, novas fontes de oferta, novos tipos de organização, onde "a concorrência que comanda uma vantagem decisiva de custo ou de qualidade e que atinge não a fímbria de lucros e das produções das firmas existentes, mas suas fundações e sua próprias vidas" (pg 114).

No entanto, a crença no progresso técnico como um fenômeno autônomo, cuja natureza não pode ser explicada através da **rationale** econômica, vai marcar profundamente o tratamento teórico posterior sobre o processo de mudança técnico em todas as suas versões. Os desdobramentos da visão schumpeteriana, de um modo geral, podem ser divididos em duas grandes vertentes. A primeira acentua o caráter de ruptura e descontinuidade; a inovação é um acontecimento único e absolutamente novo. A segunda aceita a inovação como um fato dado, e volta-se para a análise da difusão, procurando resgatar para esta fase do processo inovativo uma racionalidade estritamente econômica.

A concepção de Schmookler (1962), em oposição, traz a discussão sobre o processo de mudança técnica para o centro da atividade econômica, ao explicá-lo através das forças de demanda que atuam ao nível de mercado. Essa visão constitui a essência do que se convencionou

chamar como teorias de demand-pull. A atividade inventiva de uma indústria varia diretamente em relação ao volume de suas vendas.

Este autor procura evidências para sua hipótese em estudos sobre a indústria ferroviária norte-americana (Schmookler, 1966). Sua análise indica que há uma relação muito próxima e positiva entre a demanda por equipamento ferroviário e o número de patentes registradas, que servem como "proxy" para a atividade inventiva.

O grande mérito de sua análise foi ter conseguido expressar o progresso tecnológico em termos de variáveis econômicas cruciais, como o investimento. Sua análise procurava indicar que as invenções na área de bens de capital tendem a ser distribuídas entre as indústrias, de acordo com a correspondente distribuição de investimento. No entanto, ele próprio reconhece que isso depende de uma classificação das invenções segundo seu uso e não sua procedência. A principal objeção a este enfoque é fornecida por Nelson (1972), com base no argumento de que a atividade inovativa é antes de mais nada uma atividade incerta e que a percepção "ex-ante" da curva de demanda para novos produtos é muito pouco provável num ambiente em rápida mudança técnica, especialmente em se tratando de invenções patenteadas ou inovações primárias.

## 1.2 As Versões Neoclássicas.

De acordo com a teoria neoclássica, o mercado determina, a cada momento, via preços, a sinalização quanto às técnicas e combinação de fatores que devem ser adotados, quando os empresários se comportam racionalmente e tentam maximizar lucro. As variáveis relevantes neste caso são derivadas da substituição de fatores, trabalho e capital, e mudança nos preços relativos. Separando-se a visão neoclássica em mais de uma vertente, o ponto comum entre elas, é a tentativa analítica de operacionalização, mais do que uma discussão dos pressupostos teóricos. Os neoclássicos partem da função de produção com suas isoquantas uniformes, onde às combinações técnicas expressam-se ao longo das curvas ou de um deslocamento destas/3/.

Uma das versões neoclássicas mais conhecidas é a das "inovações induzidas", inicialmente apresentada por Hicks (1932), desenvolvida por Fellner (1961), Hayami e Ruttan e outros. A hipótese principal é de que, ao longo do tempo, o fator trabalho torna-se mais caro do que o capital, o que impede as empresas a adotar técnicas poupadoras de trabalho humano e intensivas em capital. Segundo Sahal (1981), uma das principais críticas a esta concepção refere-se, na verdade, a um dos desdobramentos desta hipótese: trata-se da suposição de que é mais fácil projetar e produzir técnicas que poupem um fator em relação a outro, do que técnicas que não apresentem nenhum tipo de viés de substituição.

Ao examinar a noção de inovações induzidas, Salter (1969) observa que ela está sujeita a uma grande objeção: de que, frequentemente, o propósito principal de uma firma, ao introduzir uma

técnica nova, é minimizar os custos totais, não interessando se o que se economiza é trabalho ou capital, em particular. Se há um viés poupador de mão-de-obra, este viés pode ser explicado por razões de natureza histórica, "se os estágios iniciais de desenvolvimento tecnológico consistiam num processo de mecanização progressiva de atividades manuais".

Boa parte dos modelos neoclássicos refere-se à difusão de tecnologia, quantificada através de uma taxa de adoção das inovações. A inovação é o dado do qual se parte, não é objeto de investigação. A preocupação é com a difusão após a introdução da inovação; de como ela se propaga através de empresas e mercados. De acordo com este ponto de vista, assume-se que a inovação permanece inalterável, não muda, enquanto se dá a difusão. No horizonte que enquadra as decisões de curto prazo das empresas, e mesmo no que se refere às decisões de investimento, não há lugar para a geração de tecnologia.

Ao se difundir, a tecnologia apresenta comportamento temporal relativamente regular, caracterizando um padrão de difusão. Para observar o padrão de difusão, os neoclássicos propõem modelos que permitem descrever o comportamento da taxa de adoção de novas técnicas. Um dos primeiros autores a examinar o padrão de difusão do milho híbrido nos Estados Unidos foi Griliches (1957).

Os modelos de difusão mais conhecidos são os "epidêmicos", assim chamados porque supõem que a inovação se difunde por contágio, como uma epidemia. Os modelos básicos apóiam-se na concepção desenvolvida por Mansfield em 1961 para o caso de difusão entre as firmas, para inovação de processo. A principal questão é como buscar os fatores que

governam o processo de difusão, a rapidez em que ocorre e porque certas firmas adiantam-se a outras. Segundo Mansfield, a proporção de empresas que adotam a tecnologia disponível é função do número das que já adotaram, da rentabilidade, do investimento e da maturidade do capital. A taxa de difusão será maior se a inovação mostrar-se mais rentável, requerendo menos investimento.

O processo de difusão, medido por uma taxa de adoção é, em geral, lento, podendo durar muitos anos. Na realidade, a taxa de adoção cresce lentamente, como uma epidemia que se difunde pouco a pouco, aumentando o número de "contagiantes" e "contagiados". A adoção aumenta até o ponto em que há muitas empresas contagiadas e, a partir daí, começa a decair. Esse processo pode ser representado por uma função logística. O resultado é uma curva em forma de S.

Uma das restrições ao modelo deve-se a que ele parte da idéia de que as empresas adotantes são firmas iguais, em termos de tamanho, técnica e de que as informações que envolvem a tecnologia são francamente acessíveis, podendo ser adquiridas por contágio, através do mercado. Note-se que os autores neoclássicos, normalmente, abordam a questão da incerteza através do ângulo da insuficiência de informação, isto é, a idéia de ~~incerteza~~ incerteza é de que as firmas operam em condições de insuficiência de informações. Neste sentido, a incerteza neoclássica converte-se em um risco avaliável, com custo positivo e finito, que pode ser contornado. Em termos estatísticos, esta forma de incerteza pode ser associada à confiança nas previsões feitas/4/.

A questão da incerteza está intimamente associada à tradicional visão maximizadora neoclássica. Ao realizar uma escolha, as

unidades decisórias, empresários e as firmas, agem como se estivessem protegidos da incerteza pela premissa de que controlam todos os aspectos envolvidos, o que inclui conhecer "a priori" os resultados de todas as escolhas possíveis. Nas palavras de Nelson e Winter (1982):

"Supõe-se que a atuação da firma pode ser vista como o resultado da escolha que maximiza o grau ao qual o seu objetivo é alcançado, dado um conjunto de ações alternativas conhecidas, restrições de mercado, e até mesmo outras restrições (como as quantidades disponíveis de fatores que são fixos a curto prazo)"(1982:cap 1).

Por outro lado, deve-se reconhecer que as curvas logísticas que aparecem nos modelos epidemiológicos constituem uma forma de abordagem incipiente de trajetórias de inovações ao longo do tempo, sem incorporar a visão de processo integrado de invenção-inovação-difusão, já que descrevem uma espécie de rota de difusão ao longo do tempo. Luc Soete em seu artigo "International Diffusion of Technology, Industrial Development and Technological Leapfrogging"; considera que o mecanismo epidêmico de difusão é bastante adequado a uma visão schumpeteriana de inovações. Este mecanismo pode ser visto, segundo ele, como um processo de imitação onde está implícita a idéia, também schumpeteriana, de que o custo da inovação dilui-se à medida que aumenta o número de adotantes com o passar do tempo.

é importante observar que, não só as características da inovação influenciam a sua taxa de adoção ao longo do tempo mas, além disso, a própria difusão de tecnologia frequentemente desempenha uma importante influência sobre a inovação, afastando sobretudo as concepções básicas de uma inovação de produto.



### 2.3 Mudança Técnica como Evolução: Analogia com o Paradigma Darwiniano.

A análise da mudança tecnológica, como fenômeno que agrega invenção, inovação e difusão ao longo de um processo contínuo, conduna-se melhor com aspectos menos dramáticos da vida econômica, muitas vezes realizados sob forma de atividades rotineiras dentro das firmas. Em *An Evolutionary Theory of Economic Change*, Nelson e Winter apresentam um enfoque em que melhorias e inovações estão associadas à busca de experiência e à tentativa de adquirir novas capacidades e novos conhecimentos a partir das atividades desenvolvidas cotidianamente dentro das firmas. À medida que obtêm sucesso nesta busca, as empresas vão ganhando capacidade competitiva. Sua teoria evolucionista procura tratar a mudança das estruturas econômicas como um fenômeno endógeno, não apenas como um acontecimento externo e, ao fazê-lo, conseguem incorporar o progresso técnico à lógica econômica.

O modelo evolucionista microeconômico parte de uma analogia com o paradigma evolucionista darwiniano. Observe-se que Darwin concebeu o princípio da seleção natural depois de ter lido, em 1838, o "Ensaio sobre a População de Malthus", onde a luta humana pela sobrevivência é o modelo para todas as espécies (Lewontin e Levins, 1985: 249 a 253). Neste sentido, é importante entender que Darwin é o ponto culminante e não a origem do evolucionismo no século XIX. As idéias evolucionistas já tinham se difundido pela geologia (Lyell), termodinâmica evolutiva (Carnot e Thomson), ciências sociais (Spencer) e literatura (Tennyson e Dickens). Na realidade, a biologia incorpora-as com um certo atraso, apesar dos esforços de Lamarck, mas quando o faz, com Darwin,

transforma-a num paradigma para o desenvolvimento científico das ciências naturais, tal qual a revolução newtoniana no século XVII em relação à matemática e a física.

De acordo com a tradição herdada de Platão e Aristóteles, o objetivo da investigação científica é compreender os "tipos ideais" e o problema da ciência é conhecer estes tipos apesar de sua manifestação imperfeita no mundo. Em relação aos organismos vivos, cada espécie é considerada um tipo, enquanto os indivíduos são manifestação imperfeita do verdadeiro ideal da espécie/4/.

A tradição evolucionista pré-darwiniana, com Lamarck, em 1809, procurou explicar como os organismos passam de um tipo para outro somando pequenas diferenças que se produzem durante a vida dos indivíduos, mudando lentamente de tipo de forma a adaptar-se à novas exigências do ambiente.

No seu "A Origem das Espécies" (1859), Darwin rejeita o idealismo pré-evolucionista, reorientando a problemática da evolução. Observe-se que uma teoria satisfatória da evolução tinha que responder como os organismos se adaptam ao ambiente e oferecer uma explicação convincente para a origem de novas variedades. Em vez de concentrar a análise das diversidades nas espécies idealizadas, Darwin considerou as diferenças entre as espécies e as diferenças dentro das espécies como relacionadas. Seu objeto de análise foram as diferenças entre os indivíduos. Examinou as diferenças reais e materiais entre os organismos vivos e substituiu as entidades ideais do paradigma anterior, as espécies, por entidades materiais, os indivíduos e as populações.

"A intuição revolucionária de Darwin foi a transformação das diferenças entre indivíduos de uma mesma espécie nas diferenças entre espécies no espaço e no tempo. (...) Desta forma, a mudança evolutiva é o resultado da transformação da variação entre indivíduos numa variação entre espécies e nas alterações sucessivas das espécies com o tempo" (Lewontin e Levins:1985).

A sua explicação sobre a evolução introduz um mecanismo novo, que contrasta com as explicações de Lamarck propondo uma força natural, a variação, com a qual a natureza pode selecionar e criar tipos mais adequados /5/.

O princípio da seleção natural é fortemente influenciado pela incapacidade de adaptação dos indivíduos para obter recursos escassos e reinvestir esses recursos na reprodução dos descendentes. A dinâmica deste processo decorre da luta pela sobrevivência da espécie.

Uma das dificuldades do modelo evolucionista darwiniano é explicar como a variação é constantemente renovada, de modo que a seleção possa continuar a atuar, sem a ameaça de esgotar-se no processo. A variação, que é o combustível da mudança evolutiva, vê-se consumido pelo próprio processo, na medida em que Darwin não conseguiu explicar a fonte da própria variação, tendo que recorrer a Lamarck para mostrar que a variação hereditária surge como resposta direta a transformações ambientais. A moderna teoria genética rejeita este ponto de vista e coloca a fonte da variação renovada no processo de mutação de genes ao acaso (Lewontin,1985).

O elemento crítico é fornecido pela idéia de mutações como um fenômeno que tem causas endógenas, embora influenciado pelas condições externas. Na teoria darwiniana, o papel da seleção era o de produzir correlação entre o organismo e o seu ambiente. O mecanismo de mutação produz uma enorme gama de variações para serem selecionadas. O sucesso do princípio da seleção - e aqui a analogia aplica-se muito bem ao processo de concorrência econômica - depende de uma contínua e variada produção e de uma grande diversidade de necessidades. Ou seja, no capitalismo o mercado funciona não porque haja uma boa alocação de recursos, mas porque existe um mundo de novidades não exploradas e um grande potencial para sua exploração /6/.

O modelo evolucionista de Nelson e Winter apreende bem estes aspectos, combinando-os com a teoria schumpeteriana sobre inovações, em que a natureza da mudança tecnológica é essencial. O mecanismo de seleção opera sobre um conjunto de variáveis, determinando mudanças ao nível da firma e provocando alterações na estrutura do mercado. Os mecanismos de seleção dependem dos padrões de concorrência e do acerto ou ajuste que existe entre mercado e as firmas. O sucesso das firmas manifesta-se à medida que elas conseguem adaptar-se. As mais bem sucedidas têm mais chances de sobreviver e crescer, impondo-se através de vantagens competitivas que se apresentam por intermédio de diferentes formas de concorrência nos mercados. Este sucesso depende fortemente de sua capacidade inovativa. Note-se que a seleção manifesta-se através de mecanismos convencionais e não convencionais. A proposta evolucionista supõe uma espécie de heurística de busca que, por sua vez, necessita regras convencionais simples.

A atividade econômica dentro da firma desenvolve-se de acordo com regras e condutas estabelecidas ao longo de uma prática passada que se transformaram em atividades rotineiras e passam a fazer parte do cotidiano da empresa. À medida que novas situações se apresentam as regras do cotidiano podem não mais servir de referência e a solução de problemas exige que se lance mão de expedientes não rotineiros. Desta forma, a firma vai adquirindo novas capacidades, diferenciando-se das demais, o que pode colocá-la numa posição favorável em relação aos concorrentes.

Alterações de rotinas muitas vezes implicam mudança nas regras de decisão. Ocorrem quando se busca solução para problemas que se manifestam ao longo do processo de produção e quando as firmas buscam novas respostas à mudanças no ambiente externo ou tentam adaptar-se a novas circunstâncias. À medida que as firmas ganham experiência e a concorrência atua, vão se revelando as suas melhores capacidades. Muitas destas rotinas estão comprometidas com situações de continuidade e regularidades, ou com pequenas alterações de comportamento que não envolvem grandes incertezas.

"As conotações mais amplas do sentido evolucionário incluem uma preocupação com processos de longo prazo e mudança progressiva. As regularidades observáveis na realidade presente são interpretadas não como solução a um problema estático, mas como um resultado que os processos dinâmicos produziram a partir de condições conhecidas ou plausivelmente conjecturadas do passado(...)"(Nelson e Winter, 1982:cap1)

Essas regularidades incluem desde rotinas técnicas de produção, como ordenar um novo estoque, até políticas de investimentos, pesquisa e desenvolvimento, publicidade, estratégias de diferenciação de produtos, etc. Segundo Dosi, Winter e Teece (1989), rotinas são padrões de interação que representam soluções bem sucedidas para problemas particulares. O conhecimento embutido nas rotinas tem uma dimensão tácita, que não se explicita com facilidade através de códigos. As atividades de PeD, bem como as que envolvem algum tipo de aprendizado, são classificadas como "rotinas dinâmicas". As rotinas "estáticas" referem-se à capacidade de reproduzir tarefas antes desempenhadas, o que inclui a possibilidade de aperfeiçoá-las.

Por trás desta idéia, há uma visão de que as características de organização são transmitidas através do tempo, são hereditárias. As firmas carregam a sua própria experiência, assim como um determinada espécie carrega seu código genético. Além disso, podem ocorrer variações aleatórias, principalmente sob o estímulo da adversidade, que conduzirão a novas condutas e procedimentos.

O mecanismo de seleção opera sobre um conjunto de variáveis determinando mudanças ao nível da firma e pode provocar alterações na estrutura do mercado. Adotando-se a definição de Nelson e Winter, o processo de busca pode ser identificado com o de inovação no sentido original que lhe foi atribuído por Schumpeter, que implica tanto mudanças ao nível da organização, quanto mudança a nível de processos ou aparecimento de novos produtos. Pode incluir "rotinas dinâmicas", tal como sugerido por Dosi, Winter e Teece.

Um conjunto de rotinas caracteriza um processo histórico, através do qual uma firma evolui. A história das mudanças técnicas mostra como a firma busca alternativas fora das regras convencionais. Essas alternativas não são ilimitadas e obedecem a certos padrões e regularidades observáveis não só em firmas individuais, mas também em indústrias que têm uma mesma base tecnológica. Normalmente, as rotinas manifestam suas regularidades de forma marcante, em grande parte por estarem associadas a investimentos anteriormente realizados, convertidos em ativos das empresas. Segundo Williamson (1985), estes ativos têm usos dissimétricos e não podem ser descartados sem implicar pesadas perdas, o que ajuda a envolver o processo de mudança tecnológica num clima de incerteza.

O que determina o avanço numa ou noutra direção, em última instância, são características que muitas vezes já estão impressas nas rotinas das firmas. Essas características, por sua vez, são comuns a um mesmo aparato industrial, quando se trata de indústrias que têm uma mesma base técnica. Condicionarão tanto o desempenho das atividades produtivas no futuro, quanto os projetos de P&D. Na agricultura, por exemplo, podem ser associadas aos projetos de desenvolvimento de equipamento, projetos de melhoria genéticas em sementes, projetos de difusão de novas tecnologias químicas e assim por diante. Em cada caso, os procedimentos tecnológicos dependem dos equipamentos já utilizados, das habilidades técnicas adquiridas e das regras de organização atuais. Isso é o que, de acordo com Nelson e Winter, confere uma certa inflexibilidade ao processo de escolha da tecnologia, independentemente

das várias situações de demanda que possam ocorrer e das combinações de custos.

"É possível que exista uma poderosa heurística interna aos projetos que opera quando uma tecnologia avança numa determinada direção, mais forte do a possibilidade de seguir-se na direção determinada por amplo espectro de condições de demanda. Chamamos estas direções de "trajetórias naturais" (Nelson e Winter:cap 1).

A idéia de trajetórias supõe considerar que a direção tomada pelo processo de inovação e de mudança técnica tem autonomia em relação a grande parte das variáveis econômicas tradicionais. Há uma lógica nessas trajetórias, que não consegue ser captada apenas através da "sintonia fina" representada pelas condições de demanda, modificação de preços relativos ou custos. Trata-se do reconhecimento de que há algo que não pode ser totalmente filtrado através dos sinais convencionais. A concepção de que o processo inovativo implica numa trajetória, a trajetória natural, pode ser atribuída a Nelson e Winter e pretende dar conta das evidências de que o progresso técnico tem direção, dimensão temporal e, até, contornos específicos, e de que a mudança técnica não está condenada a ser arrastada pela demanda ou variação nos preços relativos, tão somente. A possibilidade de uma empresa ou uma indústria progredir em termos técnicos é função dos níveis tecnológicos já adquiridos e de suas características organizacionais, também adquiridas ao longo do processo. As possibilidades futuras de mudança dependem do "estado da arte" já alcançado /7/.



#### 1.4 Trajetórias e Marcos de Referência para o Desenvolvimento Tecnológico.

A percepção de que o progresso técnico tem direção e manifesta uma lógica própria, é apresentada com bastante clareza por Rosenberg em *Perspectives on Technology* (1976). São compulsões e imperativos que guiam a evolução tecnológica, fornecendo indicações ou sinais de que procedimentos inovativos estão no caminho certo. A direção do progresso técnico define-se em função de um conjunto de elementos e problemas que surgem ao longo do desenvolvimento de uma tecnologia. Em geral, são problemas comuns a várias indústrias, que convergem pela base como é o caso das indústrias de bens de capital.

As inovações são impulsionadas por desequilíbrios tecnológicos, ao longo de sequências compulsivas, especialmente em se tratando de sistemas mecânicos com algum grau de complexidade. No processo de montagem destes sistemas, ocorre uma sequência de aperfeiçoamentos e melhoramentos, que geram pressões internas que, por sua parte, orientam as atividades em certas direções.

"A maioria das empresas são pressionadas para estabelecer ações que prometem um retorno ou benefício, no menor período de tempo possível e, pelo menos, com a maioria das restrições impostas ao nível da planta existente. São dirigidas, de forma natural, a explorar o horizonte tecnológico, por assim dizer, dentro do sistema das atividades correntes e atacar as limitações mais restritivas. Meu ponto principal é que a maioria dos processos produtivos mecânicos emitem sinais que são apremiantes e muito evidentes; desde logo estes processos quando são

suficientemente complexos e dependentes entre si, supõem uma formulação de problemas quase compulsiva. Estes problemas captam grande parte do tempo daqueles que estão dedicados a busca de técnicas aperfeiçoadas" (Rosenberg, 1976).

O progresso técnico pode ser considerado como um processo de acumulação de conhecimentos e experiência, em que a continuidade é tão ou mais importante do que a descontinuidade. Trata-se, pois, de processo cumulativo, onde a natureza dos problemas envolvidos e o tempo incorrido influenciam positivamente as fases seguintes.

A inovação implica adaptações e modificações tecnológicas e industriais, cujos efeitos cumulativos influem no volume e no tempo de comercialização de produtos. O processo de difusão depende de uma corrente de melhorias nas características de rendimento de uma inovação, sua modificação e adaptação progressiva para acomodar-se às necessidades especializadas dos mercados e da introdução de outros "inputs", que afetem de forma decisiva a utilidade econômica de uma informação original. Em resumo, o processo inovativo não é visto como um ato único mas como série de atos interligados, ao longo de um "continuum".

"A inovação, falando em termos econômicos, não é um ato único e bem definido, senão uma série de atos unidos ao processo inventivo. A inovação adquire importância econômica só através de um processo exaustivo de redesenho, modificações e mil pequenas melhorias adequadas ao mercado de massas, para a produção por meio de técnicas de produção massivas, e pela eventual impossibilidade de um completo campo de atividades complementares que vão, no caso do automóvel, desde uma rede

de postos de serviços a um sistema extensivo de estradas pavimentadas" (Rosenberg, 1976:pg 88).

Os elementos acima apresentados mostram o progresso técnico como um processo, procurando desfocar a ênfase que é colocada nos seus aspectos radicais, resgatando aspectos de desenvolvimento da inovação e a direção deste processo. O propósito é chamar atenção para atividades que envolvem questões de rotina produtiva e são consideradas "problemas de engenheiros" e de administradores mas que, na realidade, permitem à firma obter mais experiência e melhor capacitação para resolver os problemas que se apresentem. Além disso, permite observar com mais atenção as atividades de desenvolvimento de produto, incluindo o seu aperfeiçoamento em consequência de informações obtidas dos usuários.

Mesmo inovações primárias dependem do desenvolvimento posterior da tecnologia, de uma série de melhorias que vão aperfeiçoar uma determinada concepção original, implícita num projeto, num design. Isso significa que, ao longo do tempo, uma inovação continua a ser transformada, aperfeiçoada. A oportunidade de desenvolvimento posterior de uma inovação contribui para diminuir os riscos implícitos no fato de ser algo novo, ao mesmo tempo que ajuda postergar a vantagem de retornos diferenciais.

A mudança tecnológica, em seus aspectos essencialmente econômicos, representa incontáveis melhorias, pequenos incrementos na reserva de conhecimento que, à primeira vista, não teriam maior importância. Trata-se, não só de conhecimento incorporado sob a forma de procedimento convencionais, que já possuem códigos próprios, mas

envolve, também, o conhecimento ainda não codificado, tácito, que se manifesta nas habilidades dos trabalhadores, na experiência dos engenheiros, nos designs, nos protótipos, na capacidade de obtenção de informações através da assistência técnica, e assim por diante.

A ênfase nos aspectos mais espetaculares do progresso técnico provoca subestimação dos "pequenos descobrimentos". O arcabouço teórico schumpeteriano foi projetado para ser aplicado a uma classe de fatos tecnológicos que ocorrem de uma vez e desencadeiam uma série de outros eventos "secundários", responsáveis pelos efeitos sobre ciclo econômico.

Este enfoque descarta a importância das atividades menores ou secundárias, que surgem a partir da acumulação da experiência na produção e nas atividades de desenvolvimento de produto. Em contraposição ao caráter descontínuo da inovação, Usher (1953) destaca que o processo de mudança técnica consiste em uma série de atos pequenos, numerosos e generalizados, ainda que de menor impacto. Distingue atos de habilidade, *acts of skill*, que incluem todas as atividades de aprendizado dos atos inventivos ou de intuição, *insight*.

A concepção da inovação como um processo de desenvolvimento tecnológico traz implicações sobre expectativas de remuneração. Neste caso, o retorno lucrativo de uma determinada tecnologia não está somente associado à descontinuidade ou prêmio ao empresário inovador.

Como o processo inovativo passa a ser um acontecimento endógeno às atividades empresariais e industriais, além de contínuo e cumulativo, é presumível supor que as vantagens econômicas associadas à atividade inovativa possam ser estendidas ao longo do tempo, na medida em que as firmas são bem sucedidas em seu processo de evolução tecnológica.

A partir do momento em que o desenvolvimento tecnológico passa a constituir um dos fatores essenciais da concorrência, o investimento em melhorias e inovações - seja através dos departamentos de pesquisa e desenvolvimento de produtos, atividades de engenharia de fabricação, dos novos equipamentos ou ferramental, do treinamento de mãos de obra, etc. - tende a transformar-se numa espécie de rotina dentro das firmas. Na indústria automobilística e de tratores, por exemplo, o lançamento de um novo modelo é acompanhado de modificações ao nível da montagem dos produtos que exigem a realização de pequenos investimentos em novas ferramentas e instrumentos, bem como alteração na disposição e número de operários envolvidos nas tarefas.

Semelhante noção de orientação de progresso técnico em função de "linhas de menor resistência" permite explorar outros aspectos importantes associados à idéia de trajetória. Essa idéia também é desenvolvida por Rosenberg (1974 e 1983) e Dosi (1985) e refere-se à incerteza que cerca a atividade inovativa. Muitas vezes, o melhor caminho é tentar resolver problemas cuja solução é buscada de acordo com as regras convencionais e procedimentos coordenados. A questão é que esta tarefa, em si mesma, já é suficientemente complicada, demandando tempo e envolvendo boa parte da energia das empresas. Até a tarefa de efetuar a adaptação de projetos básicos, gerados fora das empresas, exige que se adotem soluções não convencionais cujas consequências não podem ser totalmente previstas e, por isso, envolvem incerteza.

Em especial, em se tratando de inovações associadas a sistemas mecânicos, como nos casos de bens de capital e máquinas-ferramentas, as

incertezas são maiores em consequência do peso dos financiamentos e da durabilidade dos equipamentos.

O entendimento da trajetória como "linha de menor resistência" também poderia estar associada aos aspectos de "ciência normal", tal como definida por Kuhn (1977) e incorporados por Dosi através dos conceitos de paradigma e trajetória tecnológicos/8/.

A "normalidade" seria representada pelos procedimentos habituais que podem ser adotadas por uma comunidade científica ou tecnológica face aos problemas que se apresentam ao longo de uma trajetória. Para as empresas essas trajetórias manifestam-se através das melhores práticas de produção e de desenvolvimento de produtos, obtidas à medida que os problemas e gargalos são resolvidos, práticas que o mercado ajuda a selecionar. O paradigma representa o potencial de desenvolvimento tecnológico, no seu sentido mais amplo.

Observe-se que, sem as trajetórias, as condutas competitivas das empresas permanecem relativamente "soltas", como observa Dosi, mesmo que os sinais enviados pelos preços funcionem bem. Na realidade, a seleção feita pelo mercado depende dos imperativos tecnológicos e de outros fatores que orientam as direções do progresso técnico.

Segundo Sahal(1981), a evolução tecnológica tende a formar alguns padrões, que durante algum tempo, orientam o desenvolvimento tecnológico em algumas indústrias. Esses padrões ocorrem especialmente em indústrias de equipamentos, onde se "cristalizam" sob a forma de projetos(designs) que servem como referência para o prosseguimento do processo de mudança tecnológica. Esses padrões, por sua vez, são resultado de um esforço tecnológico que se iniciou antes de assumirem a

forma de um protótipo ou de um modelo básico. Além disso, continuam a influenciar os avanços tecnológicos subsequentes, muito tempo depois de deixar de ser referência. São projetos (e produtos) que adquirem a condição de um marco orientador, um **technological guidepost**, que orienta o curso da atividade inovativa /9/.

A noção de marco de referência, ou **guidepost**, enfatiza a idéia de que uma inovação depende em grande medida do refinamento de um certo padrão básico, que embute as concepções técnicas fundamentais de um produto. O importante é que as características deste padrão sejam generalizáveis para o resto da indústria.

"Primeiro, a emergência de um marco de orientação tecnológico frequentemente depende da culminação de avanços anteriores. É raramente uma questão de superar dificuldades radicais. Parece ser, antes de mais nada, resultado de uma síntese(...) Segundo, quanto maior a variedades de tarefas às quais o **design** pode adaptar-se, torna-se mais provável que venha servir como guia a orientar o avanço tecnológico"(Sahal:1981, pg 37).

Por exemplo, a história da tecnologia dos tratores agrícolas destaca o aparecimento, na década de vinte, de duas concepções básicas de tratores, o **Fordson** e o **Farmall**, que moldaram o curso futuro do desenvolvimento tecnológico nesta indústria. A partir daí, os tratores ofereceram uma série de melhoramentos, através de um gradual refinamento de um padrão basicamente igual ao daqueles modelos (Sahal:1981,pg 34). Outros exemplos, na indústria naval e aeronáutica ilustram a mesma idéia. A história da tecnologia do DC-3, na indústria aeronáutica, é

frequentemente usada como exemplo. Um modelo que aparentemente não apresentava grandes novidades é que não era o mais avançado avião de seu tempo, tornou-se padrão de referência de desenvolvimento tecnológico durante as duas décadas seguintes ao seu aparecimento. Mesmo depois que o turbojet é introduzido, transformando-se num novo referencial tecnológico, ainda prevalecem fortes elementos de continuidade fornecidos pelo projeto do DC-3.

O princípio de guidepost é compartilhado por várias indústrias, especialmente as que estão envolvidas com equipamentos duráveis com algum grau de complexidade. Nestas indústrias, a evolução tecnológica costuma seguir alguns padrões de desenvolvimento, que são definidos a partir de um "design" básico que, por sua vez, delimita a direção futura do progresso técnico, sua trajetória. As mudanças tecnológicas em curso tendem a obedecer a certas especificidades, de acordo com a natureza do objeto, um mecanismo ou um equipamento que está mudando.

Este processo tem direção, ponto de partida e, ao mesmo tempo, é específico (a certas indústrias) e auto-referenciado, no sentido de que são as próprias circunstâncias da evolução que circunscrevem as suas possibilidades de evolução posterior. A evolução não é meramente processo de agregação ou empilhamento de fatos. Ela os constrói sob forma de sistemas que podem se cristalizar em projetos, "designs", "layouts", métodos e regras convencionais, procedimentos de busca ou rotinas dinâmicas. A evolução manifesta-se também como conhecimento tácito, que se expressa em habilidades, conhecimentos e aptidões ao longo do processo produtivo. Os sistemas sintetizam as capacidades



adquiridas ao longo do aprendizado e da seleção de procedimentos e tarefas referentes ao desenvolvimento de uma tecnologia específica.

A idéia de marco de referência ou *guidepost* repousa, essencialmente, no fato de que qualquer processo de criação de projetos ou concepções básicas resulta na criação de sistemas que evoluem ao longo do tempo. Estes sistemas, o modelo de um trator Farmhall ou o "design" do DC-3, por exemplo, também determinam o alcance do desenvolvimento futuro, da evolução prospectiva da tecnologia e seus limites. Desta forma, a essência de qualquer processo de concepção de um projeto (*design*) depende da criação de um sistema. Por outro lado, o sistema governa o alcance dos projetos que virão depois (Sahal, 1981:75).

### 1.5 A Influência dos Fatores de Escala.

O contexto em que se dá a evolução tecnológica é dinâmico, onde destacam-se fatores históricos e idiossincráticos, que são muito bem captados pela noção de trajetórias tecnológicas. Outro fator chave, que influi na dinâmica do processo de mudança tecnológica é a escala dos produtos, especialmente quando estes são sistemas complexos. Sahal chama atenção a fato que a escala não representa apenas a dimensão estática do presente, assim como a história não é apenas uma crônica passiva do passado. Ao contrário, ambos fornecem o contexto vital em que o processo evolucionário ocorre. Os mesmos fatores que determinam o desenvolvimento e progresso de uma tecnologia ao longo de uma trajetória podem também definir suas fronteiras.

Os aspectos de escala manifestam-se em duas maneiras: permitem o desdobramento posterior do processo inovativo ao apresentar um padrão determinado de dificuldades, que devem ser resolvidas obrigatoriamente; e ajudam a definir limites à trajetória. No primeiro caso, a dimensão de um sistema prescreve as possibilidades de desdobramento da trajetória, no segundo, seus limites.

O progresso técnico "abre novas avenidas" para mudanças no tamanho do equipamento, isto é, o processo inovativo ocasiona mudanças de escala. Vários autores mencionam o exemplo clássico da introdução do motor a jato como fator de aumento de tamanho das aeronaves. Menos frequente é o reconhecimento de que o contrário ocorre, isto é, de que mudanças na escala dos equipamentos propiciam mudanças tecnológicas e ensejam inovações. Isso fica extremamente evidente no vertiginoso progresso da informática, graças à miniaturização crescente propiciada

pela microeletrônica (microcircuitos integrados), que se estende aos produtos e processos produtivos crescentemente.

Em particular, a realização de experimentos com protótipos e modelos reduzidos enseja a oportunidade de desenvolvimento tecnológico. Ao alterar-se o tamanho de um sistema relativamente complexo, não se consegue manter as mesmas características funcionais, nas mesmas proporções/10/.

Muito do trabalho experimental que tem a ver com a elaboração de designs e com a construção de protótipos, apresenta defeitos. Mudanças na configuração, capacidade, dimensão e na resistência dos materiais sob tensão -típicos elementos de escala- vão fazer parte do processo inovativo. De acordo com Sahal, a escala é invariavelmente uma causa formal da inovação tecnológica em muitas indústrias, ao determinar as propriedades de seus projetos básicos (1981,pg 300).

"O conhecimento convencional supõe que a escala de um objeto depende da eficácia da tecnologia relevante, em qualquer ponto do tempo. Mais ainda, barreiras que se devem a economias de escala frequentemente mostram-se temporárias com o advento de inovações relevantes. Raramente é possível mudar significativamente um sistema sem afetar sua forma e sua estrutura. Desta forma, a escala de um objeto torna-se um problema de design. Um dos principais objetivos do desenvolvimento de produtos é determinar a escala conveniente para a nova tecnologia e assegurar que as alterações de escala sejam de fato viáveis. Ao contrário da versão mais popular, mudanças de escala não são meramente uma consequência de

novações bem sucedidas. Antes, inovações originam-se durante o curso de mudanças bem sucedidas de escala" (Sahal, 1981:pg 300).

A existência de fatores físicos e estruturais associados ao tamanho do equipamento pode limitar e retardar a evolução tecnológica de sistemas relativamente complexos. Um sistema que aumenta de tamanho e mantém inalterados seu grau de complexidade e sua forma, proporcionará menores custos, pelo menos até um certo ponto, por razões de natureza física ou "geométrica".

No entanto, essas economias extinguem-se acima (ou abaixo) de um certo tamanho, a partir do qual o sistema será prejudicado na sua performance e funcionalidade. Para voltar a obtê-las, é preciso alterar radicalmente sua estrutura, sua morfologia e os componentes utilizados, o que, provavelmente, levará à realização de investimentos /11/. Nesse caso, o desenvolvimento de uma tecnologia pode ser afetado negativamente por circunstâncias relativas ao seu tamanho. Em geral, o ritmo do progresso técnico diminui à medida que as economias de natureza física tendem a cessar, e os custos associados à exploração daquela tecnologia a elevar-se /12/.

Economias físicas de escala ocorrem quando o custo de capital de um equipamento, ou uma planta, depende de sua superfície, enquanto sua capacidade de produção depende de seu volume. Outra forma de economias técnicas de escala são as indivisibilidades técnicas. Elas ocorrem frequentemente quando se trabalha com unidades de distinta capacidade operativa. Neste caso, atua o princípio do "mínimo múltiplo comum" aplicável a um conjunto de equipamentos e serviços considerados

tecnicamente indivisíveis e cuja combinação mais eficiente e barata requer um volume de produção mínimo, que é o que determina a existência de uma "escala ótima mínima" (Possas, 1985:cap 3). Essa forma de economia técnica de escala está associada às qualidades dos bens duráveis de capital, como será visto na segunda parte da dissertação.

A influência da escala sobre a tecnologia é bastante visível nos casos em que o desenvolvimento tecnológico assume a forma de melhorias e inovações nos projetos de produtos relativamente complexos. Indústrias de processo contínuo também estão fortemente sujeitas ao aparecimento de economias de escala ao nível da planta e essas economias influenciam a trajetória do progresso técnico naquelas indústrias.

No caso dos equipamentos agrícolas, por exemplo, o aumento de tamanho dos sistema combinado trator-implemento tem proporcionado inúmeras oportunidades para o desenvolvimento tecnológico, ao longo da trajetória iniciada por Ferguson. O aproveitamento destas oportunidades, no entanto, está submetido a um limite de tamanho, a partir do qual o sistema tende a não funcionar.

No que se refere aos projetos que servem como marco de referência ao desenvolvimento da tecnologia, os aspectos de escala manifestam-se concretamente através do crescimento desproporcional dos subsistemas, mudanças no material empregado e aumento no grau de complexidade dos sistemas ao longo do tempo (Sahal, 1981). Em geral, quase todas as situações em que um equipamento muda de dimensão são acompanhadas de mudanças em sua forma. Isso é o que ocorre ao longo da evolução do trator e seus componentes, com a caixa de câmbio, motor, sistemas hidráulicos etc. Segundo Baker (1970), projetos de tratores de

grande porte e mudanças frequente de formas estiveram constantemente relacionados na evolução dos tratores após a Segunda Guerra Mundial, quando seus componentes e o todo crescem de maneira e em ritmos diferentes, obrigando a um contínuo processo de adaptação nos projetos originais. Isso também ocorreu na indústria aeronáutica, com o aparecimento de turbinas à jato cada vez maiores. No entanto, esse processo não pode estender-se continuamente sem dar lugar a situações despropositadas.

Mudanças de tamanho em sistemas mecânicos frequentemente conduzem a mudança nos componentes utilizados. As propriedades físicas dos componentes de um sistema geralmente estão condicionadas a certos limites físicos relacionados ao tamanho. Máquinas e equipamentos maiores exigem materiais de maior resistência em relação ao peso. É o que ocorre com os tratores de grandes dimensões. Isso dá origem a um interessante processo de **feedback** tecnológico que pode repercutir, inclusive, em termos das agendas de pesquisa científica. A tendência à miniaturização, na informática, por exemplo, tem induzido à busca de novos tipos de condutores eletrônicos que permitam maior velocidade e segurança na circulação das unidades de informação.

Talvez um dos aspectos mais importantes entre os associados a mudanças na dimensão de um sistema mecânico ou eletrônico seja o que torna mais complexa a sua estrutura de funcionamento. O aumento da complexidade de qualquer sistema, seja qual for sua base técnico produtiva, tende a alimentar um processo de soluções/problemas do tipo descrito por Rosenberg. Assim, a adoção de cilindros múltiplos em motores para carros e tratores passou a exigir também a introdução de

múltiplos carburadores. Essas mudanças acarretaram alterações no projeto do motor, tornando-o cada vez mais complicado e maior, impondo também alterações aos projetos de tratores /13/.

Mas o grau de complexidade não pode aumentar indefinidamente sem comprometer seu funcionamento. Neste sentido, a escala opera como um fator impeditivo ou, pelo menos, de retardo à continuidade da evolução tecnológica ao longo de certas trajetórias.

Há, ainda, um outro terceiro tipo de mudança tecnológica associada à dimensão dos sistemas de uso da tecnologia. Segundo Soló (1966), a tecnologia é função da escala da organização projetada para assegurar sua utilização. Isto é, o tamanho dos sistemas que utilizam uma tecnologia influencia a dinâmica da mudança técnica.

A origem do DC-3, por exemplo, esteve condicionada pela necessidade de uma aeronave com características adequadas para servir ao transporte aéreo de cargas. Também o aperfeiçoamento do automóvel deve muito à existência de redes de rodovias de boa qualidade (Sahal, 1981).

Paul David (1975) observa que a introdução da ceifadeira no sistema de produção familiar nos Estados Unidos teve que esperar quase vinte anos, em decorrência do pequeno tamanho das fazendas, que não tinham escala para substituir mão-de-obra pela mecanização. Embora a essência do seu argumento apóie-se na idéia de que a substituição seja proporcionada pela relação entre o custo do salário e o custo inicial de aquisição da máquina, destaca que relação depende fortemente da existência de uma certa escala nas tarefas executadas com as máquinas. Foi só em meados da década de cinquenta do século dezenove que as

propriedades dos farmers nos Estados Unidos atingiram o tamanho que permitia a introdução da mecanização das tarefas.

Note-se que a adoção de uma nova técnica não é o único fator a influenciar a escala em que é usada. A adoção crescente de tratores na agricultura é apenas uma das causas do aumento na escala de produção dos estabelecimentos. Outros fatores são tipos de culturas, de organização das atividades, outros investimentos em capital e utilização de insumos modernos, topografia, existência de sistemas de irrigação, etc. Este conjunto de circunstâncias converge para determinar um certo padrão tecnológico de uso de técnicas. Pode-se, inclusive, analisar em que proporção outras tecnologias estão associadas ao tamanho dos sistemas de que as utilizam. No caso da agricultura, a utilização de defensivos e pesticidas também está associada à existência de economias de escala no sistema (agrícola) que os utiliza. Além disso, o tempo e custos envolvidos na mudança de escala e na mudança tecnológica diferem bastante. Às vezes, torna-se mais fácil e mais rápido mudar a tecnologia do que a escala do sistema como um todo.



## 1.6 A Importância da Combinação de Técnicas: Sinergias.

As observações anteriores enfatizam certos limites e regras que se apresentam ao longo da evolução tecnológica. A dinâmica de qualquer sistema em evolução depende de sua história anterior, história de desenvolvimento técnico de certos produtos e processos, e das escalas associadas a estas tecnologias, em particular, das circunstâncias que associam custos e tamanhos.

As tendências que se manifestam no processo de evolução de uma tecnologia e que vão ser responsáveis pela direção tomada pelo processo inovativo não são apenas cerceadas e retardadas pela maior complexidade de um sistema. Sahal observa, com grande pertinência, que a visão marxista em geral sobreestima o aspecto de que o progresso técnico percorre uma trajetória que vai do simples ao complexo.

Na verdade, ao longo desse processo, podem aparecer mais de uma tendência que operam em direções contrárias. Isso ocorre quando duas ou mais tecnologias combinam-se dentro de um mesmo sistema-padrão. Neste caso, a analogia com o mundo biológico deixa de ser válida/14/.

A combinação de várias tendências técnicas em evolução dentro de um mesmo sistema é um fato bastante comum. Trata-se de um processo de sinergia ou simbiose tecnológica em que os efeitos "somam-se". Exemplos são variados e combinam tecnologias sofisticadas, como as dos reatores nucleares, com tecnologias mais convencionais, a engenharia naval, resultando nos navios movidos a energia nuclear. Outro bom exemplo são os equipamentos de controle numérico que combinam tecnologia dos estados sólidos com a de circuitos eletrônicos e fabricação de tornos mecânicos.

O estado da arte na indústria de tratores é o resultado da combinação de técnicas oriundas da indústria de máquinas ferramentas e da indústria automobilística e de autopeças/15/.

A combinação de distintas tecnologias relativiza a tendência de esgotamento tecnológico ao longo de um processo em evolução. Como observa Sahal (1981), a evolução de um sistema está sujeita a limites como os anteriormente mencionados apenas enquanto este sistema ficar isolado. A união de duas ou mais técnicas aumenta o potencial tecnológico de forma praticamente ilimitada (Sahal, 1981:pg 71).

Muitas vezes, quando duas ou mais tecnologias se integram, o sistema resultante pode ser simplificado, mesmo que a complexidade técnica de um deles, isoladamente, tenda a aumentar. Isso foi o que ocorreu por ocasião do desenvolvimento do mecanismo de engate entre o trator e o implemento. Em conjunto, o sistema foi simplificado. Em termos isolados, representou um aumento de complexidade do mecanismo desenvolvido.

O exemplo, mais uma vez, vem da indústria de tratores. A evolução tecnológica dos tratores teria atingido seu ápice ao final da década de quarenta. A evolução dos projetos, a partir do referencial fornecido pelos projetos Fordson e Farmhall, aparentemente chegava a seu limite, tornando improvável o desenvolvimento de melhorias posteriores. No entanto, a adaptação do sistema de engate de três pontos, que permite o controle dos implementos agrícola, representou um novo marco, impulsionando a tecnologia em novas direções.

A década de setenta representou um interregno na evolução dos tratores. No entanto, a exploração de tecnologias combinadas ao nível dos sistemas de uso, especialmente as que se dão entre equipamentos e o ambiente agrícola, representam tendências prováveis de desenvolvimento. Exemplo concreto de êxito alcançado no Brasil, com ajuda de instituições de pesquisa nacionais, é o equipamento de plantio direto, desenvolvido a partir da integração de esforços de aperfeiçoamento de tratores e implementos, adequando-os às circunstâncias dos sistemas agrícolas de uso em países tropicais, onde a insolação e a intensa pluviosidade requerem certa proteção dos solos, ao contrário de uma maior exposição, como nos países de clima temperado.

### 1.7 A Tecnologia como um Processo de Aprendizado: Learning by Doing .

A noção de "guidepost" revela que boa parte do progresso técnico deve-se ao aperfeiçoamento e melhoria realizados em concepções que se transformam em padrões técnicos. O desenvolvimento potencial de uma nova técnica, depende de tempo e experimentação. Novos projetos, a princípio, são irrealizáveis do ponto de vista prático, contêm erros e têm que ser submetidos a testes mas proporcionam acesso a novas formas de conhecimento, ao nível do processo de fabricação, é através da solução dos "gargalos", que vão surgindo ao se tentar levar à prática uma nova concepção técnica, ou mesmo de mudança nos componentes que fazem parte de dispositivos mecânicos, que as empresas adquirem novas capacidades. O método implícito nesse processo é o de "tentativa e erro".

A idéia na realidade, bastante próxima à de imperativos tecnológicos de Rosenberg e ajuda a reforçar a idéia de que o progresso técnico ocorre de maneira cumulativa. O design de novas técnica quase sempre baseia-se em tentativas que são empreendidas sistematicamente com a ajuda de plantas pilotos, protótipos, túneis aerodinâmicos, etc. A experiência com um novo projeto invariavelmente deixa lugar para muitos aperfeiçoamentos. O que se espera que seja uma impecável concepção de projeto, às vezes pode se tornar um fracasso rotundo. No entanto, com a acumulação de experiência em design e no processo produtivo, torna-se possível identificar e remediar obstáculos.

O progresso técnico pode ser considerado, portanto, como um processo de aprendizagem e está, quase sempre, relacionado à tentativa de correção de falhas ou erros cometidos anteriormente ou adequação a novas

situações que se apresentam à empresa, é um processo de longo prazo que envolve acumulação de conhecimentos relevantes num ambiente sempre em constante transformação. Por meio da repetição e da experimentação manifestam-se oportunidades de melhorar e aperfeiçoar tarefas e, também, de realizá-las mais rapidamente. É, ainda, através do aprendizado que novas oportunidades de produção podem ser identificadas (Dosi, Winter e Teece:1989).

O aprendizado requer utilização de códigos de informação comuns e procedimentos coordenados de busca. Manifesta-se através de capacidades adquiridas pelos indivíduos e pelas empresas ao longo de sua evolução, chegando a confundir-se com algumas rotinas, de tipo dinâmico, ao longo do processo de desenvolvimento de novos produtos e processos. Segundo Simon (1969), a experiência obtida anteriormente através do processo de aprendizadoa consiste na mais importante fonte de seleção ao longo de uma trajetória específica.

"Em essência, o progresso técnico não é jamais uma questão trivial. Ele depende de aquisição de experiência prática ao longo do tempo. A evolução da tecnologia não é meramente resultado de um conjunto de eventos que se repetem. Antes de mais nada, ele é governado por um processo de mudança cumulativa" (Sahal,1981:pag 112).

O processo de aprendizado representa uma gradativa aquisição de capacidades derivadas da experiência na fabricação dos produtos. Em se tratando de inovações envolvendo sistemas complexos, como bens de capital, um outro tipo aprendizado, pelo uso, manifesta-se. Em ambos os casos, o desenvolvimento tecnológico é resultado de inúmeras melhorias

aplicadas a uma concepção original, em geral, uma concepção sobre um dispositivo ou um mecanismo. Ambas as formas de aprendizado representam uma forma de aquisição gradual de experiência tecnológica e de obtenção de know-how.

Segundo Rosenberg (1983:capítulo 6), em etapas próximas ao fim das atividades de pesquisa básica, o processo de aprendizado envolve a aquisição de conhecimento relativo às leis da natureza. Parte deste conhecimento pode ser aplicado nas atividades de produção. Na fase de desenvolvimento final de um produto, o aprendizado consiste na busca de suas características ótimas. Neste estágio, o aprendizado é orientado para as dimensões comerciais do processo de inovações, incorporando novas formas de conhecimento em engenharia e em ciências básicas.

O *learning by doing*, segundo este autor, ocorre na etapa da manufatura, depois que o produto já foi projetado, depois do esgotamento dos estágios de Pesquisa e Desenvolvimento. O aprendizado, nesse nível, consiste em desenvolver habilidades técnicas relativas ao processo de produção. O efeito frequentemente manifesta-se em redução de custos por unidade do produto /16/.

O aprendizado também se manifesta por meio de capacidades adquiridas pelos indivíduos e pelas empresas, ao longo de sua evolução, confundindo-se com algumas rotinas. O *learning-by doing* frequentemente assume a forma de regras de conduta técnicas, aparentemente banais, seguidas pelos engenheiros e projetistas, *rules of thumb*. Neste caso, as inovações são uma espécie de subproduto do treinamento anterior da mão-de-obra e da experiência já adquirida. Parte desses conhecimentos pode chegar a ser sistematizada por técnicos e engenheiros envolvidos

nas atividades de produção e de desenvolvimento. Mesmo as atividades de P&D podem ser entendidas como rotinas "que servem para determinar em que direção, de que maneira e quanto deve-se explorar uma potencialidade tecnológica" (Dosi, Winter e Teece: pag 10).

As rotinas associadas ao aprendizado estão sempre mudando e, ainda que processo inovativo possa durar muito tempo, podem proporcionar inovações primárias. Este é o caso do trator Fordson, que evoluiu de versões de um trator sem estrutura (frameless) e, após um prolongado processo de acumulação experiência e aprendizado, transforma-se num marco de referência para a evolução posterior. Além disso, o aprendizado desempenha um importante papel na evolução de tecnologias diretamente associadas a ciência.

Uma das vantagens do enfoque do progresso técnico baseado no learning by doing é que ele revela as ligações que ocorrem entre o processo de produção e as atividades voltadas para o desenvolvimento das melhorias que são acrescentadas ao produto. Frequentemente, uma inovação de produto depende de mudanças no processo de fabricação. Inovações de produto e de processo estão, na realidade, interligadas e, raramente, o desenvolvimento de uma é possível sem o da outra.

Grande número de indústrias aperfeiçoam seus produtos e os desenvolvem através de métodos de experimentação com modelos de escala reduzida e com protótipos. O desenvolvimento de um novo conceito de projeto, um design é quase sempre baseado num intenso processo de experimentação através da construção e testes com modelos em menor escala. Dificilmente, um novo projeto ou um sistema que contenha uma nova concepção técnica pode prescindir de algum tipo de experimentação.

A construção de modelos representa uma ponte indispensável entre as atividades experimentais, que ocorrem em laboratórios e a produção massiva ou em larga escala (Sahal, 1981:pg 252). A experimentação é particularmente importante em virtude do risco de que um novo projeto não se materialize adequadamente sob a forma de protótipos, primeiro, e de produtos, depois, devido a problemas de dimensionamento e de escala ou por causa complexidade de produtos e processos. Exemplos de atividades que necessitam de um longo processo de experimentação e aprendizado são inúmeros: túneis aerodinâmicos ("wind-tunnels") na construção de aviões e de plantas pilotos experimentais em indústrias de processo e químicas, protótipos de tratores pré-manufaturados na indústria de tratores, modelos miniaturizados de embarcações, etc.



### 1.8 O Aprendizado pelo Uso # Learning by Using.

Nem sempre a capacitação durante a mudança técnica decorre do aprendizado adquirido no processo de produção. Há um tipo especial de conhecimento ou experiência que é adquirido depois que o produto é comercializado, conhecimento que depende do seu uso. Trata-se de outra forma de aprendizado, pelo uso ou **learnig by using**, que se manifesta através do aprimoramento de características que só vão ser reveladas à medida que o produto é usado. A necessidade de aperfeiçoamento dos equipamentos dotados de sistemas mecânicos complexos, como quase todos os bens de capital, por exemplo, evidenciam-se a partir do uso.

Só quando usados intensamente, estes produtos manifestam seus problemas de concepção, e seus defeitos de construção. O caso típico é o de aviões. Normalmente os sintomas de desgaste e de tensão associados aos materiais, em especial aos metais, costumam a revelar-se e só o fazem depois de bastante tempo de uso. A indústria aeronáutica incorpora esse tipo de **input**, proporcionado pelo aprendizado em condições adversas, para fazer modificações em seus projetos originais de aeronaves e torná-las mais seguros e resistentes (Rosenberg, 1983 e Sahal, 1981).

O funcionamento dos componentes e sistemas que compõem um conjunto mecânico complexo, como o trator, também depende desta forma de aprendizado, estando sujeito ao desgaste pelo uso continuado. Esse conhecimento torna-se decisivo no caso do funcionamento articulado do conjunto trator/implementos. Em boa medida, a evolução tecnológica dos tratores deve-se a esta forma de <sup>uso</sup> aprendizado. Pode-se mesmo dizer que é a partir da dinâmica de gargalos/solução de problemas, proporcionada

pela interação de sistemas e subsistemas mecânicos complexos que se define a trajetória tecnológica desta indústria e deste tipo de bens duráveis.

"O aprendizado pelo uso refere-se a uma diferente "locus" de aprendizado do que o aprendizado pela experiência (*learnig by doing*). Há várias razões para isso ser assim. Talvez em termos mais gerais, as características de desempenho dos bens de capital duráveis não podem ser entendidas enquanto não haja uma experiência prolongada com estes bens. Neste sentido, estamos tratando com características de performance, que o conhecimento científico ou técnico não podem prever com exatidão" (Rosemberg: 1983:123).

Bens de capital duráveis só revelam completamente as suas mais importantes características quando usados intensivamente. Trata-se de peculiaridades que eles só mostram com o passar do tempo. Neste sentido, a sua performance, "ex-ante", é altamente incerta. O aprendizado pelo uso, *learning by using*, permite determinar o que Rosemberg chama de "características de desempenho ótimo" e os engenheiros de "desempenho operacional" destes equipamentos e em que medida essas características afetam o seu tempo de vida útil. Às vezes, são necessários muitos anos antes que se possa conhecer os melhores serviços que estes equipamentos podem proporcionar e a sua melhor forma de manutenção. Isso torna o processo inovativo bastante específico e propicia o desenvolvimento de uma área de conhecimento especializado em torno de certos produtos e processos.

A capacitação obtida através desta forma de aprendizado não advém de princípios ou métodos científicos, nem pode ser predizível a partir da observação de tecnologias análogas. Trata-se, na realidade, de conhecimentos sobre aspectos específicos e, em grande parte, empíricos. A questão é que a atividade produtiva sempre envolve alguns tipos de conhecimentos especializados que, como observa Rosenberg (1983), em geral únicos em relação a um processo industrial e a alguns tipos de produtos. Este conhecimento está associado a um conjunto de possíveis melhorias que requerem grande familiaridade com o que este autor chama de "minúcias da sequência produtiva".

Von Hippel (1978) observa que o processo de diferenciação que acompanha certos produtos, como bens de capital, está estreitamente relacionado a esta forma de aprendizado. Isso decorre da oportunidade de os usuários modificarem equipamentos e esta modificação ser incorporada nos novos modelos. Fabricantes podem aceitar introduzir certas mudanças em novas versões de seus produtos com base em informações recebidas dos usuários. Esse esforço rebate em termos de tarefas de desenvolvimento dos produtos que, por sua vez, desenvolve-se em estreita relação com as atividades de assistência técnica e comercialização.

A frequência da diferenciação está ligada a certos padrões de concorrência constituindo, em certos mercados, sua marca registrada. O aproveitamento desse aprendizado e sua sistematização através de rotinas e procedimentos coordenados enseja a criação de novas atividades. É como se fosse criado um canal para permitir o aproveitamento dos efeitos encadeados que se manifestam entre as etapas mais próximas ao usuário final, como as de comercialização, planejamento de vendas e assistência

técnica. Na medida em que as informações dos usuários transformam-se em capacitação ao nível dos projetos e são introduzidas nos produtos, contribuem para diferenciá-los, reforçando a capacidade de competição dos produtos e das firmas.

Segundo Rosenberg, o aprendizado pelo uso, enseja dois tipos de experiência, uma associada à mudança tecnológica incorporada em novos equipamentos e outra, que chama de progresso técnico desincorporado.

No primeiro caso, o aprendizado conduz a melhor compreensão das relações que existem entre um projeto e o desempenho do equipamento que dele resultou, avaliado através do uso. O resultado é a modificação na concepção do projeto. Se este esforço de aprendizado tiver condições de ser sistematizado, pode transformar-se em "rotinas dinâmicas" (Dosi, Winter e Teece, 1989) caracterizando uma espécie de efeito tecnológico induzido "para trás", tal como os linkages de Hirschman. Estes, por sua vez, podem induzir novos problemas a nível do processo produtivo, levando a alterações na estrutura de custos e induzir a realização de investimentos, que acompanham, por exemplo, a aquisição de ferramental para ser usado na produção. Pode ensejar, até mesmo, modificação nos métodos e processos de produção, de forma a tornar a fabricação mais flexível e mais receptiva a modificações nas linhas de produção.

A construção de protótipos expressa uma forma sistematizada de interação entre atividades de desenvolvimento de produto e o uso desses equipamentos. Há, também, outros tipos de conhecimento e informações que podem ser assimilados por meio de expedientes menos convencionais, quase empiricamente, como será visto na discussão sobre diferenciação e competitividade, no capítulo V desta dissertação.

O segundo caso, de conhecimento desincorporado, Rosenberg refere-se a melhorias que não ocasionam modificações diretas nos bens de capital, ainda que revelem informações sobre seu desempenho, podendo levar a ganhos de eficiência e produtividade. Normalmente, ambas formas de aprendizado são indissociáveis, embora em algumas indústrias, como informática, o conhecimento desincorporado assuma papel extremamente importante na evolução tecnológica.

Segundo Freeman (1982), uma inovação bem sucedida deve se basear no conhecimento das necessidades do usuário. Este conhecimento, segundo ele, oferece a oportunidade de explorar os efeitos favoráveis de uma inovação por mais tempo, assim como propicia a chance de apropriação de lucros associados à inovação. Além disso, a inovação terá maiores chances de ser difundida com sucesso na medida que informações sobre suas características forem transmitidas aos seus potenciais usuários.

Segundo Lundvall (1988), o processo de aprendizado, pela experiência ou pelo uso, evidencia a interdependência que existe entre as atividades de produção e o processo de mudança tecnológica /17/. Este autor considera a produção como um processo repetitivo, onde tendem a se desenvolver as rotinas mais simples ou rotinas estáticas. Já o processo de inovação é contínuo e cumulativo em que a criatividade destaca-se, em oposição às decisões rotineiras mais elementares. Note-se que a ligação entre as atividades de produção e as atividades inovativas dificilmente podem se expressar em termos quantitativos, ao contrário dos fluxos de bens e serviços (pg 363).

Ainda de acordo com este autor, as interdependências entre as atividades produtivas e o processo inovativo dá-se em duas direções. Por um lado, o aprendizado que ocorre ao nível da produção forma um input em direção atividades de PeD. Por outro, o processo de inovação dentro das firmas tem o dom de reestruturar o sistema de produção, introduzindo novos métodos, novas formas de organização e estabelecendo um novo tipo de ligações entre os sistemas. Além disso, a divisão de trabalho que vigora a nível do processo produtivo nem sempre é a mesma que afeta a mudança técnica. Algumas indústrias, por exemplo, são basicamente usuárias de inovações geradas em outras indústrias ou setores. Outras, funcionam como foco de geração de inovações, irradiando-as para outros setores e indústrias. A agricultura e grande parte das indústrias "tradicionais" são usuárias de inovações desenvolvidas em outras indústrias, que as têm como mercado de seus produtos (Pavitt, 1984).

Uma das características mais importantes da economia moderna, em que boa parte do esforço econômico está voltado para a produção e difusão de novos produtos e de produtos aperfeiçoados, é a ligação entre produtores e usuários (Lundvall, 1989). Produtores e usuários tendem a trocar produtos e informações e é em função desta troca que os mercados se organizam. Em mercados relativamente organizados, as relações entre usuário e produtor hierarquizam-se, isto é, uma das partes tem condições de dominar a outra, quer por meios técnicos, quer por meios científicos e tecnológicos. Além disso, estas relações ensejam o estabelecimento de acordos e códigos de conduta que ajudam a contornar a incerteza presente na atividade inovativa. Lundvall destaca algumas das características envolvidas na interação usuário-produtor, a saber:

1) o conhecimento obtido via aprendizado pelo do uso, só será incorporado em novos produtos se houver contato direto com o usuário;

2) há uma tendência de o produtor monitorar o processo de aprendizado de forma a estimar a capacidade do usuário adotar inovações;

3) gargalos e complementaridade tecnológica, observadas ao nível do usuário, representam mercado potencial para produtores inovadores;

4) inovações de processo entre usuários podem ser apropriadas pelos produtores ou aumentar a competitivo, enquanto inovações de produto que ocorrem ao nível do usuário implicam novas demandas por equipamentos (Lundvall, 1988: pg 352).

O usuário precisa saber se as novas características do produto são efetivamente adequadas às suas necessidades. Quando o próprio usuário precisa adaptar ou desenvolver um produto novo ele tende a envolver o produtor, especialmente se surgem dificuldades no uso de equipamentos. Quanto mais complexo e especializado for um equipamento ou sistema, maior será a necessidade de cooperação direta. A incerteza, nesse caso, estende-se não só aos aspectos desconhecidos de um novo produto, como também à performance continuada de produtos melhorados. Bens de capital duráveis tem o seu valor associado aos serviços que prestam que, por sua vez, dependem de seu desempenho ao longo do tempo. Os problemas e deficiências dos equipamentos só vão se manifestar à medida que este seja usado. As atividades de assistência técnica reforçam os vínculos entre produtor e usuário, sendo um fator decisivo da concorrência no caso de máquinas e equipamentos complexos.

A interação entre o produtor e o usuário está sempre a exigir maior formalização, impondo novas instâncias de organização e uma pauta de atividades aos departamentos de desenvolvimento de produtos e aos de comercialização. Desta forma, a "confiabilidade" nos equipamentos de capital e serviços associados, também chamada de **moral performance**, passa a ser um dos parâmetros da concorrência, ao lado dos preços e da qualidade. Esta "confiabilidade" implica a existência de um código de conduta e a mútua confiança entre produtores e usuários.

Em contrapartida, este novo tipo de organização supõe montar um sistemas de informações sobre características dos novos produtos. Tal como os "fluxos de informação" de Arrow (1974), esses sistemas são caros e demandam tempo, esforços e investimento. Se a tecnologia é complexa e sujeita a mudanças contínuas, códigos de informação devem ser flexíveis e, muitas vezes, um certo "background" cultural comum é necessário para estabelecer estes códigos e regras tácitas de conduta. Esta questão está fortemente presente no caso do desenvolvimento dos "softwares", no caso da informática mas existe, também, no caso de fabricação de equipamentos de processo, mencionados por Lundvall, em indústrias onde se desenvolve um processo de aprendizado.

*falta concluir*

*descontínuo x incremental*



## Notas

/1/ Schumpeter, aparentemente, tinha consciência de que esta definição apresentava problemas, tanto que apresentou um conceito alternativo de função de produção em sua obra posterior "História da Análise Econômica", um conceito mais "realista", segundo ele. Esta função de produção referia-se à substituição entre fatores capital e terra.

/2/ O progresso técnico está associado a ciclos de crescimento ou de prosperidade, que se alternam com outros, de decadência ou de recessão. As inovações primárias ou revolucionárias desencadeiam o processo de transformação e são seguidas por uma torrente de inovações secundárias que se generalizam pelo sistema econômico. Ao se difundir, vão perdendo intensidade e, pouco a pouco, deixam de ser responsáveis pelos efeitos dinâmicos gerados que vão explicar as oscilações da economia.

/3/ A literatura sobre o progresso técnico é muito mais vasta do que os enfoques aqui apresentados. Inúmeros autores de grande importância não foram mencionados. No escopo deste trabalho, no entanto, optou-se por destacar os traços essenciais da visão schumpeteriana, para contrapô-la a um terceiro enfoque, comentado nos itens seguintes.

/4/ Ainda hoje, este critério é usado para efetuar classificações, embora os métodos modernos de taxonomias adotem os "holotipos", população de espécies cujas propriedades estatísticas são consideradas representativas de toda a espécie.

/5/ Segundo Lewontin e Levins (1985) o mecanismo darwiniano da evolução desdobra-se em três princípios: 1) o princípio da variação, pelo qual os indivíduos diferem uns dos outros na forma e na função; 2) o princípio da hereditariedade, pelo qual os descendentes parecem-se mais com os pais do que com indivíduos não relacionados; 3) o princípio da seleção natural, pelo qual variantes diferentes deixam diferentes números de descendentes;

/6/ Agradeço as observações a Giovanni Dosi.

/7/ Em artigo de 1977 Nelson e Winter definem a inovação como uma mudança não-trivial em produtos e em processos, que não está relacionada a uma experiência anterior (1977). A estrutura de custos e uma certa capacidade de administrar os recursos são os dados com que a empresa conta. Limitações de orçamento poderão constranger novas estratégias de P&D e o processo inovativo. Questões e problemas que surgem a cada momento dependem, por sua vez, da experiência anterior. Nos modelos apresentados pelos autores, o processo de inovação, identificado com as estratégias de P&D, é representado em termos de uma distribuição de probabilidade condicional, conhecidas certas características da organização.

/8/ O conceito de paradigma tecnológico de Dosi refere-se a um padrão de soluções de alguns problemas, através de princípios selecionados de atividades científicas e tecnológicas. A analogia com o paradigma científico de Kuhn vale, segundo o autor, no sentido de que as atividades, científica e tecnológica estão imbuidas de uma poderosa heurística derivada de um mecanismo do tipo "Gestalt".

/9/ A idéia de guidepost de Sahal é semelhante à de compulsão tecnológica, desenvolvida por Rosenberg. Em artigo intitulado "A Direção da Mudança Tecnológica: Mecanismos de Indução e Sistemas de Enfoque" (1976), este autor observa que as tecnologias complexas criam

compulsões e pressões internas que, por sua vez, induzem a pesquisa tecnológica em determinadas direções. Essas pressões operam ao nível do estabelecimento produtivo, mas também dentro dos componentes utilizados nos produtos. As indústrias do complexo metal-mecânico e automotivo compartilham desse tipo de pressões.

/10/ Darwin já observava, em relação à evolução do seres vivos, que o crescimento biológico de um organismo requer maior desenvolvimento de suas funções respiratórias e do sistema digestivo. Em algumas espécies, a evolução exigiu modificações em alguns órgãos específicos, alterando-se a proporção das dimensões desses órgãos com o conjunto do sistema. Quando havia crescimento, mudavam as suas funções e a própria estrutura do organismo. No caso dos sistemas industrializados, o mesmo princípio parece válido (Sahal, 1981). Ao longo de um processo de mudanças que alteram a forma de um sistema mecânico, dificilmente será mantida a mesma similaridade geométrica. O aprimoramento biológico de raças na pecuária tem procurado destacar certas características, como a de oferecer o maior volume de carne em relação à estrutura óssea do animal. Isso levou ao aprimoramento de certas raças de grande peso. Essa evolução esbarra em certos limites, a partir do momento em que ocasiona perda de capacidade de sustentação com base na estrutura óssea, e perda de equilíbrio, resultando num aumento de acidentes e fraturas. A mesma coisa acontece com a envergadura da asa de um pássaro grande, que tende a ser maior do que a de um pássaro pequeno.

A relação entre as asas e o seu volume e comprimento não pode continuar a aumentar indefinidamente sob pena de impedi-lo de voar. O mesmo princípio pode ser aplicado aos aviões e, apesar do avanço considerável, construindo-se aeronaves cada vez maiores, persistem as limitações mencionadas.

/11/ Não é só o investimento em atividades de P&D que estimula o processo inovativo. Na realidade, qualquer tipo de investimento poderá ter repercussões a nível da tecnologia. Essa relação entre o investimento e o processo inventivo já era reconhecida por Schumpeter, ainda que este autor enfatizasse a mediação da demanda entre o investimento e a inovação (ou a invenção). Pode-se argumentar, como Rosenberg (1976) que a indústria de bens de capital cumpriu papel histórico semelhante ao atribuído por Schumpeter ao empresário inovador, ao longo da evolução tecnológica de diversas indústrias, a partir do século passado. A compra de bens de capital que representam o investimento das indústrias compradoras, garantem o acesso às **best-practices**, possibilitando a ocorrência de inovações de processos nos setores e indústrias que os absorvem.

/12/ Há um ponto em que a tecnologia apresenta limites e para que se possa avançar, é necessário mudar completamente os fundamentos tecnológico, ou alterar ou componentes. Nos microcircuitos eletrônicos integrados, a evolução tecnológica de impressão (dos circuitos) nas minúsculas superfícies de silício tem obtido grande sucesso em direção à crescente miniaturização. Os **chips** de memória contêm linhas tão finas que tornam possível armazenar numa única pastilha milhões de **bytes** (unidades de informação). Por mais extraordinárias que sejam essas tecnologias de impressão de linhas nas pastilhas, há um limite ao processo de impressão numa mesma superfície de silício, devido à

Ya despliega el vigor su piel generadora  
su central de energías, sus titánicos rastros.  
Y los hombres se entregan a la función creadora  
con la seguridad suprema de los astros.

Fragor de acero herido, resoplidos brutales,  
hierro latente, hierro candente, torturado,  
trepidando, piafando, rodando en espirales,  
en ruedas, en motores, caballo huracanado.

impossibilidade física de se reduzir indefinidamente o traçado das microlinhas que transportam as informações. Isso tem orientado a busca de outros tipos de condutores em substituição ao silício. Tem influenciado, também, o desenvolvimento de outras concepções e sistemas de transporte de informações (supercondutividade, biocondutores, etc) (Brodski, M. Progress in Gallium Arsenide Semiconductors, Scientific American, February/1990).

/13/ Frequentemente, a complexificação do equipamento revela algumas implicações em termos homem-máquina. O crescente aumento de tamanho dos tratores trouxe como consequência intolerável ruído para o ouvido humano. A tentativa de resolver este problema acarretou experimentos que resultaram em modificações significativas na máquina. Para abafar o ruído, o motor foi colocado sobre uma armação flexível suspensa. O estudo desta

/14/ Quando duas linhagens diferentes são obtidas, elas geram trajetórias que, normalmente, não voltam a se encontrar, cada uma se encaminha em direção oposta (Castro, Ana:1988).

/15/ Entretanto, a evidência mais notória deste fenômeno, nos dias atuais, é a eletrônica, que cada vez mais, vem substituindo partes, peças e módulos eletro-mecânicos nos mais variados sistemas produtivos e produtos. Com o gradual avanço desses sistemas eletrônicos de informática nas máquinas, as partes mecânicas que nelas permanecem são mais exigidas, pois funcionam, agora, sob o comando de controles mais rápidos e eficientes, obrigando-as a evoluírem para os campos da mecânica fina ou de precisão e dos novos materiais.

/16/ Os efeitos do aprendizado no curso do processo de produção e seus impactos em várias indústrias foram descritos por vários autores além dos mencionados neste capítulo. Arrow e Paul David estiveram entre os pioneiros.

/17/ Enquanto a teoria convencional enfoca a alocação ótima de valores de uso como um problema econômico, o problema da economia moderna é capacidade de produzir valores de uso com novas características. Mercados "perfeitos", segundo ele, tendem a reproduzir apenas estoque de valores iguais. No entanto, a cada período, a economia recebe nova quota de produtos novos, ou produtos qualitativamente alterados. Naqueles mercados, inovações de produtos são fatos excepcionais e não poderiam dar lugar ao aprendizado pelo uso, uma vez que as relações entre produtores e usuários de tecnologia são absolutamente impessoais.

Parte II  
Evolução Tecnológica das Máquinas Agrícolas e Breve História da  
Indústria e de Seus Mercados.

2.1 O Surgimento da Indústria e dos Mercados de Máquinas Agrícolas.

Até o século dezoito, os implementos e ferramentas agrícolas eram rudimentares e praticamente não se distinguiam muito das utilizadas dois mil anos antes por antigas civilizações da Ásia Menor e da Europa.

Durante a revolução industrial, o problema de prover maiores necessidades alimentares da sociedade colocou-se com dramaticidade jamais vista, fundamentalmente, na Inglaterra e Europa. No século XIX, a população europeia aumentou em 200 milhões de pessoas em um intenso movimento de urbanização, em que um contingente proporcionalmente sem precedentes de pessoas passou a dedicar-se a atividades não agrícolas, na indústria e nos serviços (Derry e Williams, 1977).

Faziam-se necessárias profundas transformações tecnológicas, não só na agricultura. O progresso técnico de produção de alimentos dependia das mudanças básicas que ocorriam em outras áreas. O grande salto tecnológico nos transportes, com as ferrovias e com a navegação a vapor, desempenhou papel fundamental no avanço da produção de alimentos, barateando os custos de deslocamento de países distantes.

Sem dúvida, foi a partir da semeadeira que a mecanização dos processos agrícolas tomou grande impulso. No final do século dezoito, Thomas Coke demonstrou que no cultivo de cereais a semeadeira para grãos economizava 54,5 litros de semente e elevava a produtividade da colheita em 10,5 hectolitros por hectares.

Ovviamente, o progresso não foi uniforme. Em 1850, na Grã-Bretanha, havia mais arados de madeira do que de ferro em uso, mas, nas fazendas-modelo inglesas, na década de 1850, enormes galpões já alojavam máquinas de vários tipos, todas movidas por transmissões que partiam de uma máquina a vapor fixa. As colhedei­ras inventadas na Grã-Bretanha e Estados Unidos a partir de 1780, não foram utilizadas senão cerca de meio século depois.

Uma nova versão de colhedeira surgiu em 1833, quando Obed Hussey, um americano, criou uma máquina mais prática que a colhedeira do escocês Bell, projetada para ser puxada por animais de tração. Em 1833, este modelo foi aperfeiçoado e substituído por outro de Cyrus McCormick, universalmente consagrado.

Entre 1850 e 1875, inicia-se um processo de mudanças que culmina quando Inglaterra e Europa deixam de ser o principal centro de progresso técnico na agricultura. Neste período, os países não europeus deixam de ser fornecedores de alimentos não essenciais à sobrevivência (com exceção do açúcar) para tornarem-se maiores supridores de gêneros indispensáveis, como carne, trigo, produtos lácteos e tropicais.

Os Estados Unidos convertem-se, então, no centro mundial do progresso tecnológico na agricultura e na fabricação dos equipamentos agrícolas. Entre 1780 e 1900, a área cultivada nos Estados Unidos chega a 160 milhões de hectares, mais de 10 vezes a superfície cultivável da Inglaterra e País de Gales.

Segundo Rasmussen, vários personagens proeminentes estiveram diretamente envolvidos com o aperfeiçoamento dos instrumentos agrícolas nos Estados Unidos. George Washington contratou um técnico britânico, Arthur Young, defensor do progresso tecnológico na agricultura, com a finalidade de desenvolver implementos. Thomas Jefferson dedicou-se à busca de melhorias e inovações mecânicas e desenvolveu projetos para arado de semear *seed drill*, máquina de debulhar, arado para escostas, asa do arado (aiveca).

Um dos mais importantes avanços no período foi a máquina de descaroçar algodão projetada por Eli Whitney. Constituiu uma autêntica inovação, uma vez que separar o algodão dos grãos era uma tarefa tediosa e que absorvia grandes contingentes de mão-de-obra. Este equipamento representou um dramático incremento de produtividade.

Nem a madeira nem o ferro fundido adaptavam-se bem aos solos das pradarias norte-americanas e o arado não conseguia deslizar para revolver o solo adequadamente e fazer os sulcos. Em 1837, um ferreiro de Illinois, John Deere, começou a produzir arados de ferro forjado liso que se adaptaram muito bem aos solos das pradarias.

A ceifadeira (para trigo) e a segadeira (para feno) constituíram as invenções mais importantes entre 1830 e 1860, abrindo caminho para o desenvolvimento de uma série de equipamentos de colheita. Além da primeira versão de colhedeira puxada por cavalos, de Hussey, surge a de MacCormick, patenteada em 1834. MacCormick abriu sua fábrica inicialmente em Virgínia, passando para Chicago onde produzia cerca de 4 mil máquinas por ano. Durante os 20 anos seguintes MacCormick cresceu e transformou-se no maior produtor. Sua transferência para Chicago, em

1848, teve o propósito de acompanhar o deslocamento dos agricultores através das pradarias e planícies recém-conquistadas do Centro e, mais tarde, do Oeste americano.

O sucesso das ceifadeiras, enfardadeiras e outros mecanismos a tração animal encorajaram uma tendência em direção a máquinas que não dependiam mais da força humana, entre as quais cultivadores de vários tipos, como o de Lister, para milho, que arava, semeava e cobria a semente, tudo numa só operação e um ancinho para feno e grãos, ambos tracionados por animais.

Segundo Rasmussen, é a Guerra Civil americana que, em última instância, fornece o ímpeto definitivo para uma grande mudança agrícola naquele país e para a conversão de força humana e tração animal em força mecânica.

Foi nos Estados Unidos que se começou a usar tratores, grandes trilhadoras e "combines", as colheitadeiras, que executavam em um dia o processo de colher 12 hectares de trigo e realizar todas as operações necessárias, até o ensacamento do grão, todas elas movidas a vapor. Em Dakota, por volta de 1880, fazia-se aração em grande escala, com dezenas de arados trabalhando simultânea e paralelamente. Esses arados eram montados sobre pequenos carros de duas rodas onde se instalava um homem e puxados por quatro cavalos permitindo o cultivo de imensas áreas com produtos destinados ao mercado.



Após o "Homestead Act", em 1862, a ocupação de novas terras nas pradarias e deppis no Oeste e a construção das novas estradas de ferro transcontinentais, possibilitaram a criação de uma agricultura moderna e mecanizada nos Estados Unidos.

Inicialmente estacionárias, depois auto-tracionadas, as máquinas a vapor eram aplicadas em vários tipos de operações agrícolas, principalmente em grandes fazendas do Oeste. Um exemplo sobre aplicação de força a vapor em larga escala é o de Oliver Dalrymple, um experiente fazendeiro de trigo de Minnesota e de agricultores do Red River Valley, em Dakota do Norte. Dalrymple, por volta 1880, iniciou seu cultivo de trigo usando trafores à vapor tão grandes que alguns sulcos atingiam cerca de 6 milhas de comprimento (Rasmussen, 1983:pg 54).

Observe-se que a mecanização não ficou limitada às grandes fazendas monocultoras, mas estendeu-se pelas glebas dos farmers, muito mais diversificadas. A tendência à mecanização já se firmara: no começo do século, as vendas anuais de maquinaria agrícola, nos Estados Unidos, incluindo as exportações, alcançavam 101 milhões de dólares, frente a 7 milhões de dólares ao ano, alcançados 50 anos atrás.

## 2.2 Evolução Tecnológica dos Tratores no Século XX. /1/

Originalmente, tratores substituíram animais de tração, em geral cavalos. Essa substituição foi totalmente completada na América do Norte pouco antes da Segunda Guerra Mundial e na Europa por volta da Primeira Guerra, com exceção da Itália, onde a substituição foi lenta.

O trator moderno apresenta semelhança com a máquina movida a vapor, a charrua, usada na agricultura americana e canadense ainda no século passado. O auge na fabricação de tratores a vapor foi atingido em 1913, quando dez mil tratores foram fabricados. Na Europa, antes de 1900 existia uma charrua com tração puxada por cabo (Renius, 1985). O primeiro trator a gasolina foi construído em 1892 na manufatura de Froelich, nos Estados Unidos. Na realidade, montou-se artesanalmente uma engenhoca com um motor, ajustando-se um mecanismo de tração. Somente em 1985 é que foi apresentado o primeiro projeto de um automóvel à gasolina projetado por Selden (Wright, 1990). O acervo de Froelich é adquirido por John Deere transformando-se na base, ainda tosca, de seus tratores no início do século. A primeira fábrica de tratores, a Hart-Parr Company, surgiu em Iowa em 1905, após prolongado esforço de um grupo de pesquisadores da Universidade de Wisconsin. Pouco tempo depois, a Hart-Parr Company foi adquirida pela Oliver.

Até a primeira guerra mundial, o uso de tratores a gasolina ou diesel cresceu devagar. A elevação dos preços dos produtos agrícolas, a escassez relativa de trabalho assim como o estímulo do governo americano ao aumento da produção agrícola encorajaram os fazendeiros americanos a fazer a transição para a mecanização, estimulando a produção industrial.

Ao longo da década de vinte, a mecanização da agricultura nos Estados Unidos aumentou, embora moderadamente. Foi somente após o New-Deal, em consequência dos programas agrícolas deslançados pelo Governo dos Estados Unidos, após a Segunda Guerra, que ocorre a transição à mecanização agrícola e o mercado americano alarga-se consideravelmente. Apesar do lento aumento da demanda, o período entre as guerras mundiais presenciou um significativo desenvolvimento da tecnologia dos tratores. Os avanços materializaram-se através de inovações de produto e avanços consideráveis obtidos no processo de produção, especialmente na etapa de usinagem.

Antes de 1913, o processo de montagem de tratores ainda era inteiramente descontínuo. Neste ano tentou-se a primeira experiência de fabricação em série, adaptando-se alguns sistemas como engrenagens, direcção e correias de transmissão a um chassis, onde ia o motor. Entre 1916 e 1919, as melhorias incorporadas permitiram aumentar a confiança no desempenho do trator. Entre as melhorias e as inovações pode-se relacionar a ignição por magneto, que permite adicionar um maior impulso de arranque e, principalmente, a introdução de motor a querosene, que operava sem a necessidade de água para controlar o seu aquecimento. O desenvolvimento de um sistema de acionamento de força começou a ser bem sucedido em 1918, possibilitando avanços na transmissão de potência do trator para os diversos implementos.

O primeiro trator a ter grande sucesso é da Ford, o Fordson um modelo muito simples, fundido a ferro. Seu lançamento deu-se em 1917.

O fato de ser montado em série permite uma redução de custos, em relação aos tratores anteriores montados descontinuamente, abrindo caminho para sua difusão na agricultura. Por volta de 1918, as vendas do trator Ford já atingiam um quarto de um mercado estimado em 135 mil unidades. Em 1925, alcançavam cerca de 70 por cento dos 158 mil tratores vendidos nos Estados Unidos.

Por volta de 1920, portanto, já existia um projeto básico de trator que permaneceu mais ou menos o mesmo durante as duas décadas seguintes. Esse projeto básico, cuja expressão maior era a concepção Fordson, pode ser considerado uma inovação primária. A partir dele, foram sendo incorporados graduais avanços técnicos, com características de inovações e melhorias incrementais. O projeto de engenharia básica, no entanto, permaneceu o mesmo durante muito tempo, funcionando como referência para o desenvolvimento subsequente do produto.

O trator Ford não era um trator versátil, antes uma espécie de locomotiva agrícola, uma máquina de arrastar. Permanecia inútil para uma série de operações agrícolas, exceto as de gradear e arar e, mesmo para estas operações, o projeto Fordson estava longe de transformar-se na máquina ideal. A maior ausência de estabilidade destes modelos acabava por projetar o operador para fora do assento, tornando-o muito inseguro.

Entre os anos de 1918 e 1928, o trator Fordson domina o mercado americano e canadense. Ao longo do período, suas especificações básicas permanecem praticamente inalteradas, embora estivessem sendo incorporadas várias melhorias ao projeto original, visando basicamente aperfeiçoar o seu desempenho e aumentar a segurança. A utilização do trator, no entanto, ainda estava restrita a poucas operações iniciais de

preparo do solo. Uma maior versatilidade da máquina só foi conseguida após uma série de esforços dirigidos para melhorar seu funcionamento, adequando-o a operações menos rudimentares.

O resultado veio em 1925, com o desenvolvimento de um trator de uso geral, após longo período de esforços tecnológicos, que duraram cerca de dez anos. O Farmall, da International Harvester, representa o primeiro trator de tração mecânica, mas com design adaptado para uma série de operações agrícolas. Suas características incluem a elevação do eixo traseiro, aumentando a distância ao solo e ajustamento do espaço entre as rodas dianteiras para permitir o seu deslocamento entre as linhas. A novidade é a introdução de um mecanismo que facilita a elevação dos implementos do nível do solo. Graças ao Farmhall, a tratorização pôde ser estendida às culturas extensivamente alinhadas.

Entre os anos 20 e o início dos 40, aparecem outras novidades. John Deere introduz o modelo "D" que vai servir como referência para a evolução de sua linha de tratores, pelo menos até os anos sessenta. Assim como o Fordson, não era uma máquina muito versátil, embora seu custo fosse mais baixo. Em 1921, H. Lanz, de Mannheim desenvolve seu Lanz Bulldog, um trator com características semelhantes ao trator da Deere. Sua vantagem consistia em poder ser operado com qualquer tipo de combustível, gasolina ou óleo vegetal, além de apresentar um menor número de peças e componentes. Em oito anos foram vendidos mais de seis mil unidades deste modelo. Em 1923, esta mesma firma desenvolve o seu primeiro modelo com tração nas quatro rodas, embora só tenha fabricado 723 unidades deste tipo durante três anos. O projeto básico da Lanz mantém-se até 1956, quando é adquirida pela Deere.

Neste período, outro conjunto de melhorias esteve orientado para melhorar a performance do trator. Uma delas foi a substituição dos aros de ferro por pneumáticos de borracha, experiência dificultada pelo grande tamanho das rodas nos primeiros modelos. Aos poucos reduziu-se o diâmetro das rodas sem prejudicar a capacidade de tração, abrindo o caminho para sua ampla substituição por pneumáticos, o que ocorreu em 1938. Observe-se que já em 1931 a Continental iniciava fabricação de pneus para Lanz. Com a introdução dos pneumáticos, o trator ganha maior equilíbrio e estabilidade, facilitando a sua operação em campo /2/.

A adoção de pneus permite, também, aumentar a capacidade de tração dos tratores e simplifica consideravelmente seu deslocamento ao longo de estradas pavimentadas ao mesmo tempo que representa aumento de conforto para o tratorista. Entre 1935 e 1940, os tratores com pneus passam de 14 para 95 % do total da produção e logo para todo o mercado.

Nesta época, o padrão de desenvolvimento tecnológico do trator atinge seu nível máximo, considerando-se que o projeto básico original mantinha-se mais ou menos inalterado. A evolução tecnológica, até então, vinha permitindo a incorporação de melhorias, embora isso aumentasse o grau de complexidade do sistema mecânico. O espaço para agragar as novas modificações, supondo inalterada a concepção tecnológica básica em torno do projeto-padrão do modelo Farmhall estava praticamente esgotado e já não restava campo para aperfeiçoamentos adicionais.

A evolução tecnológica do trator tomou novo impulso, a partir de 1947, com o desenvolvimento do sistema de "três pontos" e do controle hidráulico remoto na operação com os implementos. Até então, ao operar

com arado, o trator defrontava-se com forte resistência do solo sobre os implementos, tendendo a virar. Para compensar, procurava-se adicionar peso na frente do trator o que representava outro problema. A introdução do engate de "três pontos" no mecanismo de junção do trator com os seus implementos conferiu maior flexibilidade às operações, permitindo que se trabalhasse com implementos cada vez mais mais pesados. Este engate simplificou o funcionamento do conjunto trator-implementos agrícolas transformando-o, quando em operação, num único sistema, abrindo espaço para avanços posteriores.

Como outras melhorias significativas na indústria de tratores, a evolução do controle hidráulico e de de engate tornou-se possível através de uma série de pequenos aperfeiçoamentos. No entanto, permitiu melhoria no desempenho do conjunto trator-implementos acrescentando-lhe estabilidade e facilitando sua operação em campo. Kudrle acredita que o desenvolvimento deste sistema representa um salto considerável, chegando a mencionar a "revolução" representada pelo sistema Ferguson no processo de desenvolvimento dos tratores (1975, cap 4).

O sistema hidráulico com haste em três pontos foi patenteado por Ferguson em 1926 e depois de um longo período de refinamento, na Inglaterra, foi adaptado a um trator nos Estados Unidos em 1939, através de um acordo de fabricação com a Ford que durou até 1946. Em 1936 a Deere patenteava o seu sistema hidráulico. Na realidade, o sistema Ferguson envolve dois componentes, o engate de três pontos e o sistema hidráulico, propriamente dito. Em termos simplificados, o sistema Ferguson permitia ao trator ajustar-se à resistência oferecida pelos implementos em contato com o solo, sem ter que compensá-la com aumento

do peso na extremidade dianteira da máquina. Sua adaptação ao engate de três pontos é que possibilita o manejo de grande número de implementos. O efeito da introdução do mecanismo de engate junto com o do sistema hidráulico foi o de possibilitar a transferência de parte do peso e da resistência do trator para a roda de trás, melhorando o funcionamento do sistema como um todo. Embora isso tenha aumentado a complexidade do sistema mecânico do trator e simplificou a operação do sistema integral trator-implemento. Experimentações posteriores aperfeiçoaram o sistema ainda mais. A empresa canadense Cockshutt, posteriormente adquirida pela Oliver-White, desenvolveu um mecanismo de "tomada de força" que permite aos implementos continuar funcionando, sem ser necessário desligar o sistema que conduz força ao motor do trator.

Tal qual a maioria das inovações da indústria de tratores e da automobilística, o desenvolvimento do sistema hidráulico e de engate evolui através de avanços aparentemente modestos. Há evidências de que já antes de 1920 conseguiu-se acoplar um arado a um trator usando-se um mecanismo de engate semelhante ao de três pontos. A evolução tecnológica deste sistema teve que esperar cerca de dezessete anos, ao longo do qual eram realizados testes experimentais com o trator e os implementos, até que o sistema fosse considerado em condições para ser utilizado. Neste período, outros problemas apresentam-se, como o da perda de controle do trator quando usado com implementos mais pesados e que atuam em maior profundidade, especialmente em solos leves e arenosos, problemas que tendem a ser resolvidos paulatinamente.



### 2.3 O Desenvolvimento do Trator no Pós-Guerra: a Evolução Gradual.

A evolução tecnológica dos tratores é compatível tanto com a noção de trajetória natural, de Nelson e Winter, quanto de trajetórias tecnológicas de Rosenberg. Também se harmoniza com a idéia de marco orientador de Sahal, apresentada no capítulo anterior, no sentido de que há um design, um projeto dominante, que mantém as características tecnológicas mais ou menos estáveis e sinaliza a direção para a evolução tecnológica.

A introdução do sistema hidráulico automático que associa o trator ao implemento abre caminho para o desdobramento de uma série de novos melhoramentos. O trator Ferguson constitui uma inovação, no sentido definido no capítulo anterior, de emergência de um novo projeto dominante tal como o foram Fordson e Farmhall. Significa que há uma nova concepção básica servindo como padrão de referência ou guia para o desenvolvimento tecnológico posterior, por algum tempo /3/.

Várias inovações incrementais tiveram lugar após a segunda guerra. Em parte, foram compartilhada com a indústria automobilística e de autopeças, entre as quais destacam-se: motores a diesel, mecanismo de direção mecânica, sistemas de transmissão automática e aperfeiçoamentos no mecanismo de embreagem. Algumas melhorias foram desenvolvidas na própria indústria de tratores, entre as quais: aperfeiçoamento do mecanismo de tomada de força contínua, que permite ao trator desengrenar sem interromper a transmissão de força para os implementos; introdução da tração nas quatro rodas; incorporação de rodas duplas; e adoção de cabinas de proteção para o operador.

O sistema Ferguson introduz inovações importantes no mecanismo de engate e controle dos implementos, permitindo melhor distribuição do peso do trator em operação, facilitando a operação com os implementos associados. Com ele, o objeto da evolução tecnológica passa do trator, visto como sistema mecânico complexo, para o sistema conjunto trator e implementos, também chamado de sistema de montagem integral.

Após anos de experimentação em campo, o trator Ferguson passa a ser oferecido em escala industrial em 1946. O sistema Ferguson foi enriquecido pelos aperfeiçoamentos dos demais fabricantes, tornando-se praticamente universal, sendo adotado América do Norte e Inglaterra já ao final da década de cinquenta de onde espalha-se para outros países na Europa, para a Austrália e América do Sul.

De uma certa forma, o conjunto de melhoramentos e inovações desenvolvido no pós-guerra contribui para com a tendência de aumento do tamanho e capacidade de tração dos tratores, avaliada pela potência em HP. Constata-se que a potência média dos tratores praticamente dobrou entre 1948 e 1968, passando de 27 para cerca de 70 HP (Sahal:1981). Essa tendência não foi a única, no entanto. Algumas melhorias introduzidas, principalmente as que contribuíram para aumentar a estabilidade do veículo, ensejaram o aperfeiçoamento de tratores de menor porte e o surgimento de minitratores e motocultivadores.

O aumento de tamanho e potência das máquinas foi encorajado pelo rápido crescimento dos mercados europeus no pós-guerra, que atraía empresas americanas. Em quase todos os países capitalistas usuários de tecnologia mecanizada para a agricultura, a dimensão das empresas rurais tendia a aumentar, fortalecendo a procura por máquinas de maior porte.

Também influíram as políticas industriais dirigidas a incentivar o investimento através de compensações generosas à depreciação e à busca de economias de escala cada vez maiores, em especial na Inglaterra e América do Norte (Gibbons, Coombs, Saviotti e Stubbs:1982).

Por outro lado, a diversificação das atividades agrícolas e o seu fortalecimento empresarial incentivaram a demanda pelos tratores menores, especialmente para uso em atividades de jardinagem e pequenas granjas. Entre os anos cinquenta e meados dos anos setenta a produção de tratores passou a ser dominada pelo concepção de trator rígido de tração nas duas rodas. A partir daí, manifesta-se crescentemente uma tendência ao aumento de importância do trator com tração nas quatro rodas.

#### 2.4 Trajetórias e Projetos Dominantes: Uma Reconsideração.

De acordo com as concepções explicitadas, a trajetória ~~de~~ tecnológica da indústria de tratores representou um refinamento e um aperfeiçoamento a partir de um projeto básico dominante. Em períodos diferentes, a partir da década de vinte, a evolução dos modelos, através das melhorias e inovações mencionadas, permitiu consideráveis progressos na concepção básica do trator, melhorando acentuadamente sua performance em operação. Quase todos os avanços tecnológicos dos tratores agrícolas, incluindo as inovações mais importantes, tornam-se possíveis através da acumulação de experiência no desenvolvimento do produto e no processo de produção, ao longo do tempo. Mesmo quando vindas de fora, da indústria automobilística ou de auto peças, as melhorias introduzidas têm que ser adaptadas à concepção básica predominante, ensejando possibilidades novas de desdobramento ao longo das trajetórias.

As trajetórias tecnológicas entre as duas guerras mundiais foram orientadas pela evolução dos modelos Fordson e Farmhall, cujos designs funcionaram como marco de referência para o progresso técnico na indústria de tratores. Ambos são resultado de uma série de esforços de desenvolvimento que ocorreram durante mais de uma década. Após a II Guerra, o "guidepost" passou a ser o trator Ferguson. Isso significa que o objeto da transformação tecnológica passa do trator, em si mesmo, para o sistema integral trator implemento. Da década de cinquenta em diante o sistema Ferguson consolidou-se.

Isso não quer dizer que, de lá para cá, a tecnologia não tenha evoluído. A questão é que boa parte do avanço tecnológico ocorreu por

meio do processo de refinamento gradual de um projeto-padrão basicamente inalterado, é importante lembrar que a idéia de progresso técnico compatível com a concepção evolucionista discutida no primeiro capítulo apresenta um forte elemento de irreversibilidade. Avanços tecnológicos conquistados ao longo do aprimoramento do padrão Fordson, por exemplo, foram mantidos nos projetos básicos do trator genérico, o Farmhall, assim como no Ferguson e estão presentes, até hoje, nos projetos dos tratores mais modernos. Na realidade, o padrão atual pode ser descrito como um somatório de avanços gradualmente incorporados no passado, condicionado pelas circunstâncias em que é operado, nos sistemas de uso, e sancionado pelo ambiente competitivo em que a tecnologia evolui.

No que se refere aos sistemas de uso, observa-se que um grande número de melhorias foram influenciadas pelo tipo de cultivos agrícolas, tipos de solos, tamanho dos estabelecimentos que usam não só o trator, mas também insumos modernos e outros sistemas mecanizados como os de irrigação, beneficiamento, secagem e armazenamento de colheitas. Da mesma forma, elas dependem da renda do agricultor, crédito, tipo de gestão do empreendimento rural, etc /4/.

Anteriormente houve menção a que o surgimento dos tratores foi consequência da necessidade de substituição da força animal pela tração mecânica. Efetivamente os primeiros tratores eram máquinas poderosas e complexas frente à capacidade de tração animal. Mas, esses tratores mostravam-se rígidos e pouco adequados para o uso em operações que não as de arar. Substituíam, simplesmente, a força bruta das bestas de carga. Já o trator genérico foi resultado da tentativa de adaptar o

trator a um número cada vez maior de operações agrícolas. Segundo Baker, (1931):

"Quando se analisa a concepção mais ampla do projeto e funcionamento do trator de múltiplas funções, nota-se imediatamente que a concepção de mecânica foi adaptada às necessidades da agricultura(...). O tracado do bem sucedido trator genérico diz respeito à familiaridade com cultivos, solos e topografia. Estes fatores influenciam o peso, folga, bitola, centro de gravidades, capacidades de giro, pontos de ligação dianteiros e traseiros" (Baker, 1931).

Sahal enumera várias melhorias obtidas através de um longo processo de experimentação dos tratores em condições específicas de uso. A incorporação do ferro ondulado fundido no aro das rodas dos tratores foi introduzida, por volta de 1930 em razão da necessidade de diminuir a flutuação do trator em solos arenosos. A adoção de pneus de borracha foi decorrente dos problemas de compactação excessiva, quando usados em solos frágeis. A tração nas quatro rodas foi imposição tanto do aumento de tamanho e peso dos tratores quando de sua adaptação para o uso em plantações inundadas ou irrigadas, onde o solo é úmido.

São muitos os exemplos dessa fonte de melhorias. Pode-se arriscar dizer que, após um impulso inicial, a evolução dos tratores passou a ser afetada pelas exigências físicas e técnicas do tipo de uso nas unidades agrícolas. Se a meta inicial era obter um desempenho mais confiável, que respondesse às exigências de segurança e confiança do operador, posteriormente passa a ser a de adaptar o trator a condições

de operação agrícola diversificada e em ambientes sócio-econômicos e naturais bastante diferentes.

A sua evolução passa a estar ligada não só ao desenvolvimento dos sistemas mecânicos e dos seus componentes mas, também, de seus implementos associados. O seu desenvolvimento passa também a depender dos conhecimentos sobre a atividade agrícola, através da engenharia agrícola e agrônômica, além de todo tipo de avanço científico associado a práticas agrícolas, quer venham de indústrias químicas, quer sejam resultado da pesquisa científica desenvolvida em laboratórios das empresas privadas e do estado.

Recentemente, melhorias mais significativas orientaram-se para melhorar o desempenho e o rendimento dos tratores e outros equipamentos, de forma a aumentar a produtividade das tarefas agrícolas, sem chocar-se com a modernização e racionalização de seus processos de fabricação, de acordo com a tendência da própria indústria de bens de capital.

Algumas das empresas de tratores engajaram-se na busca de combustíveis alternativos, procurando aumentar a eficiência no uso dos atuais combustíveis, no que tiveram como aliados indústrias do setor automobilístico e alguns programas governamentais, como o Pró-Álcool, no Brasil. Recentemente, identifica-se um novo alento ao desenvolvimento tecnológico, com a introdução da eletrônica e da informática nas máquinas agrícolas, especialmente nas que já apresentam um razoável grau de complexidade e sofisticação.

As empresas também não descuidaram de melhorias que poderiam auxiliar o processo de diferenciação de produtos, como forma de manter ou ampliar sua margem de participação nas vendas. No entanto, existe

alguma controvérsia quanto aos esforços de desenvolvimento de novos produtos, especialmente aqueles realizados por grandes fabricantes. Alguns trabalhos, discutidos no próximo capítulo, identificam uma certa exaustão no processo de diferenciação em decorrência do amadurecimento dos mercados em países desenvolvidos. Estes mercados estariam mais voltados para a reposição de produtos e os usuários, mais interessados em questões como estilo dos produtos e conforto. Apenas nos países em desenvolvimento existiria um grande potencial tecnológico.

O processo de diferenciação de produtos que caracteriza a concorrência na indústria de tratores implica alterações significativas de qualidade. Trata-se de modificações não triviais, em componentes ou subsistemas mecânicos, expressando a incorporação de melhorias aos designs básicos, como foi descrito no primeiro capítulo. As mudanças normalmente levam muitos anos e envolvem muitos recursos. O novo projeto da Deere, introduzido em 1960, que deu origem ao *New Generation of Power*, levou seis anos para ser projetado e desenvolvido, custando o equivalente a quarenta milhões de dólares.

Um dos projetos da Massey Ferguson, de 1965, levou quatro anos sendo projetado em testes e custou 4,5 milhões de dólares. A nova linha de tratores da Ford, introduzida também em 1965 representou três anos de trabalhos, desde o projeto básico até os testes de campo, comprometendo ainda mais recursos do que a Massey. No Brasil, uma nova linha de tratores de grande porte projetados pela Maxion levou quatro anos para ser desenvolvida, comprometendo recursos da ordem de, pelo menos, quinze milhões de dólares /5/.



À medida que os tratores e equipamentos agrícolas mais importantes foram evoluindo, seus processos de fabricação também sofreram modificações, ensejando alterações na própria base técnica da indústria. Este processo permite o desenvolvimento de certas capacidades e especializações ao nível das empresas, capacidades que se manifestam sob a forma de técnicas de fabricação e de montagem, máquinas que constituem o acervo fixo da empresa, "know-how", métodos de gerência, programas e softwares, capacitação da mão-de-obra e todos os aspectos envolvidos na alteração de um "mix" de produtos específicos a uma empresa.

O engajamento em projetos cada vez mais complexos, como o de fabricação de modelos pesados com tração nas quatro rodas, geralmente impõe modificações de grande porte ao nível do processo como ocorreu recentemente com a Maxion e a Valmet. Estas modificações, por sua vez, facilitam a diversificação das firmas em direção a novos mercados.

Nesta altura, algumas observações são necessárias. Em primeiro lugar a evolução tecnológica descrita difere da idéia de "ciclo de vida do produto". De acordo com o modelo de ciclo de vida, a transformação tecnológica no início do ciclo está concentrada em inovações de produto. Com o amadurecimento da indústria, os projetos modificam-se mais lentamente e técnicas de produção de massa seriam introduzidas. As inovações de processo, então, avantajam-se, substituindo as de produto. Ao final do processo de maturidade, todas as inovações declinariam.

Através da noção de trajetórias naturais, enriquecida com as contribuições de Rosenberg e Sahal, procurou-se destacar, no capítulo anterior, que inovações e melhorias que vão ocorrendo ao longo de uma

trajetória, resultam numa espécie de "projeto dominante" que serve de referência para o futuro. Este projeto continua a orientar a evolução tecnológica na indústria, mesmo quando outras inovações e melhorias são introduzidas, até que um outro projeto igualmente poderoso substitua o anterior. A imagem adequada é forçada por Sahal; tal como a argamassa de pedreiro - maleável antes de ser moldada, rígida depois - a cada salto, a tecnologia ganha contornos irreversíveis, que passam a orientar a evolução posterior. As possibilidades de desenvolvimento, "ex-ante", são inúmeras e dependem do ambiente de seleção competitiva, onde se combinam elementos estruturais (custos e escalas) com os elementos estratégicos (políticas de diferenciação de produtos, de preços, etc.)

O padrão de desenvolvimento tecnológico é específico a cada indústria, ou grupo de indústrias, e deve ser compreendido no contexto de evolução estrutural desta indústria. A existência ou não de um "ciclo do produto" é resultante deste padrão de evolução e não o contrário. Abernathy e Utterback (1978) chegam a sugerir que grandes transformações tecnológicas podem recolocar a indústria em um estado de dinamismo caracterizado por inovações e melhorias de produtos.

## 2.5 Tendências de Padronização na Indústria de Máquinas Agrícolas.

Logo após a segunda guerra mundial, tratores fabricados por diferentes indústrias ainda apresentavam características bastante diferenciadas entre si. Ao final dos anos cinquenta, no entanto, estas diferenças começaram a se atenuar, manifestando-se forte convergência a partir da generalização do design desenvolvido por Ferguson. Além de ampliar a concepção do produto, a generalização do sistema Ferguson por toda a indústria amplia a própria "fronteira" de atuação dos fabricantes incorporando, junto com a venda dos tratores, a venda dos implementos associados através das "full-lines". Este fenômeno vai permitir uma maior integração da indústria a nível mundial, desde que a fabricação dos tratores e seus componentes obedecam às especificações do novo padrão dominante, o padrão Ferguson. A grande vantagem da convergência dos padrões vai ser o possibilidade de intercambiar partes e componentes do tratores, a nível mundial. Além disso, a relativa padronização permite à manufatura adquirir, e manter, um alto nível de controle de qualidade.

Segundo Kudrie (1975), a indústria e os fabricantes de tratores americanos resistiram a absorver as vantagens associadas ao sistema integral, vantagens que já eram conhecidas dos americanos desde antes da Segunda Guerra. O atraso em incorporar as inovações do sistema Ferguson deveu-se, mais do que qualquer outra coisa, à má avaliação das tendências de mercado por parte das empresas. Na Inglaterra, o domínio completo do sistema Ferguson foi adquirido antes do que nos Estados Unidos, aparentemente em razão do maior desapego da indústria inglesa

aos velhos padrões tecnológicos. No resto da Europa este processo foi mais lento, em função do menor nível de renda rural, em como da pequena dimensão dos estabelecimento agrícolas do Continente.

Quando Ferguson lança sua linha de tratores inovados, em 1946, a participação da Ford no mercado cai acentuadamente. Em 1952, a Ford adapta-se ao novo padrão, incorporando os sistemas hidráulicos, no que é seguida pela David Brown e pela Nuffield. A Harvester mantém-se atrás tanto na Inglaterra como na América do Norte, o que, segundo Kudrle, explica o seu fraco desempenho nos mercados de língua inglesa durante muito tempo.

Componentes hidráulicos eram olhados como luxo desnecessário pelos fabricantes europeus pelo menos até os anos sessenta. Apenas na França, a Harvester e a Massey aguçaram a sua capacidade de competição, aperfeiçoando um mecanismo extremamente simplificado de levantamento, diferente do sistema Ferguson, que facilitava a mobilidade e uso dos implementos. Este sistema alternativo não apresentava as vantagens do Ferguson pois, além de não permitir o controle de profundidade, não dispunha do mecanismo de engrenagem múltipla que dava versatilidade ao trator, sem afetar sua força, uma das principais vantagens da tecnologia desenvolvida por Ferguson.

Às vésperas da década de sessenta, as maiores manufaturas norte-americanas fabricavam um trator cada vez mais semelhante e adotavam motores, sistema hidráulicos e mecanismos de transmissão cada vez mais semelhantes, algumas vezes, originários de um único fornecedor. A Deere era uma das poucas empresas que continuava fiel à sua própria concepção de trator, ofertando modelos baseados em designs anteriores.

Nessa mesma época começam a ser criados nos Estados Unidos, Inglaterra e posteriormente em alguns países do Continente, comitês e associações encarregados de sugerir especificações formais para os produtos. Basicamente tratavam de estabelecer dimensões e posicionamento de peças e componentes visando, principalmente, o sistema de engate. Ao procurar melhorar a compatibilidade entre o trator e os implementos, também contribuíram para um melhor desempenho do sistema constituído pelos dois tipos de equipamentos. Frequentemente, essas normas foram ditados a partir dos Estados Unidos para outros países.

A tendência à universalização dos sistemas de engate e de controle hidráulico dos implementos traz como consequência a necessidade de adaptação de implementos às normas obrigatórias. Em tese, fabricantes de tratores e, também, os de implementos teriam que adotar o sistema universalizado de engate. Com ele, qualquer implemento com um mínimo de qualidade, poderia ser adaptado ao trator. No entanto, um grande número de fabricantes de tratores, especialmente os maiores, não têm interesse em adaptar-se às normas, procurando manter controle sobre a oferta de componentes e implementos, mesmo que não os fabriquem. Em alguns casos, procuram associá-los definitivamente aos seus próprios tratores e, desta forma, incompatibilizá-los com modelos de outras empresas. A tendência é inteiramente compatível com as estratégias de integração de vendas ou *full-lines*, a serem discutidas no próximo capítulo. Uma consequência é a proliferação de produtores especializados de implementos associados por vínculos de fornecimentos aos fabricantes de tratores.

A opção pela padronização beneficia apenas alguns fabricantes, especialmente os que têm capacidade de organizar os mercados, criando

relações especiais com fornecedores especializados de implementos, mas pode aumentar as desvantagens para os que não o fazem e dependem mais dos compradores. Neste caso, cabe à demanda a iniciativa de compor o sistema ideal, associando o trator aos acessórios e implemento. Para os fornecedores especializados de implementos, há o risco de dependerem de um único fabricante de tratores, embora a demanda cativa signifique uma garantia de vendas mínimas. Esta opção é uma das decisões estratégicas das empresas. Em geral, o corpo técnico e, em especial, os engenheiros argumentam que a aceitação das normas padronizadas é vantajosa pois reduz a variedade de componentes utilizados, acarretando economias ao fabricante e ao usuário, embora isso dependa de outras estratégias.

A tendência à padronização dos tratores, parece ter influído decisivamente na estrutura de concorrência da indústria de máquinas agrícolas. Observe-se, no entanto, que equipamentos e outros bens de capital duráveis não se prestam tão bem à padronização quanto as matérias-primas e outros bens que são inteiramente processados ou consumidos durante o processo produtivo e compõem o capital circulante.

A padronização permite que matérias-primas e **commodities** sejam negociadas em mercados extremamente ágeis e organizados, onde a substituição entre produtos novos e velhos é muito grande. Mercados mais "perfeitos", aqueles em que o preço de venda é igual ou muito próximo ao preço de compra, exigem produtos uniformes ou estandarizados.

A "imperfeição" está associada à dificuldade de um ativo ser vendido, a qualquer momento, por um preço igual ou bastante próximo daquele pelo qual pode ser adquirido. A falta de estandarização é uma das causas do afastamento dos dois preços e uma das principais razões

que impede que seus mercados sejam líquidos e ágeis. No entanto, mesmo os equipamentos de capital que apresentam algum grau de estandarização, dependem de acordos contratuais que requerem pagamentos e entrega numa data futura.

A liquidez é um dos principais atributos de ativos financeiros e das *commodities*, enquanto a durabilidade é característica dos ativos fixos, como os equipamentos para a agricultura. Sua singularidade está associada à sua durabilidade e ao fato de atravessar vários períodos de produção. Observe-se que o valor de um equipamento é indivisível, ao contrário do que ocorre com as *commodities*. Se o proprietário de um equipamento deseja vendê-lo em partes, corre o risco de interromper o fluxo de serviços que ele presta, interrompendo, também, sua capacidade de proporcionar rendimentos. Isso se deve à natureza dos bens de capital, que é a de prestar serviços que dão acesso a técnicas e conhecimentos relativos ao processo de produção, durante algum tempo. Na realidade, a aquisição de bens de capital envolve o controle das decisões e serviços que o capital presta e este controle está associado à sua durabilidade e indivisibilidade.

A tendência à padronização dos componentes, máquinas e dos sistemas na fabricação de tratores e de equipamentos não é única, embora possa ser dominante por algum tempo. A "utilidade" ou valor dos bens e sua capacidade de proporcionar retornos lucrativos estão intimamente associadas à natureza dos serviços que proporciona. O retorno será tanto maior, quanto mais eficiente for o desempenho do equipamento e esta eficiência depende, em grande parte de sua "funcionalidade" ou, o que é o mesmo, de sua adaptação mínima aos ambientes em que será usado.

O limite da padronização é determinado por circunstâncias de uso. A eficiência do serviço que uma colheitadeira pode prestar depende não só de um perfeito funcionamento do mecanismo, como também de sua adequação ao meio em que é utilizado. Mesmo o trator, um equipamento de uso genérico, tem que se adaptar a certas situações específicas. Isso não significa que tenha que o projeto tenha que ser redesenhado cada vez que haja mudança de destino, mas que haverá necessidades de alterações, adaptações e mudanças no design.

Em alguns países, desenvolveram-se tendências contrárias à padronização dos tratores. Na Alemanha, onde as unidades agrícolas eram muito pequenas, o mercado era servido por tratores de pequeno porte, de um ou dois cilindros. A Daimler-Benz, em 1948, desenvolveu um projeto cujo resultado aproximava-se de um cruzamento entre um trator e uma camionete pickup com tração nas quatro rodas, Unimog. Na Itália desenvolveu-se outro tipo de trator, de pequeno porte e tração nas quatro rodas, em função da adequação à agricultura praticada em áreas de relevo fortemente irregular. Exemplos mais atualizados desta tendência são os modelos especificamente criados para serem usados em pomares frutíferos, com bitola estreita. Recentemente, no Brasil, a Yanmar adaptou o projeto de seu trator compacto para permitir o seu uso em tarefas em plantações de uva e outras frutíferas /6/.

A tendência de padronização também não é tão acentuada no caso das colheitadeiras combinadas. Nesse caso, a evolução dos projetos é forte e permanentemente afetada pelas características dos sistemas de uso, manifestando-se através da especificidade do processo de colheita dos produtos agrícolas. Adota-se uma colheitadeira específica para o



algodão, outra para os grãos, para cana e assim por diante, tornando-se necessário projetar, ou pelo menos adaptar, máquinas específicas para tarefas específicas o que não é exatamente o caso do trator, equipamento de uso mais genérico, cuja especificidade vai ser dada, na realidade, pela integração com os implementos. Por exemplo, há alguns anos, em São Paulo, um fabricante adaptou uma máquina de colher cerejas, importada da Europa, para a colheita de café.

Para concluir este capítulo, pode-se dizer que no decorrer do processo de evolução técnica dos equipamentos verifica-se tendência à estabilização das concepções básicas de um projeto, em consequência das necessidades de padronização que se impõem à indústria por razões de redução nos custos. À medida que os designs vão se estabilizando, verifica-se uma certa perda de dinamismo do progresso técnico, uma certa inércia tecnológica. Essa inércia tende a ser compensada por economias de aprendizado tecnológico que se manifestam entre a indústria de equipamentos e o conjunto da indústria metal-mecânica, de um lado, e entre a indústria e os sistemas de uso, na agricultura, que estariam constantemente apresentando novas exigências de melhor desempenho e adequação a situações específicas. Dentro da indústria de máquinas agrícolas, por sua vez, os fabricantes de tratores tendem a organizar os mercados de implementos e outros acessórios, colocando estes produtores a reboque de suas decisões.

## Notas

/1/ Neste capítulo, será aprofundada a discussão sobre a evolução tecnológica dos tratores, que permanecem sendo os equipamentos agrícolas mais importantes, com vendas mais expressivas do que os demais. Além disso, com exceção das colheitadeiras combinadas, nenhum equipamento utilizado nas atividades agrícolas pode competir com o trator em termos de tamanho e complexidade. No caso das colheitadeiras, também chamadas de colhedoras, seus "designs" são totalmente diferentes e um pouco mais complexos. Em relação ao processo de montagem das colheitadeiras, a necessidade de mão-de-obra envolvida, nas fases finais da fabricação também é maior, dificultando a massificação do processo industrial.

/2/ A substituição das rodas por pneumáticos de borrachas, talvez não possa ser tomada como uma inovação radical, no entanto, veio contribuir significativamente para o melhor desempenho do trator, permitindo um aperfeiçoamento no seu "design". A substituição demandou tempo e foi fruto de muita experimentação. Inicialmente, um novo desenho de roda, com aros mais largos e diâmetros laterais modificados permitiu ganho de estabilidade lateral. Apesar dos esforços da Lanz, a Allis-Chalmers foi a primeira empresa a adotar os pneumáticos de borracha.

/3/ Não é apenas a indústria de tratores que está sujeita a um tal padrão de desenvolvimento tecnológico. Como já foi adiantado no capítulo anterior, a natureza evolucionária do processo de mudança técnica manifesta-se, também, na fabricação de navios e barcos de todo o tipo, aviões, máquinas perfuratrizes, motores elétricos, etc. Inovações em indústrias de alta tecnologia podem seguir padrões semelhantes.

/4/ O que, aqui, está sendo chamado de sistema de produção agrícola refere-se a um conjunto de características técnicas e de organização da produção. Essas características variam conforme o tipo de solo, culturas tamanho das unidades de produção, práticas agrícolas, uso de insumos industriais, etc. As políticas governamentais, em especial as de crédito, também ajudam a definir a existência de um certo padrão técnico dominante. Os sistemas de uso agrícola tendem a variar bastante, mesmo dentro de um mesmo país refletindo a heterogeneidade das formas de organização da produção.

/5/ Segundo projeção feita sobre dados levantados pelo BNDES.

/6/ O desenvolvimento deste trator, a partir de um modelo 1050 D, surgiu em decorrência da altura dos parreirais, cerca de 1,70 m. impedindo a utilização de tratores convencionais de pequeno porte. Observe-se que foram os próprios agricultores de uma região de produção de uva, em São Paulo, que solicitaram às indústrias da região que projetassem e fabricassem um trator específico para suas necessidades. A empresa, através de seu departamento de engenharia de produto, anotou as especificidades das necessidades e realizou cerca de oito modificações básicas iniciais após o que, passou a testar o trator em pomares de viticultores. Após esta fase vieram outras modificações. Observe-se que a alteração fundamental, na altura do modelo ensejou uma série de outras modificações no volante, assento, filtro e no para-lamas. Os pneus foram reduzidos, a alavanca de tomada de potência mudou de lugar, sendo rebaixada e o silencioso passou para a posição horizontal. Além disso recebeu tração auxiliar nas rodas da frente. Em função da necessidade de diminuir sua altura, o trator teve sua forma inteiramente alterada.

La fábrica-ciudad estalla en su armonía  
mecánica de brazos y aceros impulsores.  
Y a un grito de sirenas, arroja sobre el día,  
en un grandioso parto, raudales de tractores

## Parte III

Padrões de Concorrência e Estratégias Competitivas na Indústria de Máquinas Agrícolas.

## 3.1 A Situação Internacional do Pós-Guerra até os Anos Oitenta./1/

A indústria de equipamentos agrícolas caracteriza-se por um forte estilo de concorrência. A estrutura de mercados, especialmente na indústria de tratores, assume forma de oligopólio, apoiando-se na diferenciação de produtos. Essa diferenciação, por sua vez, é fortemente influenciada pelo processo de mudanças tecnológicas cumulativas não radicais. Somam-se a presença de economias de escala e economias de complementaridade que acompanham a tendência à padronização de produtos a partir dos anos 50.

As práticas competitivas são fortemente influenciadas pelas pressões dirigidas para aumentar a resistência e a vida útil da máquina e, ainda, para melhoria sua performance, pressões que acabam resultando em melhorias e inovações. Estas são consequência da evolução, ao longo do tempo, de um padrão tecnológico específico aos tratores e demais equipamentos. Esse padrão, embora semelhante ao da automobilística, diferencia-se dele na medida em que as alterações nos tratores ficam menos a dever ao estilo e representam mudanças reais de qualidade. Em contrapartida, alguns fatores que estimulam a diferenciação de produtos na indústria automobilística estão presentes na indústria de tratores e colheitadeiras, entre os quais a necessidade de atuação na área de distribuição de produtos. Quase todos os estudos sobre concorrência nesta indústria são unânimes em atribuir aos investimentos realizados na

implantação das redes de distribuição uma das principais causas da capacidade de liderança em vendas.

Embora não acarretem inovações radicais, disruptivas, as mudanças técnicas na indústria de equipamentos agrícolas apresentam um dinamismo próprio e podem ser acompanhadas através da evolução dos seus projetos, seus designs. De tempos em tempos, estes projetos servem de referência básica para o desenvolvimento futuro e envolvem processos de aprendizado através da experiência produtiva e do aprendizado pelo uso, através do qual manifestam-se alterações de qualidade na demanda. No processo de aperfeiçoamento dos equipamentos agrícolas, especialmente dos mais complexos, são constantes os estímulos vindos dos fornecedores, especialmente da indústria de auto-peças, bem como de todo o complexo metal-mecânico. Além disso, tal como ocorre com outros equipamentos de capital certas características dos produtos só podem ser inteiramente avaliadas depois de algum tempo de uso.

Frequentemente, modificações tecnológicas no nível do produto rebatem sobre o processo de produção, exigindo inversões na etapa de desenvolvimento de produtos, na "racionalização" dos métodos produtivos, bem como a modernização do processo de fabricação. Nessas circunstâncias a capacidade de financiamento das empresas torna-se um elemento crucial, embora possa ser parcialmente substituída por políticas de crédito facilitado e subsídios concedidos pelo Governo, pelo menos durante algum tempo. Além disso, a capacidade financeira deve ser suficientemente grande para permitir montar e manter eficiente sistema de distribuição em cada um dos mercados em que as empresas atuam, o que também exige substanciais investimentos.

Ao mesmo tempo manifestam-se tendências atenuantes, que se devem à relativa maturidade dos mercados, especialmente nos Estados Unidos e Europa, onde estão estabelecidos os grandes conglomerados. Atualmente, os mercados de equipamentos agrícolas nestes países são basicamente de reposição, caracterizando-se por um crescimento muito lento, embora estável. O tempo de vida dos equipamentos é um fator importante. A durabilidade dos tratores e demais máquinas agrícolas de grande porte é estimada em algo entre um mínimo de dez e máximo de quinze anos, fazendo com que a renovação dos estoques seja lenta e os ritmos de compras, infrequentes.

A década de oitenta não foi particularmente favorável para a expansão das vendas de tratores. As indústrias situadas nos Estados Unidos, Europa Ocidental e Japão passaram a depender cada vez mais dos mercados de reposição de tratores e outras máquinas agrícolas, mercados cada vez mais maduros. Segundo um estudo sobre a indústria de tratores feito pelo Centro de Estudos Internacionais das Nações Unidas (UNTC), ao final dos anos 70, a capacidade de expansão do mercado nestes países era de 20 por cento nos EUA, e apenas 13 e 10 por cento na Europa e Japão, respectivamente. Esta capacidade de expansão é avaliada em termos de uma estimativa da demanda potencial não atendida.

A vigorosa tendência à estandarização que se manifestou na indústria partir dos anos cinquenta, contribuiu para certa perda de dinamismo tecnológico, uma vez que o crescente intercâmbio de peças e componentes padronizados implicava, em contrapartida, no "congelamento" das concepções básicas dos projetos que constituíam marcos de referência para o desenvolvimento da tecnologia. Observe-se que a estratégia de

integrar mercados buscava, antes de mais nada, preservar e estabilizar a estrutura de concorrência da indústria, depois de um período de grande expansão do mercado destes equipamentos logo após a II Guerra, quando ocorreram consideráveis alterações no número de empresas, mudanças de liderança, etc.

Sempre que há ameaça de deslocamento competitivo, seja ela real ou potencial, as empresas tendem a afastar-se da acomodação e manifestando uma atitude mais agressiva em relação aos concorrentes. Nessas ocasiões a tecnologia pode ser usada como arma de concorrência, acelerando o processo de lançamento de novos produtos ou imprimindo maior qualidade aos produtos diferenciados, por exemplo. No entanto, se a estrutura de concorrência permanece relativamente estável, é razoável esperar que a mudança técnica adequar-se à estratégia de obtenção de menores custos associada à presença de economias de complementaridade e de escala.

Essa tendência, no entanto, não anula o caráter incremental da evolução tecnológica dos equipamentos agrícola, mantendo-se espaços para aperfeiçoamentos e mudanças dentro da trajetória tecnológica específica à indústria, como já foi observado. Mais ainda, estas pequenas mudanças tecnológicas influenciam o ambiente competitivo, impondo-se através de rotinas criativas - que incluem o aprendizado - e de condutas reiteradas - que influenciam as decisões empresariais. Essas questões relacionadas com a concorrência serão comentadas ao longo deste capítulo.

### 3.2 Crescimento dos Mercados no Pós-Guerra: Estratégias das Empresas.

Depois do grande boom do pós-guerra, quando a escassez fazia com que um trator fosse vendido por até 2 ou 3 vezes o seu preço, o mercado sofreu retração. De 1950 a 1970, nenhum novo estabelecimento completo para montagem de tratores foi construído nos Estados Unidos e a idade dos equipamentos utilizados nas fábricas tratores estava entre as maiores de toda a indústria americana.

No mercado em franco crescimento do pós-guerra, no entanto, tratores oferecidos pela indústria não alcançavam atender à demanda em expansão. Nos Estados Unidos, qualquer fabricante que contasse com um motor à gasolina, sistemas de transmissão e peças fundidas poderia se tornar montador de tratores. Segundo Kudrle, mais de 20 pequenas firmas passaram a atuar na indústria americana de tratores nesse período. Para atender ao rápido crescimento da demanda, rápido demais para empresas que estavam se instalando, encontravam-se em melhores condições os fabricantes já estabelecidos. A maioria das pequenas empresas sucumbe quando se inicia a retração do mercado, já em plena década de cinquenta.

Na realidade, estas pequenas firmas encontravam dificuldade de competir com fabricantes maiores e mais antigos, especialmente no que se refere à capacidade de executar projetos mais sofisticados, segundo Kudrle (1970). Por outro lado, atuando com pequenas escalas de produção e de distribuição, apresentavam elevados custos em vários estágios. Por todas estas razões, as empresas maiores encontravam-se mais preparadas para enfrentar tanto situações de rápida expansão do mercado, quanto períodos em que teriam que operar com capacidade ociosa.



Os tratores são os bens mais vendidos, representando cerca de 58 por cento do faturamento das máquinas agrícolas no mercado mundial. O mercado de colheitadeiras combinadas constitui cerca de 23 por cento do total, enquanto o de implementos fica um pouco abaixo, em cerca de 20 por cento. Na década de setenta, os gastos com tratores representavam 35 por cento de todos os gastos com equipamentos agrícolas nos Estados Unidos, 30 por cento no Canadá, 40 por cento na Grã-Bretanha, 50 por cento na Europa e cerca de 37 por cento na Austrália (UNTC, pg 9).

Tabela 3.2.1

## Indústria de Máquinas Agrícolas

## Mix de Equipamentos Agrícolas Oferecidos pelos Principais Fabricantes

Equipamentos	Deere	IH	MF	Ford	NH	Fiat	Kubt	Case	AC	KHD	Indústria
<b>Tratores</b>											
até 120 hp/c	xx	xx	xxx	xx		xx	xx	xx	xx	xx	7 200
acima 120hp/d	xxx	xx	xx	x		x		xx	xx	xx	4 500
4x4/e	xxx	xx	x	x/f				xx	xx	xx	1 200
<b>Colhedeiras</b>											
Acopladas	xxx	xx	xx		x		x		xx	xx	600
Automotrizes/g	xxx	x	xx		xx		x		xx	xx	2 700
Rotativas		xxx									500
<b>Ceifadeiras/h</b>											
Enfardadeiras/i	xxx			x	xxx				xx	xx	1 200
	xx	xx	x	x	xxx					xx	
<b>Arados/Grades</b>											
Plantadeiras	xx	xx	xx				x	x	x		1 100
Outros/j	xxx	xx	xx				x	x	xx		400
	xx	xx	xx		xx						700

xxx: Posição de Liderança, xx: Participação Majoritária, x: P. Minoritária

c/ Outros participantes: Yanmar, Iseki e Satoh (Japão) e Deutz (RDA)

d/ Outros participantes: Deutz e Belarus

e/ Outros participantes: Steiger (35% da Harvester), Versatile e Northern

f/ Fornecido por Steiger

g/ Outros participantes: Avco, Claas na RDA

h/ Outros participantes: Kidd (UK) e Fox, Fahr, Claas e Gehl (RDA)

i/ Outros participantes: Hesston, Bamfords (UK) e Claas, Welger (RDA) e Riviere Casalis (França)

j/ Outros participantes: Avco;

Outros produtos: aspersores (incluindo manuais) e limpadores

Fonte: Mitchell, I. "Industry Commentary", Wertheim e Co, N.Y. (1982)

Após a Segunda Guerra, os mercados tornam-se cada vez mais interdependentes e as empresas são, cada vez mais, obrigadas a levar em conta as estratégias dos concorrentes, mesmo em continentes diferentes. Ao final da década de sessenta, três dos maiores fabricantes de tratores de rodas, Massey Ferguson, International Harvester e Ford, participavam expressivamente em cerca de sete países. Deere e Fiat, quarto e quinto colocados, concorriam em cinco países. A participação conjunta dessas empresas, na ocasião, chegava a 60 por cento na França, 62 por cento na Itália, 72 por cento nos Estados Unidos, 75 por cento na Austrália e 80 por cento na Inglaterra (Kudrle, cap 1).

Em 1960, na Inglaterra, os quatro maiores fabricantes (Massey, Ford, Harvester e Leyland) dominavam mais de 85 por cento do mercado de tratores. Na Itália, Fiat, Same, Landini e Ford respondiam por 77 por cento da produção. Os menores índices de concentração surgiam na França e Alemanha, ambos em torno de 40 a 50 por cento. Na América do Norte, nos anos 70, as vendas da Massey, Ford, Harvester e Deere representavam, em conjunto, mais de 70 por cento de um total de 250 mil unidades/ano. Na Austrália, das quatro firmas presentes no mercado, só três respondiam por 70 por cento das vendas (Kudrle, pp 5 e 6) /2/.

Segundo estudo do UNTC, realizado em 1983, o valor das vendas dos dez maiores fabricantes mundiais atingia 16,2 bilhões de dólares no início da década de 80, representando cerca de 73 por cento de todo o mercado, excluindo-se os países da Europa Oriental. A produção conjunta da Massey, Ford, International e Deere alcançava, então, mais de 45 por cento do mercado. Kubota, Fiat, Case, Allis-Chalmers, Deutz e Renault, junto com as quatro maiores, traziam a concentração para mais setenta

por cento do total. Levando-se em conta a recente aquisição da Harvester pela Case, estima-se que o nível de concentração calculado pelas quatro maiores já se aproxime de metade do faturamento mundial da indústria.

Observe-se que a média de produção das quatro maiores empresas, Massey, Case (Harvester), Deere e Ford, cerca de 60 a 80 mil tratores cada uma, mantem uma grande distância da média da Fiat, quinta colocada, com 28 mil tratores.

Tabela 3.2.2

Vendas na Indústria de Equipamentos Agrícolas e Participação Industrial  
(milhões de dólares)

Empresas	Vendas		Outros	PI	Total	Participação no	
	EUA	PI				Total das Vendas	
Deere	3 430	43	1 060	7	4 490	20	82
I. Harvester	1 450	18	1 060	7	2 510	11	40
Case/Tenneco	675	8	225	2	900	4	
M. Ferguson	600	8	1 740	12	2 340	10	75
Ford	390	5	810	1	1 200	5	3
Holland/Sperry	550	7	490	3	1 040	5	22
Fiat	70/b	1	1 180	8	1 250	6	15
Kubota	120	1	770	5	890	4	35
A. Chalmers	529	7	160	1	680	3	37
KHD	350		289		639		33
White/a	350	4	0		350	2	33
Sub-Total	8 000		14 200		22 200		

a/ Divisão de equipamentos agrícolas desativada no início da década/80

b/ Inclui tratores distribuídos nos EUA por Hesston

Fonte: Mitchell I. (Idem, Ib.)

No início dos anos oitenta, as vendas globais da indústria de equipamento atingem cerca de 22 bilhões de dólares, dos quais 8 bilhões (36 por cento) nos Estados Unidos. As empresas líderes em termos de vendas na primeira metade dos anos 80 eram: John Deere, International Harvester, Massey Ferguson, Fiat, Ford, New Holland, Tenneco-Case, Kubota-Tekko e Allis Chalmers e a empresa alemã Klockner Humbold Deutz.

Em conjunto, estas empresas representavam cerca de setenta por cento do total das vendas.

Por volta de 1985, a estrutura de mercado modifica-se. A Ford absorve a New Holland e a International Harvester, após prolongado processo de falência é adquirida pela Case. Esta última que, em 1980, controlava cerca de 8 por cento do mercado americano-canadense, assume posição preponderante, acumulando cerca de 26 por cento das vendas de tratores naquele país e 14 por cento no mercado mundial.

A integração Ford/Holland obedeceu à estratégia maior de divisão de mercados dos conglomerados Ford e Sperry New Rand. A nível do mercados nacionais, esta fusão permitiu à Ford completar a sua linha de equipamentos agrícolas, desde tratores e colheitadeiras até implementos. A Holland brasileira não fabricava tratores, mesmo sendo uma das mais modernas fábricas do setor. Note-se que a Ford do Brasil, até poucos anos atrás, não possuía planta para fabricação de tratores, montando-os dentro da própria fábrica de automóveis.

A Deere, norte-americana, sustenta a liderança em termos de valor de vendas, com vinte por cento de todo o mercado mundial, sendo que a maior parte de suas vendas são realizadas na América do Norte, onde predominam tratores de grande porte. A Massey, até recentemente, classifica-se em primeiro lugar em termos de unidades produzidas em todo mundo. A New Holland mantinha a liderança nas vendas de colheitadeiras, disputando a posição de liderança com a Massey-Ferguson e com a Claas, esta última uma empresa alemã.

Enquanto Fiat e Deere apoiam-se basicamente em seus próprios mercados nacionais, as empresas Ford, Harvester e Massey desenvolveram

estratégia de expansão global. A Massey Ferguson talvez tenha sido a empresa que mais ousou neste sentido, estabelecendo filiais e pontos de venda em mais de vinte países, com o intuito de explorar novos mercados de países como Brasil, Argentina, Índia, África do Sul, etc. A busca dos mercados periféricos é resultado, por um lado, da rivalidade com os concorrentes mais fortes, em especial Deere e Harvester e, por outro, dos incentivos diretos ou indiretos à instalação da indústria e aumento da mecanização da agricultura naqueles países.

Na realidade, as empresas depositavam grande esperanças em mercados menos maduros de países como o Brasil. Após enfrentar grave crise financeira ao final da década de setenta e não ver realizadas as expectativas em relação ao potencial de vendas dos países periféricos, a Massey modifica sua estratégia, retirando-se de alguns países, inclusive nacionalizando subsidiárias. Continua, no entanto, como fornecedora de tecnologia às antigas subsidiárias, procurando preservar acordos de exportação de modo a garantir sua participação no mercado mundial. Esta estratégia permitiu à empresa continuar controlando vários mercados.

### 3.3 Economias de Escala em Processos de Fabricação e em Produtos.

O pioneiro trabalho de Bain, "Industrial Organization" já enfatizava a importância das economias de escala na fabricação de tratores na década de cinquenta. Posteriormente, uma série de estudos e de pesquisas realizados sob o patrocínio da Royal Commission of Farm Machinery coordenados por Clarence Barber e Neil MacDonald, retomaram a investigação sobre a indústria, confirmando e detalhando conclusões sobre sua estrutura de concorrência, já antecipadas por Bain cerca de duas décadas antes, entre as quais a importância das economias de escala /3/. Segundo Schwartzman (1970, pg 5):

"A indústria de equipamentos para a agricultura mostra-se oligopolizada, em grande medida, devido às economias de escala obtidas na produção e na distribuição. A estrutura de mercado oligopolizada tem desencorajado os maiores produtores a engajar-se na competição através dos preços. Em lugar disso, a evolução tecnológica característica desta indústria tem estimulado a concorrência através da diferenciação dos produtos".

Como se sabe, a presença de economias de escala pode ser responsável pelo alto grau de concentração industrial. Estas economias manifestam-se tanto ao nível das plantas industriais, quanto das firmas. Nesse último caso, dizem respeito à aspectos indiretamente relacionados ao processo de produção. International Harvester, Deere, Ford, Massey Ferguson, Case e White, apenas para citar empresas da América do Norte, são organizações multiplanta e multiproduto que se beneficiam tanto de economias de escala ao nível da planta quanto da firma. Além disso, a

existência de economias de escala ajuda a servir de parâmetro para avaliar o desempenho industrial.

Economias técnicas de escala podem ser atribuídas a três fatores: custo declinante de ampliação dos equipamentos e instalações, incluindo indivisibilidades técnicas, custos decrescentes de operação devido à utilização mais "eficiente" da mão-de-obra, matérias-primas, insumos e energia e, finalmente, economias de grande reserva ou estoques (Possas, 1985). Economias de escala ao nível da firmas incluem aquelas economias derivadas das compras, distribuição, financiamento e, mesmo, de atividades de P&D. As economias que podem ser obtidas nas fábricas ou nas plantas industriais relacionam-se aos custos operacionais, aos insumos utilizados e, principalmente, a características de fabricação. Existe, também, a possibilidade de ocorrência de economias associadas à dimensão (grande ou pequena) dos equipamentos. Estas economias são especialmente importantes no caso dos tratores e colheitadeiras.

Num estudo sobre custos feito por Kudrle (1975, capítulo 10) com base em dados das indústrias americana e inglesa para a década de sessenta, aparecem evidências interessantes sobre escalas de fabricação e tamanho dos tratores. Ao investigar o nível de preços sobre os custos, o autor observa a existência de uma tendência ao aumento das margens de lucro, à medida que o tamanho dos tratores aumenta - tamanho avaliado pela capacidade de tração em HP. Essa margem de lucro tende a ser ainda maior quando a escala de produção ao nível da planta aumenta.

Kudrle mostra que, enquanto o preço por HP subia nos Estados Unidos, caía na Inglaterra. Já os custos por HP caíam nos dois países,

embora mais acentuadamente na Grã-Bretanha. A queda sempre aparece mais acentuada nos níveis de escala maiores, acima de 20 mil unidades/ano.

Após a II Guerra, a maior dimensão dos tratores e mudanças nos projetos passam a andar juntos. Amplia-se consideravelmente o sistema de montagem integral trator-implemento, o mesmo ocorrendo com subsistemas e componentes, ensejando um processo contínuo de modificações nos projetos e adaptações nos produtos. Vários melhoramentos e inovações incorporados aos tratores e colheitadeiras, neste período, revelam esta tendência de aumento tamanho. A adoção da tração nas quatro rodas é uma das inovações que se tornam quase obrigatórias em modelos maiores. Além da tração 4x4, o uso de motores turbinados - em geral, maiores do que os convencionais - e de componentes mais complexos passa a acompanhar o aumento de tamanho do trator.

Segundo Kudrle, esse movimento é acompanhada por evidências de menor elasticidade-preço da demanda em maquinaria agrícola de grande porte, o que poderia ser resultado da existência de "relações técnicas" mais ou menos rígidas no uso do trator e demais insumos, especialmente nos sistemas agrícolas de grande dimensões. A capacidade de realizar a maior parte do trabalho no menor tempo possível própria dos tratores de grande porte representa uma grande vantagem para a atividade agrícola, especialmente se, além da mecanização, usam-se fertilizantes e insumos químicos, configurando um quadro de complementaridade tecnológica. O ritmo de mecanização agrícola está estreitamente associada à utilização de outros insumos modernos e ao tempo estrito de duração de cada uma das fases, do preparo do solo à colheita, em função dos ciclos biológicos das diferentes culturas. Esta premência de tempo serviu como acicate



para o desenvolvimento de máquinas maiores, com capacidade de realizar as tarefas em menor tempo e com mais eficiência.

Observa-se aqui, com bastante clareza, a inter-relação entre padrões técnicos existentes na agricultura, revelados através das práticas de cultivo (*best-practices*) e as trajetórias do progresso técnico na fabricação dos equipamentos (e insumos industrializados). Esta inter-relação é mediada pelos padrões de concorrência existente na indústria de equipamentos e, eventualmente, sancionada pelas políticas agrícolas que dão suporte financeiro às atividades agrícolas, como será discutido no capítulo final.

Essas características tendem a reforçar o aumento de escala das operações agrícolas, de forma relativamente independente do aumento absoluto da área do estabelecimento rural. A tratorização, isoladamente, não proporciona vantagens de escala mas através de sua combinação com outras técnicas como irrigação e uso de adubos e defensivos químicos, os ganhos de escala tornam-se possíveis.

Para Schwartzman, economias de escala ao nível das fábricas de equipamentos têm origem nos custos de produção, custos dos materiais comprados e no *make-buy mix* de produtos. As economias derivadas dos custos de produção são resultado da maior utilização da planta e dos equipamentos industriais, supondo-se que a tecnologia dada seja a mais adequada possível. O "mix" de produtos fabricados internamente, face às compras externas depende do tamanho da fábrica. Essas economias estão associadas à redução de custos de transporte e remessa entre as firmas. As economias de escala nas compras refletem basicamente descontos dos fornecedores.

A indústria de tratores e colheitadeiras depende fortemente de compras de peças e sistemas oriundos de outras indústrias e setores. Como indústrias basicamente montadoras nada impede que se limitem à operações de estamparia, construção do chassis e montagem de componentes comprados alhures. Muitas grandes empresas, por opção estratégica, são apenas montadoras embora alguns fabricantes possuam fundição própria. Outras empresas tentam fabricar o seu próprio motor, dado o seu alto custo no conjunto das compras. Este ponto será retomado com mais profundidade no capítulo sobre estrutura de custos e concorrência na indústria brasileira de tratores.

Segundo o estudo da UNTC, o trator "standart" moderno apresenta cerca de duas mil partes, contra mil e quinhentas de um automóvel. Cerca de mil e quatrocentas peças do trator são manufaturadas por fornecedores que mantêm alguma forma de integração com a indústria de tratores. As colheitadeiras possuem um número ainda maior de peças. Ao contrário dos tratores, no entanto, o seu processo de fabricação não pode ser totalmente automatizado, dificultando a obtenção de economias de massificação de produtos.

Tratores e colheitadeiras compartilham parte dos componentes, embora as colheitadeiras tenham grande número de sistemas específicos, pelo fato de combinarem algumas tarefas como colher (plataforma), limpar (saca-palhas), separar (peneiras) e estocar (tanques). Não compartilham a mesma concepção de projetos que, no caso das colheitadeiras são mais específicos, ainda que submetidos à mesma lógica de evolução. O seu processo de fabricação, no que diz respeito à sequência de atividades, é semelhante ao de tratores, proporcionando o aproveitamento das fases em

comum, amenizando um dos mais graves problemas relacionados à demanda dos equipamentos agrícolas, o da sazonalidade das vendas em torno de poucos meses do ano.

Segundo o estudo da UNTC, os principais sistemas e componentes de um trator são os seguintes:

- chassis ou estrutura básica: é o que primeiro distingue os vários tipos de produtos e o processo de fabricação; os chassis quase sempre determinam as características de bom número de componentes e sistemas secundários tais como número e tipo de rodas, localização da cabine, direção e sistema de freios, montagem frontal ou traseira do motor, etc;

- sistemas de transmissão: a forma, o tipo e a função dos sistemas de transmissão contribuem significativamente para diferenciar produtos;

- motor: tratores e colheitadeiras autotracionadas são, em sua maioria, movidos a motores diesel e, menos frequentemente, a gasolina; os fabricantes mais integrados produzem seus próprios motores de forma a adequá-los à suas concepções de produto embora possam ser adquiridos de fornecedores independentes.

Os procedimentos de fabricação dos equipamentos agrícolas de grande porte são bastante semelhantes aos da indústria automobilística: fundição de peças, usinagem de precisão das peças fundidas, estamparia e montagem final dos componentes e peças. Cerca da metade dos custos de montagem advém das compras de componentes, peças e sistemas acessórios. As aquisições são feitas a fabricantes independentes e evidenciam a dependência da indústria de tratores e de colheitadeiras dos seus

fornecedores de ligas de aço, fundidos e forjados, motores e partes de motores, auto-peças em geral, componentes elétricos, plásticos, etc.

Segundo estudo realizado no Canadá, em 1974, a distribuição percentual dos custos de fabricação de um trator de 95 HP e de uma colheitadeira combinada, de 90 HP, ao longo de seus estágios de produção pode ser descrita da seguinte forma:

Tabela 3.3.1  
Distribuição dos Custos de Fabricação de Equipamentos Agrícolas  
(% do custo total)

	Tratores	Colheitadeiras
Compras de Componentes	54	49
Fundição	14	4
Estamparia	4	9
Usinagem	15	8
Montagem	5	22
Apoio	8	8
Total	100	100

Fonte: Cophitorne, L. The Pattern of International Trade in Farm Machinery, Canadian Journal of Agricultural, 1974.  
Escala ótima: 90 mil unidades/ano.

Observe-se alta incidência das compras externas, tanto para tratores quanto para colheitadeiras. Destaque-se a importância das etapas de fundição e usinagem de produtos e, no caso das colheitadeiras, da montagem. Segundo Schwartzman, o custo de usinagem numa planta de 90 mil unidades/ano representa apenas 33 por cento do que atingiria nas fábricas com capacidade de fabricação de 20 mil unidades ano, não se levando em consideração as compras externas.

De acordo com a Royal Commission, os custos unitários a nível de 90 mil unidades/ano representam 81 por cento dos custos obtidos numa planta de 20 mil unidades/ano. A diferença absoluta encontrada foi de 754 dólares por trator. Excluindo compras de materiais e componentes,

estas economias representam 72 por cento dos custo total de uma planta industrial de menor porte (Ver Tabela 3.3.2).

Tabela 3.3.2  
Estimativas de Economias de Escala na Indústria de Tratores

	Tamanho dos Estabelecimentos			(1-2)	(2-3)	(1-3)
	20 mil (1)	60 mil (2)	90 mil (3)			
Custos Unitários:						
Totais (*)						
(a)	3 875	3 412	3 121	463	291	754
Índice	100	88	81			
(b)	3 824	3 412	3 275	412	137	549
Índice	100	89	86			
Custos Totais						
-Materiais(%)	100	79	72			

Fonte: Schwartzman, Oligopoly in the Farm Machinery Industry, com base em MacDonald, Farm Tractor Production Costs (Study 2).

(a) Mix produção-vendas variável (dólares por unidade).

(b) Mix produção-vendas constante (dólares por unidade).

(\*) Incluindo Materiais e Componentes.

O índice de custos unitários totais, com "mix" variável, opção (a) na tabela, significa que os maiores estabelecimentos poderiam vender o trator na porta da fábrica (posto fábrica), a um valor que representa 80 por cento do preço dos produtos fabricados em estabelecimentos menores. A terceira estimativa, custo total menos materiais e peças, representa o valor adicionado e exprime o aumento de produtividade que resulta do aumento de escala, dentro da planta. Um estabelecimento de maior porte emprega, por trator, 72 por cento dos recursos utilizados pelos menores.

Note-se que uma expansão da ordem de vinte para noventa mil tratores nunca foi observada, embora a Commission mencione que oito plantas industriais quase atingiam o volume de noventa mil unidades ao final dos anos sessenta. Na realidade, um tal volume de produção é bem maior do que os mercados de cada um dos sete maiores produtores no mundo ocidental nos dias atuais, inclusive o Brasil. Fontes industriais discordam da escala, achando-a exagerada. Argumentam que, no início dos anos oitenta, nenhum estabelecimento em todo o mundo operava àquela escala. Porter (1989) observa que a dimensão da escala ideal varia conforme o tipo de atividade. Em algumas atividades a escala mundial é a mais adequada, servindo de critério para a redução dos custos. Escala nacional, regional, local, da fábrica, do projeto, por comprador, por linha de produção, ou por pedido também pode servir de referência em relação aos custos (Porter, 1989).

Difícilmente, pode-se ignorar a existência das economias de escala ou níveis "ótimos" de produção, embora elas variem de país a país. Em 1981, a filial da Massey Ferguson no Brasil apresentava volumes ótimos de produção, em torno de vinte a vinte e nove mil unidades/ano, situação em que seus custos unitários atingiam o mínimo nível para, em seguida, manterem-se constantes. Economias de escala na indústria de equipamentos agrícolas de grande porte, como tratores e colheitadeiras dependem do tipo de tecnologia empregada no processo de fabricação, da abrangência da automação e do nível de desenvolvimento atingido nas indústrias fornecedoras do complexo metal-mecânico, como fundição, forjaria e autopeças, além da indústria de artefatos de borracha e plásticos.

A Royal Commission estimava escala mínima de investimentos nos Estados Unidos e Canadá em torno de 259 milhões dólares (de 1968) por empresa, um valor muito alto mesmo para mercados situados em países desenvolvidos. Segundo o estudo da UNCT, países como Índia conseguem atingir níveis econômicos de operação em torno de 10 a 20 mil unidades, com investimentos de apenas vinte milhões de dólares.

Na fabricação de colheitadeiras, a existência de economias de escala não é tão significativa. Na década de sessenta apenas a Class, da Alemanha, possuía planta com capacidade de operação de 20 mil unidades por ano, sendo possível operar com volumes muito menores do que na indústria de tratores.

Economias de escala também ocorrem no âmbito de distribuição dos produtos. Usando o mesmo parâmetro de expansão de 20 para 90 mil unidades ao ano por estabelecimento, estimado por Bain, a Commission calculava um decréscimo nos custos não operacionais de 25 para 18 por cento. Incluem-se aí os custos de distribuição e custos de PeD. As necessidades de capital para estabelecer e manter canais de vendas e serviços de assistência técnica são igualmente grandes. A estimativa da UNCT é de que para montar eficiente sistema de distribuição, faz-se necessário investimentos da ordem de 300 milhões de dólares. Nos Estados Unidos e Canadá foi montado um sistema de crédito para a compra de tratores em que apenas metade deste montante ficava comprometido com o financiamento de estoques para os revendedores e serviços de assistência pós-vendas.

Observe-se que a prestação de serviços de assistência técnica impõe-se como uma necessidade para o fabricante de máquinas agrícolas.

Alguns dias por ano de manutenção asseguram a durabilidade dos tratores. Colheitadeiras combinadas, por sua vez, são usadas apenas 20 ou 30 dias por ano. Revendedores e representantes autorizados constituem, em geral, a fonte dos serviços de assistência técnica para os tratores, ainda que sob estímulo das indústrias, que garantem a assistência oferecendo cursos regulares de treinamento de mão-de-obra, orientação gerencial, programas de computador, "softwares" e manuais básicos. Normalmente, as relações entre fabricantes e seus revendedores autorizados é regulada através de acordos de comercialização. Estes acordos prevêm códigos de conduta que abrangem desde o valor de comissões por vendas, até a imposição de limites espaciais de atuação e multas a infrações dessas normas. A disponibilidade de peças e componentes é outra característica importante dos serviços de pós-vendas. Para isso, é necessário que os fabricantes agilizem a oferta de peças de reposição para seus próprios equipamentos.

Dada a natureza cativa destes mercados, vendas de peças tornam-se quase sempre um bom negócio. O estudo da ONU estima a margem de lucros na comercialização de partes e peças 20 por cento, comparados com cerca de 6 por cento nas vendas de equipamentos completos. Essas altas margens explicam, em grande parte, a oposição de grande número dos fabricantes à padronização total das peças. Empresas que basearam boa parte de suas estratégias competitivas na montagem de um eficiente sistema de distribuição e comercialização final dos produtos, como Massey e Deere, incorrem em grandes custos ao tentar assegurar peças de reposição aos revendedores. Atualmente, contam com a informatização e



controle dos estoques, o que acentua a agilidade no fornecimento dos componentes e peças, livrando-as dos estoques físicos acumulados.

Schwartzman também menciona a existência de economias de escala ao nível das atividades administrativas bem como de PeD. No estudo da Royal Commission, discriminam-se algumas das principais despesas não operacionais das maiores empresas da América do Norte, obtendo-se o seguinte quadro:

Quadro 3.3.3

Despesas Indiretas dos Maiores Fabricantes de Equipamentos Agrícolas  
(percentagem das vendas totais)

Administração	3
Redes de Revenda	7
Financiamento Estoques	5
Pesquisa e Desenvolvimento	3
Total	18

Fonte: Martinusen, Revenue, Cost and Profits in the Farm Machinery Industries in Royal Commission on Farm Machinery.

Custos de pesquisa e desenvolvimento constituem importante parte das despesas não operacionais. A variação nos gastos de PeD entre as diferentes empresas é bastante acentuada. No início da década de setenta, por exemplo, a Deere aplicava cerca de 5 por cento de suas vendas em PeD e a Massey algo em torno de 2 a 3 por cento. Observe-se que o nível desejável de dispêndio em pesquisa de projetos orientados para o desenvolvimento de produtos depende não só da capacidade financeira da empresa, mas da direção tomada pelo progresso técnico ao longo da evolução dos projetos ou *designs*. Esta direção, como já foi observado, não é conhecida de antemão, embora prováveis desdobramentos

possam ser antecipados pelos técnicos encarregados do "planejamento" do produto, servindo como referência para o cálculo destes gastos.

Segundo Martinusen, as economias de escala que são obtidas nas atividades de PeD podem ser bastante grandes. A Massey com vendas de aproximadamente 1 bilhão, declarava empregar cerca de dois e meio por cento deste total nesta rubrica.

A Massey brasileira, em 1985, possuía um departamento de planejamento de produto com engenheiros encarregados de avaliar as tendências de evolução e capacidade de inovação dos equipamentos. A sua função era observar as tendências do produto nos outros países e no Brasil bem como acompanhar práticas agrícolas nos sistemas agropecuários mais modernos, para orientar o encaminhamento de projetos, aquisição ou desenvolvimento de projetos, etc.

Economias de escala são, frequentemente, acompanhadas de economias de complementaridade, que podem ser obtidas através de um aumento mais que proporcional na produção de componentes e peças. A existência de economias de complementaridade está associada à similitude dos métodos de produção e emprego de componentes altamente padronizados. A indústria de tratores está repleta de exemplos de economias de complementaridades em componentes, sistemas mecânicos e elétricos e, até, na fabricação do motor (Kudrle, 1970: pg 44).

Um bom exemplo de economia de complementaridade é a utilização de motores para a indústria de tratores e automobilística, ao mesmo tempo. As economias de custo na fabricação do motor exige um volume de produção muito maior do que pode ser obtido na fabricação do trator, algo em torno de 260 a 280 mil unidades anuais, segundo Kudrle. Note-se

que é a similaridade entre motores de carros e motores de tratores, proporcionada pela existência de uma base técnica comum, que facilita esta complementaridade. Na década de cinquenta, o trator Volvo ganhou motor ligeiramente modificado oriundo de sua linha automobilística. Um pequeno trator da British Leyland, na década de sessenta, aproveitava um motor diesel muito usado em veículos de pequeno porte.

O motor é um sistema mecânico complexo igualmente sujeito a restrições quanto à possibilidade de modificações contínuas de tamanho, descritas na parte 2. Da mesma forma que outros bens de capital, existem várias tipos de motores e tamanhos diferentes, conforme sua potência. Tratores maiores não poderão operar com o mesmo tipo de motores usados em modelos menores. Isso frequentemente leva os fabricantes de tratores a estabelecerem acordos de fornecimento com fabricantes que obtenham economias de escala na fabricação de motores. A Valmet, da Finlândia, por exemplo, recentemente forneceu à Massey Ferguson francesa motores diesel para equipar os seus modelos MF3080. Em contrapartida, recebeu trezentas caixas de câmbio fabricadas pela Massey que vão ser utilizados em alguns dos seus tratores de maior porte. (Guia Rural, 1990-6).

#### 3.4. Full-Lines e Estratégias de Especialização Coerente.

No item anterior menciona-se a importância de certos elementos estruturais, que proporcionam o fortalecimento de economias de escala e de complementaridade, especialmente na fabricação dos equipamentos agrícolas maiores e mais complexos. Neste item, pretende-se discutir como ensejaram um conjunto de estratégias, que ajudam a definir o padrão concorrência. Observe-se que as estratégias não são puramente resultado dos fatores estruturais, mas proporcionam um conjunto de procedimentos e regras de atuação que influem sobre os processos produtivos, ao tentar obter **best-practices** e esgotar as formas de aprendizado através da experiência (**learning by doing**). Neste sentido, evidencia-se a idéia de que o dado estrutural é importante mas a relação entre estrutura e estratégia é biunívoca, sendo a tecnologia, ao mesmo tempo, um elemento da estrutura e uma das armas de concorrência que a empresa dispõe.

As características estruturais da indústria, acrescente-se a existência de estratégias explicitamente voltadas para a integração da indústria em torno de **full-lines** ou **long-lines**, como resultado de um comportamento coerente por parte das maiores empresas.

A coerência, no caso, refere-se à combinação de vantagens de especialização proporcionadas pela existência de economias de escala com um certo grau de diversificação em torno de linhas de produtos em que as empresas tenham acumulado experiência e capacitação tecnológica /4/.

O que ocorre na indústria de tratores, a partir da II Guerra, quando as empresas passam a integrar-se em torno de **full-lines** e de **long-lines**, reflete a uma certa coerência na escolha de algumas linhas

de produção, em que acumulam experiência produtiva, comercial, além de competência técnica. Essa coerência também diz respeito à experiência anterior da empresa, à sua inserção vertical dentro da indústria e às características dos padrões de concorrência.

Dosi, Winter e Teece utilizam as noções de "coerência" ou "especialização coerente", o que permite incluir não só uma única linha de produtos, mas várias linhas de produtos que compartilhem um bom número de rotinas e procedimentos técnico-produtivos, de acordo com as características de seus ativos fixos/10/. Uma firma manifesta coerência quando suas linhas de produção estão relacionadas para proporcionar as economias de escala, ou outras formas de economias de custo, sem reduzir a sua capacidade de ampliar sua linha produto.

Esta estratégia implica adotar critérios de "racionalização" na fabricação, tomando-se como referência um mesmo projeto básico, relativamente padronizado, que permita a fabricação de um conjunto de modelos de tratores, aproveitando-se ao máximo as economias mencionadas, mesmo que as empresas estejam situados em países diferentes. É também chamada de estratégia de integração coerente.

Envolve a exploração de práticas e rotinas comuns ao processo de montagem, de modo a permitir intercâmbio máximo de peças, motores e componentes. Se padrões básicos do projeto tornam-se universais, as características e rotinas de fabricação têm chances de ser as mesmas, assim como o layout, programação de produtos, procedimentos que incidem preferencialmente sobre um dos ativos, adaptação de matérias primas, etc. Estas estratégias procurarão aproveitar ao máximo as

vantagens competitivas de custo que têm origem nas economias de escala e complementaridades acima mencionadas.

Dividindo-se os equipamentos usados na agricultura em quatro grupos - tratores, colheitadeiras, implementos e equipamentos associados ao trator (preparo do solo, tratos e plantio) e os implementos usados após a colheita, torna-se possível classificar as empresas de acordo com as suas estratégias em *full line*, *long line* e, ainda, fornecedores especializados. Esta classificação acompanha as principais estratégias das empresas diante de problemas e questões relativas à escolha do "mix" de produtos.

Fabricantes que atuem sob base técnica semelhante, embora fabriquem produtos para mercados diferentes e produzam pelo menos um dos grupos de equipamentos agrícolas com seus respectivos implementos e acessórios, podem ser classificadas pela estratégia do tipo "long-line". Alguns estão entre os maiores fabricantes de veículos do mundo. As empresas Ford, Fiat, Volvo e Régie National des Usines Renault (França) são basicamente fabricantes de automóveis e caminhões e fabricam, além disso, tratores, ocupando a Fiat a liderança de vendas destes produtos na Europa. A Sperry New Rand participava da indústria de equipamentos agrícolas através da New Holland, cuja subsidiária brasileira foi recentemente adquirida pela Ford do Brasil. A Volvo fazia-o através de uma subsidiária, a Volvo BM AM. Em 1979, estabeleceu um acordo de cooperação técnica com a Valmet para que esta desenvolvesse uma nova geração de tratores agrícolas, denominados "Nórdicos". Através do acordo comprometia-se a fornecer sistemas de transmissão e as cabines de proteção. O acordo também previa que a empresa sueca deixaria de

fabricar tratores agrícolas em 1983, o que de fato aconteceu. A Valmet Oy, da Finlândia, é a maior fabricante de equipamentos para indústria de madeira e papel.

O conglomerado Tenneco atuava na indústria através de suas duas subsidiárias, Case, que absorveu a Harvester e David Brown. A Catterpillar, americana, embora atue marginalmente no mercado de tratores agrícolas é um dos maiores fabricantes de tratores industriais usados em construção de estradas, além de equipamentos para mineração, empilhamento industrial, petróleo e construção em geral.

No caso da Ford, tratores representam apenas pouco mais de três por cento do faturamento do conglomerado, embora esta empresa esteja entre as "quatro grandes" em termos de vendas mundiais de tratores. Fiat, Renault e British Motors Leyland aparecem como as mais importantes indústrias européias, enfrentando em seus próprios mercados concorrentes americano-canadenses. O desenvolvimento tecnológico dos fabricantes de tratores que adotam este tipo de procedimento está fortemente associado ao da indústria automobilística, especialmente à fabricação de automóveis, caminhões e autopeças. Essa característica permite o aproveitamento máximo de economias de complementaridade e de escala.

Estratégias long-line são adotadas quando existem fortes convergências quanto aos métodos de fabricação e uso de insumos. Uma empresa que fabrica equipamentos de grande porte para fins industriais, como a Catterpillar, pode apresentar vantagens se fabricar, junto com tratores industriais ou de construção, modelos agrícolas de forma a poder compartilhar sistemas de transmissão, componentes hidráulicos e

peças estampadas. Normalmente, estas estratégias comprometem empresas e conglomerados que já se mostram relativamente verticalizados. Quanto mais verticalizada, mais a firma tem reduzido o seu grau de liberdade para diversificar-se em direção a novas linhas de produtos. Esta diversificação tem que ser "coerente" com os ativos que possui, especialmente seus ativos fixos, que não podem ser alterados com facilidade, especialmente em indústrias de equipamentos e bens de capital. São estes ativos os responsáveis pelo comportamento coerente em relação à especialização, já mencionado.

Estratégias **full-line** ocorrem quando as empresas fabricam, pelo menos, dois dos quatro grupos de equipamentos mencionados, o que na prática inclui fabricantes de tratores e colheitadeiras, com seus acessórios, além de diversos implementos. Entre as empresas **full line** encontram-se alguns dos maiores conglomerados da indústrias de tratores e equipamentos. Deere, Chalmers, Harvester/Case, Massey, incluindo suas subsidiárias da Alemanha, G.Eicher, e Grã-Bretanha, Masey Perkins. Além destas, a Kubotta e Deutz-Fahar são típicas empresas que adotam este tipo de estratégia.

As vendas conjuntas destas empresas atingiam cerca de 54 por cento do total do faturamento da indústria de equipamento agrícola em 1980. Observe-se que, com exceção da Deutz e da Kubota as estratégias **full lines** são adotadas principalmente por empresas americanas e canadenses que se expandiram também para Europa e outros continentes.

Por envolver uma linha completa de equipamentos para a agricultura, atividade sujeita a forte sazonalidade, a **full-line** permite à indústria compatibilizar os ritmos de fabricação dos



diferentes equipamentos, fazendo-os coincidir com os períodos cuja demanda é maior. No Brasil, por exemplo, a maior procura de tratores ocorre nos meses que antecedem o início das atividades de preparo do solo, de abril até setembro/outubro, aproximadamente. Já a demanda de colheitadeiras ocorre nos meses de novembro a fevereiro. Os implementos têm a sua demanda dividida ao longo dos vários meses do ano. Se uma empresa fabrica tratores, colheitadeiras e implementos, pode atenuar a incidência dos picos de demanda ao longo de todo o ano, de forma a permitir utilização mais racional da mão-de-obra e permitir o melhor aproveitamento dos equipamentos dentro de uma mesma planta industrial.

Uma das principais vantagens da estratégia **full-line** é a operação com revendedores exclusivos, ainda que a rede de revenda possa ser de terceiros. Revendedores Massey, por exemplo, são credenciados e só operam com a sua linha de máquinas agrícolas, embora possam aceitar produtos de outras marcas que não. A aquisição dos implementos menos sofisticados pode ser feita através de subcontratação junto a pequenos fabricantes regionais especializados, que passam a seguir especificações técnicas recomendadas e adotam marca e logotipo da empresa contratante. O revendedor deve ter capacidade de oferecer toda a linha integrada e, ao fazê-lo, compromete-se definitivamente com o sucesso ou o fracasso da indústria.

Observe-se que as empresas **full-line** compartilham as mesmas restrições estruturais que as **long-line**, especialmente se possuem uma estrutura verticalizada. Apesar disso, possuem mais flexibilidade de atuação nas áreas de distribuição e de comercialização. Um fabricante que oferece vários equipamentos afins e compatíveis, através de seus

dealers está potencialmente preparado para aumentar e consolidar suas vendas e, conseqüentemente, aumentar sua participação no conjunto das vendas da indústria. A existência de um eficiente sistema de revenda exclusivo ou associado aos fabricantes constitui um dos ativos mais importantes de uma empresa. Representa a possibilidade concreta de ampliar a capacidade de concorrer, a capacidade competitiva. Segundo Kudrle, a **full-line** é, essencialmente, uma estratégia de distribuição, pois depende, basicamente, da existência de um eficiente sistema de revenda. Aceirando-se este ponto de vista, a Ford é uma empresa **full-line**, independentemente de sua articulação com o setor automobilístico.

Embora fundamental, o sucesso da estratégia **full-line** não se deve somente à existência de uma boa rede de distribuição. A condição necessária é função do desenvolvimento tecnológico atingido pelos tratores, o que pode ser avaliado tanto pela qualidade dos seus projetos básicos, quanto pelo desempenho do sistema "trator-implementos". Este sistema, inicialmente, passou por uma grande evolução a partir do aperfeiçoamento contínuo dos designs e, posteriormente, sofreu notável simplificação, a partir do desenvolvimento do engate de três pontos e dos mecanismos de controle hidráulico que, uma vez incorporados ao trator Ferguson, representaram considerável melhora no seu desempenho.

Há, ainda, outra vantagem decorrente da existência de uma ampla rede de distribuição e assistência técnica ligando agricultores, revendedores e fabricantes **full-line**. Trata-se da facilidade de transferência de informações dos agricultores para os fabricantes, permitindo que a indústria obtenha capacitação para enfrentar problemas

que vão se manifestando aos poucos, à medida que o equipamento é usado. Serviços de assistência técnica a agricultores, programas de treinamento a revendedores transformam-se em elos da cadeia de transmissão de informações sobre o desempenho do produto, seus defeitos e problemas, situando-se entre os sistemas agrícolas e os departamentos industriais e de projetos. Se a firma tiver capacidade e recursos para sistematizar este conhecimento, incorporando-o à atividade de desenvolvimento de projetos e de produtos, incentivará seu potencial tecnológico através do aprendizado pelo uso.

A força da **full-line** na América do Norte foi consequência da necessidade de a indústria estabelecer contato direto com **dealers** para efeito do financiamento do produto. A experiência americana foi única, permitindo contornar o baixo nível de renda dos agricultores, problema que sempre se manifesta do lado da demanda. Além do que, boa parte dos custos de distribuição naquele país decorre do fornecimento de crédito para que os distribuidores pudessem arcar com estoques ao nível do atacado.

No início da década de 70, nos Estados Unidos, os fabricantes de tratores ofereciam modalidades de crédito bastante liberais mediante um sistema denominado **floor-planning** por meio do qual os **dealers**, podem formar estoques sem pagamento do principal ou de juros durante 9 meses, para tratores, e 24 meses, para colheitadeiras. Esta prática induz fortemente a formação de estoques sobre vendas anuais, estimados em torno de 60 por cento, apenas para os fabricantes que atuam sob o sistema de **full-line**. Isso representa custos pesados e ascendentes para a indústria mas amplia consideravelmente o horizonte de vendas.

Mesmo antes de o trator ter se tornado o principal foco da mecanização agrícola, vindo a ser o produto em torno do qual se articulava toda a estratégia **full-line**, a existência de postos de revenda exclusivos abriu espaço para que tanto conglomerados quanto médias empresas, como a Case, tivessem oportunidade de expor ao nível da revenda, simultaneamente, toda sua linha de equipamentos agrícolas. Em mercados caracterizados pela vastidão, como Canadá, Estados Unidos, Austrália e Brasil, a consolidação das estratégias **full-line** permitem o aproveitamento quase total do potencial representado pelas economias de escala ao nível de distribuição.

Observe-se que os fabricantes de equipamento americanos e canadenses, cresceram e desenvolveram-se a partir de forte integração agricultura-indústria, como foi mostrado em capítulos anteriores. O seu desenvolvimento tecnológico está estreitamente associado à modernização da agricultura naqueles países. Talvez isso explique o fato de serem também grandes fabricantes de outros equipamentos para a agricultura, entre os quais colheitadeiras e diversos implementos, ao contrário da Europa, onde a especialização foi maior - devido à pequena dimensão espacial dos mercados.

O que já era regra no continente americano, desde a II Guerra, torna-se também prática comum na Europa, após os anos sessenta, ou seja, um conjunto de representantes comerciais fornecem uma linha ampla de equipamentos agrícolas que levam a marca de uma mesma empresa. As subsidiárias das grandes empresas americanas são, em grande parte, responsáveis pela disseminação da estratégia **ful-line** na Europa. A tradição de revenda de tratores entre os europeus é bastante diferente,

com a comercialização sendo feita não só através de representantes de indústrias automobilísticas, como de lojas, agentes consignados, cooperativas e **delears** de implementos independentes, numa grande confusão que, durante muito tempo impedia os fabricantes de tirar proveito de escalas. A explicação deste fato deve ser buscada nas características da produção e distribuição de tratores europeus, quase sempre integrada com a de automóveis e caminhões.

Além da "full-line e da long-line, uma terceira estratégia de atuação das firmas que participam da indústria de equipamentos para a agricultura privilegia a especialização em torno de apenas uma das categorias de produtos mencionados. Ela envolve a atuação de produtores especializados que fabricam uma variedade limitada de produtos, seja tratores ou colheitadeiras com seus acessórios principais, ou apenas os implementos. Esta classificação aproxima-se da de Pavitt(1984), usada para destacar as relações entre indústrias que se capacitaram para atender demandas específicas de outras empresas.

Alguns dos mais destacados fornecedores especializados são Class OHG (Alemanha), fabricante de colheitadeiras automotrizes, a Alfa-Laval AB (Suécia), que faz equipamentos para a produção de laticínios, a Fendt e Co (Alemanha) e a SAME (Itália). Muitos destes produtores especializados são de pequeno porte e não mantêm operações em escala internacional, atuando basicamente em seus mercados nacionais. Alguns elaboram seus próprios projetos, sendo responsáveis por melhorias e inovações de produto. Outros atuam apenas como fabricantes, ou montadores, de equipamentos encomendados por empresas de maior porte, que os subcontrata. Boa parte da produção de implementos de preparo do

solo é fornecidos por estes fabricantes, de acordo com especificações de uma empresa **full-line** ou **long-line**.

A sobrevivência de muitos fabricantes "marginais", ou que não têm condições de exercer real influência nas práticas de concorrência da indústria como um todo, explica-se pelo fato de estarem amarrados a contratos de (sub) fornecimento que permitem completar as linhas de alguns dos grandes fabricantes.

Um bom número destas empresas, no entanto, encontra ambiente razoável para desenvolver-se dentro de mercados nacionais. Lundvall (1988) refere-se à especialização que várias empresas desenvolveram fabricando equipamentos para produtos lácteos como resultado de um processo singular de aprendizado entre fazendeiros usuários daqueles equipamentos e as indústrias fabricantes. Sem dúvida, a natureza especializada de pequenas empresas inclina-as em direção à elaboração de projetos de equipamentos adequados às características dos sistemas agrícolas locais.

Na Itália, por exemplo, foi desenvolvido um projeto de trator pequeno, quase um motocultivador, mas de grande capacidade de tração, para ser usado em terrenos íngremes e acidentados, típicos daquele país. Nos Estados Unidos, a Traction Inc. fabrica, desde 1980, um trator projetado para atender as necessidades de pequenos agricultores, o **Quadtractor**. O mesmo acontece na Índia, que desenvolveu o **Swaraj**, um modelo de trator específico para as condições agrícolas de certas regiões do país, na Tailândia, com o **Iron-Buffer** e na África do Sul (Suazilândia), com o **Tinkabi Tractor**.

No Brasil, a Agrale fabricava tratores adequados ao trabalho em pequenas extensões cultiváveis, típicas da agricultura "de colônia" desenvolvida nos estados do Sul. A Companhia Brasileira de Tratores, que não pode ser classificada como pequena empresa, projetou e construiu tratores bastante rústicos, adequados para o uso nos cerrados e regiões de fronteira agrícola brasileira onde, mais do que sofisticação, exige-se rusticidade e resistência para o trabalho em operações pesadas. Algumas empresas identificadas como *long-lines* oferecem toda a linha completa ao nível dos distribuidores embora não façam questão de trabalhar com *dealers* exclusivos. A Ford, nos Estados Unidos, oferecia junto a sua linha de produtos uma colheitadeira combinada fabricada pela Class, que levava a marca Ford. No Brasil, a Ford atua como *full-line*, oferecendo ampla linha com sua marca, em revendedores exclusivos. Além disso, parece estar interessada em aumentar a integração até o nível de fabricação, após ter adquirido a maior fábrica de colheitadeiras do país da Sperry embora possa, mais uma vez, mudar de estratégia, uma vez que a Ford e a Fiat acabam de realizar um acordo de integração na Europa que poderá ter repercussões no mercado de tratores brasileiros.

### 3.5 Estratégias de Diferenciação no Pós-Guerra.

Ao contrário do que ocorre na indústria automobilística, o projeto básico dos tratores está menos sujeito a alterações de estilo. A aparência física dos tratores não é o fator de competitividade decisivo nem o que vai influir decisivamente no aumento das vendas. Modificações de estilo em tratores, quando desejadas, são facilmente realizadas e permanecem por décadas, ao contrário de automóveis. Note-se que mudanças de estilo na indústria automobilística costumam comprometer um imenso montante de recursos e demandam tempo, mas permitem que as empresas ganhem alguns pontos em termos de participação nos mercados.

As alterações de estilo nos tratores, em geral, acompanham modificações nos projetos básicos. A linha de pequenos tratores da Ford, oferecida nos Estados Unidos nos anos cinquenta foi sofrendo aumentos de tamanho ao longo de quase uma década, sem que sua aparência exterior se modificasse significativamente. Somente quando a Ford redesenhou o seu projeto básico é que o estilo também se alterou.

A diferenciação de produtos na indústria de tratores envolve alterações significativas de qualidade. Trata-se de modificações não triviais no projeto básico, nos componentes ou sub-sistemas mecânicos, expressando a incorporação de melhorias e inovações aos projetos básicos, tal como descrito no primeiro capítulo. Caves (1969) prefere usar o termo "diferenciabilidade" para expressar um fenômeno que é resultado, ao seu modo de ver, não apenas de uma característica do produto mas, também, de estratégias da empresa para impedir a entrada de concorrentes no mercado.



Quando Bain examinou a existência de barreiras à entrada pela diferenciação de produtos na "indústria tratores e grandes e complicadas maquinarias agrícolas", ele as classificou entre as mais significativas, dentre todas as vinte e poucas indústrias que estudou. Atribuiu-as à fidelidade do usuário motivada por sua confiança no bom funcionamento do produto, o que não deixa de ser um sub-produto de qualidade produto, e à existência de uma boa rede de distribuição associada à prestação de serviços técnicos. Segundo ele, se todos os fabricantes conseguissem estabelecer reputação similar e uma eficiente rede de distribuição haveria preços similares para as todas as firmas estabelecidas, assim como consideráveis gastos de promoção de vendas, por parte das potenciais candidatas a entrar no mercado (Bain, 1956:pg 126).

Kudrle acentua, no entanto, que a capacidade de diferenciação dos tratores depende, basicamente, do desempenho através do tempo, durabilidade e garantia de funcionamento. A capacidade de diferenciação dos tratores, diz ele, é bastante alta, mas tende a cair na medida em que se torna cada vez mais fácil imitar. O desempenho através do tempo é uma função da capacidade do produtor oferecer um produto durável, o que inclui as peças sobressalentes e de reposição e da habilidade e rapidez na prestação dos serviços de assistência técnica. Mesmo que isso esteja assegurado, ainda persistem incertezas em relação ao valor de revenda da máquina e da capacidade de repor peças. Com exceção da qualidade do produto, as outras condições dependem da existência de uma eficiente rede de distribuidores autorizados /5/.

Na indústria de tratores a qualidade é o elemento central do processo de diferenciação. As melhorias e inovações são incorporadas aos produtos, ajudando-os a diferenciarem-se entre si, ao mesmo tempo que o produto é aperfeiçoado. Essas melhorias podem ser imperceptíveis a um leigo, mas certamente não serão para o usuário traduzindo-se num melhor rendimento do trabalho mecânico nos sistemas agrícolas.

A capacidade de acrescentar qualidade aos produtos, por sua vez, é função do aprimoramento dos projetos nas máquinas ao longo do tempo. A experiência e o aprendizado acumulados capacitam as empresas a acrescentar melhorias aos produtos, ajudando a diferenciá-los. O avanço tecnológico nas principais indústrias fornecedoras e as inovações vindas da indústria de informática e novos materiais representam um estímulo a realização de modificações nos projetos e introdução de melhorias nos tratores bem como no chamado sistema integrat, trator implementos. Além disso, a contínua pressão sobre o desempenho do produto em situações concretas de uso, constitui-se num estímulo à evolução tecnológica. No entanto, a capacitação tecnológica através do aprendizado leva tempo envolvendo incertezas e custos pesados, especialmente por tratarem-se de produtos duráveis /6/.

A tentativa permanente de redução dos custos de fabricação através das economias de escala, que vinha se acentuando desde a década da 60, reafirmou a tendência de padronização de produtos. A busca de integração dos processos produtivos estimulou a convergência dos modelos, basicamente em torno de uns poucos padrões de design de trator, de acordo com a conveniência de obtenção de economias de escala e de

complementaridade dos grandes fabricantes que operavam entre Europa e Estados Unidos.

Na realidade, observa-se a combinação de duas tendências. Uma, de padronização dos produtos em torno de certos padrões básicos de referência. Outra, de diferenciação de produtos, de acordo com as faixas de potência e algumas características técnicas e produtivas. Nas duas situações, há espaço para manifestações de progresso técnico, embora menos acentuadamente na primeira, já que com a padronização o processo de evolução dos projetos básicos deve ficar "congelado", para que se possa tirar o máximo de vantagens de escalas e de complementaridade associadas à integração da produção.

As estratégias de diferenciação, através da aquisição gradual de qualidade permitem maior desenvolvimento do potencial tecnológico embutido na trajetória. A procura de novos modelos e melhor performance dos atuais também incentiva a evolução dos projetos. Observe-se, no entanto, que a "questão" tecnológica é bem mais ampla e mais genérica, avançando muito além da discussão sobre diferenciação de produtos. Este ponto será retomado mais adiante, no capítulo final.

Segundo White, ao descrever algumas condutas assumidas por membros da indústria automobilística nos mercados dos Estados Unidos e do Canadá na década de 60, um dos meios mais frequentemente utilizado pelas empresas líderes para ampliar os limites de seus mercados é uma estratégia que depende da ação comum dos maiores fabricantes. Nenhuma empresa, isolada, arrisca-se a lançar um novo modelo sem antes averiguar se há espaço para ser dividido com, pelo menos, mais dois dos maiores concorrentes de forma que, se decidirem lançar modelos semelhantes, pelo

menos os três maiores possam desfrutar de retornos razoáveis. É o que White chama de "competição espacial" (White, citado por Kudrle, 1973).

Na indústria de tratores agrícolas uma das formas favoritas de ampliação de mercados manifesta-se quando uma firma, atuando como "líder em produtos", toma a iniciativa de lançar modelos cada vez maiores, abrindo caminho para as demais. O sucesso subsequente em vendas por parte da firma que tomou a iniciativa serve de parâmetro para orientar as demais sobre a conveniência e o momento de oferecer máquinas de maior potência. O custo de introduzir tratores cada vez maiores não pode ser tão pequeno que possa incentivar a entrada de concorrentes potenciais, se a aceitação do mercado for favorável, nem tão grande que inviabilize esta tentativa. Se a mudança de tamanho não alterar muito a complexidade do produto, impondo a necessidade de redesenhá-lo ou de se fazer outro projeto, o aumento de custo não será empecilho a esta estratégia.

Se a mudança de tamanho envolve novas opções por componentes maiores ou/e mais complexos, provavelmente poderá haver necessidades de redesenhar ou adaptar os projetos, o que implica em custos maiores, aumento de despesas operacionais e de estoque. Isso é o que acontece frequentemente quando as empresas passam a usar motores e auto-peças diferentes. Na realidade, quando uma empresa planeja expansão para uma linha de tratores de maior porte, pode haver necessidade de modificações no processo de montagem que impliquem em investimentos significativos. Essa conduta favorece a tendência de aumento de tamanho dos tratores, tendência que constitui um dos prováveis desenvolvimentos da trajetória.

Observe-se que a estratégia de "abrir caminho" foi enormemente facilitada para todas as empresas da indústria, após o desenvolvimento

das "famílias de motores" pela Ford, que permitiu compatibilizar um conjunto composto por bloco do motor e alguns componentes a vários modelos, dentro de amplo espectro de potência efetiva (Kudrle, 1970: pg 146).

Portanto, além dos critérios de durabilidade e resistência dos produtos, próprios de quase todos os bens de capital, tratores são diferenciados em relação ao tamanho e capacidade de tração, de acordo com a potência do motor - medida em Hp ou cv - como outros veículos. No caso dos tratores e outros equipamentos auto-impulsionados, diferentes capacidades de tração (e tamanhos) estão estreitamente associados às tarefas realizadas na agricultura - preparo, tratos, colheita, etc -, ao tipo de cultivos, sazonalidade, perecibilidade dos produtos agrícolas e às formas de organização dos diversos sistemas agrícolas. De um modo geral, observa-se pressão a favor dos tratores e equipamentos com maior capacidade de tração, embora exista demanda para os motocultivadores e tratores leves.

Poucos são os fabricantes que atuam em torno de uma só classe de potência, a não ser quando tornam-se fornecedores especializados. Na década de 70, empresas americanas atuavam, em média, em cerca de seis ou sete classes diferentes, de acordo com capacidade de tração. Classes de potência entre 60 e 115 HP representavam 56 por cento das vendas de tratores, em 1967, segundo Schwartzman. Daí por diante, a tendência voltou-se para a fabricação de tratores de maior capacidade de tração. Empresas **full-line** e **long-lines**, em particular, desinteressaram-se de fabricar tratores pequenos, quase tão custosos quanto os grandes mas

igualmente complexos em termos de "designs", com o agravante de serem destinados a agricultores de menor renda.

Para completar suas linhas nos diferentes mercados em que atuam, passam a lançar mão de importações "de pacotes" de tratores de pequeno porte, comercializados com sua marca. Essa prática tornou-se cada vez mais comum. A Deere, atualmente, adquire seus tratores de pequenas dimensões de empresas japonesas, comercializando-os com a sua marca. A Massey americana, por sua vez, importa tratores japoneses de pequenas dimensões para comercializá-los no mercado americano.

No "Tractor Cost", assume-se a premissa simplificadora de que o mix de tratores fabricados, classificados de acordo com a capacidade de tração, seria igual para todos os fabricantes da América do Norte. À época em que a pesquisa foi feita, cerca de 30 por cento dos tratores apresentavam baixa capacidade de tração, estimada em 40 Hp, em média; 60 por cento apresentavam capacidade média de tração, representada por 90 HP e apenas 10 por cento eram atribuídos à fabricação de tratores de grande porte, com 130 HP. Esses dados não coincidem entre os diferentes países e tendem a alterar-se ao longo dos anos. Os países da Europa apresentam um mix concentrado em torno dos modelos de baixa potência, ao contrário, por exemplo, da Austrália e dos Estados Unidos. Além disso, as necessidades dos usuários - e dos sistemas agrícolas - mudam assim como as próprias estruturas industriais. A própria evolução da tecnologia de produto mostra uma tendência em direção à fabricação de máquinas mais potentes e de maior tamanho.

Até os anos 60, várias firmas revezaram-se na liderança de produtos, oferecendo máquinas mais potentes no mercado norte-americano.

À partir do momento em que a Deere torna-se a maior fabricante de máquinas agrícolas dos Estados Unidos, por volta de 1963, ela também passa a ser a que mais consistentemente mantém a estratégia de "abrir caminho" através do lançamento de grandes tratores (Barber, 1969 pg 140).

Entre o fim da II Guerra e o início da década de 60, ocorreu aumento no número de modelos básicos ofertados no mercado americano, que passaram de uma média de 3 ou 4 por firma, para cerca de seis. Segundo Schwartzman, esta proliferação indicaria um aumento da competição através do lançamento de novos produtos, ligeiramente modificados, em contração à tendência da indústria de trabalhar com um pequeno número de modelos e versões. No entanto, a própria Deere, com apenas seis modelos, mantinha vantagem competitiva sobre a Internacional Harvester com nove modelos.

Na realidade, o que ocorreu foi uma proliferação de modelos a partir de projetos básicos, ou "modelos dentro de modelos", muitos com diferenças pequenas entre si, ainda que significativas em relação os diferentes sistemas de usos agrícolas. Essa variedade de modelos vinha atender uma demanda mais variada tornando desnecessárias as adaptações e conversões que eram realizadas pelos próprios usuários para tornar suas máquinas mais adequadas para fins específicos. Esta adaptação de modelos básicos às necessidades específicas dos agricultores, conforme já foi observado nos primeiros capítulos, tem se transformado, cada vez mais, em um importante estímulo ao desenvolvimento tecnológico dos tratores, através do qual a indústria renova e aguça a sua capacidade competitiva.

### 3.6 Estratégias de Preços no Pós-Guerra.

Os fabricantes de equipamentos, com exceção dos produtores de implementos, preferem adotar práticas de competição através de produtos. A nível dos diferentes segmentos de potência estas práticas são mais comuns, especialmente se já se obteve um razoável grau de padronização dos projetos e dos componentes. A competição em preços manifesta-se nos segmentos ou nos limites de seus intervalos.

Normalmente, é muito difícil estabelecer comparação de preços entre máquinas similares fabricadas por produtores diferentes, porque sempre há diferenças de acessórios, configuração distinta ou detalhes técnicos. Além disso, preços listados ao nível de revenda dificilmente são os efetivamente praticados, havendo diferentes critérios de margens e overhead entre o preço de fábrica e o de revenda, o que dificulta a comparação de produtos. As empresas costumam encarar confidencialmente os preços de fábrica. Apesar disso, algumas indicações de como se dá a competição por preços podem ser encontradas nos estudos de Barber, Kudrle, Schwartzman, nos relatórios das "Commission".

A determinação dos preços varia em função do exercício de liderança por parte das maiores empresas do setor. Depois de anunciado o preço de referência pelas empresas líderes ele dificilmente é alterado, pelo menos a curto prazo. Antes da II Guerra, na América do Norte, a Deere dividia a liderança de preços com a Harvester. Após 1945, esta última assume a liderança, até 1963, quando novamente a Deere retoma aquela posição, da qual não mais se afasta. Na Alemanha, a liderança em preços é assumida pela KH Deutz (UNTC, 1983).



As mudanças de preços, geralmente, são anunciadas durante o período em que as vendas são mais fracas, de ano em ano. Se produtos novos são introduzidos neste meio tempo, simplesmente acompanham os ajustamentos de preços, tomando-se por base o preço do modelo que serviu de referência para as modificações. Segundo Barber, a estratégia de preços dos grandes fabricantes americanos e canadenses de tratores, assim como de suas filiais na Europa, adequa-se ao padrão descrito por Bain de que os preços não devem ser tão altos que atraiam a competição potencial e não devem ser tão baixos a ponto de não cobrir os custos. Na realidade, as empresas líderes têm interesse em atrair e manter um pequeno número de firmas menores, já que isso lhes permite aumentar as margens de lucro um pouco mais do que seria possível, sem a sua presença. Uma vez dentro do mercado, dificilmente as empresas menores arriscam-se a engajar-se em lutas competitivas, nas quais apresentam desvantagens gritantes, especialmente de produtividade. Ainda assim, em algumas situações, algumas delas conseguem fixar seus preços abaixo daqueles fixados pela liderança. Isso ocorreu com as empresas Case, White e Allis Chalmers que, através de preços mais baixos, por vários anos consecutivos ocuparam colocações estratégicas em alguns segmentos do mercado norte-americano.

As empresas também usam preços mais baixos como forma de entrar em mercados de outros países. Segundo Kudrle, David Brown e British Leyland utilizaram esta estratégia para desbloquear barreiras à entrada em vários mercados europeus. Entre as européias, a Fiat utilizou a mesma conduta para entrar nos mercados australiano e alemão, assim como a KH Deutz o fez em praticamente todos os mercados estrangeiros que

disputou. Exemplo de competição de preços realmente feroz foi oferecido por tratores fabricados por empresas da Polônia, Tchecoslováquia e Romênia que, para competir com tratores alemães, italianos e ingleses, de maior qualidade, costumavam fixar os preços de seus tratores cerca de 25 por cento abaixo dos preços praticados nos principais mercados da Europa.

Na fabricação de implementos, os preços variam de acordo com variações sazonais na oferta e na demanda. Quando os fabricantes de implementos são subcontratados para oferecer seus produtos a uma das grandes empresas passam a acompanhar a liderança de preços nos produtos que compartilham a "full-line".

O comportamento dos preços na indústria de tratores na América do Norte, segundo Schwartzman evidencia o abuso de práticas típicas de oligopólio, que tem por objetivo manter os preços altos, impedindo-os de cair. Estas práticas, segundo ele, podem ser comprovadas através das elevadas expectativas de retorno do investimento, em relação às escalas diferentes (1970: pg 209) /7/.

Observe-se que os preços e taxas de retorno variam conforme o tamanho e potência dos tratores. Ainda segundo Schwartzman, os preços de tratores leves e pequenos, em torno de 40 HP, não proporcionam boas expectativas de ganhos. Isso ocorre porque os preços destes tratores não podem ser sustentados em níveis muito altos, durante muito tempo, devido ao fato de serem produtos destinados a pequenos agricultores, com menor renda.

Por outro lado, taxas médias de retorno sobre investimentos para fabricantes de tratores de médio porte, de 90 HP, em plantas que operam perto do nível de 90 mil unidades/ano, poderiam proporcionar retornos de cerca 60 por cento, de acordo com estimativas desse autor. Tratores de grande potência, em torno de 130 Hp, apresentariam taxas de 92 por cento de retorno. Mesmo numa escala de 20 mil unidades ano, considerada pequena para os padrões do "Tractor Costs", uma fábrica norte-americana pode esperar obter uma boa taxa de retorno, entre 26 e 48 por cento, para tratores de 90 e 130 Hp, respectivamente. Os altos preços praticados, um pouco mais elevados do que o recomendado, podem explicar a permanência no mercado de fabricantes de menor porte e, até mesmo, a expansão de pequenas firmas que oferecem tratores de porte médio e grande. Manter altos os preços dos tratores foi uma forma de garantir grandes margens de lucro para as empresas líderes, ao mesmo tempo que permitia a sobrevivência de empresas menores e que operavam com maiores custos. Esta estratégia apresentava o risco de atrair novos concorrentes para o mercado atraídos pelos preços altos. No entanto, as elevadas barreiras à comercialização pareciam tranquilizar as empresas responsáveis por esta política de preços.

No caso dos tratores de pequeno porte, Schwartzman constata a ausência de competição em preços entre as companhias, independentemente das diferenças de custos existentes entre elas. Em 1967, as empresas Deere, Ford, Harvester e Cockshutt, esta última bem menor do que as anteriores, ofereciam ao mercado americano tratores diésel, entre 30 a 45 HP, a um mesmo preço.

Massey, Chalmers e Case, mais ou menos na mesma época, ofereciam um trator e gasolina também a um só preço (pg 210). Já no caso de tratores de médio porte, observa o mesmo autor, as pequenas empresas ofereciam tratores a menores preços do que as maiores, importando-os já montados do Canadá, ou montando apenas as etapas finais, beneficiando-se de vantagens cambiais que durante vários anos sustentaram a competitividade não só dos tratores canadenses bem como dos tratores americano-canadenses, que ostentavam a insígnia "made in United States of America", devido à confiança dos agricultores americanos nos produtos fabricados em seu país.

## Notas

/1/ Por não se tratar de estudo sobre organização industrial a discussão sobre definição de indústria não será aprofundada. Adota-se aqui a noção que leva em conta o reconhecimento de dependência mútua entre os concorrentes e as similaridades das técnicas de fabricação entre as firmas de uma mesma indústria adotando-se, de acordo com a sugestão de Fellner (1965) e Scherer (1970). Também se adota idéia de especialização coerente de Dosi, Winter e Teece (1989). Ver nota 4.

/2/ Bain, em 1950, considerava o mercado britânico "muito concentrado" e o dos Estados Unidos e Austrália "altamente concentrados". O mercado francês mereceu a classificação de "moderadamente concentrado", enquanto o alemão mostrava-se mais desconcentrado (pp 137 a 144).

/3/ Os mais importantes relatórios desta Comissão foram agrupados sob o título de "Farm Tractor Production Cost: a Study in Economy of Scale". Este estudo foi resultado de esforços de pesquisadores da Universidade com a Booz, Hamilton, and Hamilton Canadá Lt., uma firma de consultoria com grande experiência em estudos sobre indústrias do complexo metal-mecânico.

/4/ É o que se chama de estratégia de "especialização coerente".

"(...) pode-se explicar diversificação, através das noções de full line e economias de escopo, mas estas teorias (neoclássicas e de organização industrial) raramente explicam porque um conjunto de relações entre firmas especialistas pode não atingir os mesmos objetivos". Segundo Dosi, Winter e Teece, quando uma indústria diversifica ela não o faz aleatoriamente, mas com uma certa coerência que tem a ver com a base produtiva à qual a indústria está ligada o que envolve aspectos tecnológicos e de organização, entre os quais aprendizado tecnológico, uso de ativos específicos (idiosyncratic uses assets) e de ativos complementares, oportunidades, convergências tecnológicas, etc. Esta atuação coerente é uma característica das modernas corporações e uma consequência do seu alto grau de interrelação (1989: pp 6 a 15).

/5/ Isso se deve a uma peculiaridade da demanda das principais máquinas agrícolas, uma demanda associada e "em repique", no sentido de que continua repercutindo sobre as peças de reposição e componentes. Em períodos de recessão, o faturamento das empresas com este tipo de equipamento aumenta consideravelmente, enquanto as vendas dos produtos principais tende a cair. Outro fator relacionado com este tipo de demanda é a idade da frota de máquinas agrícolas. Quanto mais antiga, maior será a necessidade de reposição dos componentes e peças.

/6/ Quando não possui "tradição" tecnológica, a firma pode adquiri-la externamente, estabelecendo acordo com empresas que a possuam ou com fornecedores de tecnologia. Este acordos incluem desde a transferência, de tecnologia até algum tipo de participação por meio de associações, "joint-ventures" e fusões. Mesmo quando a tecnologia pode ser adquirida por cópia, envolve um processo de adaptação e não precinde de algum tipo de experimentação. Os implementos de preparo do solo mostram-se menos complexos do que o trator e a colheitadeira. Em geral são os produtos de maior valor unitário, mais complexos e maiores, os que se prestam a esta tipo de complementariedade: tratores, colheitadeiras combinadas e alguns implementos com razoável grau de sofisticação, como semeadeiras, plantadeiras e implementos para plantio direto.

/7/ A hipótese contida no **Tractor Costs** é bastante convencional e supõe que, adotando-se as melhores práticas tecnológicas compatíveis com um nível ótimo de produção, as taxas esperadas de retorno sobre o investimento não excederiam o nível considerado normal ou competitivo. No entanto, segundo Schwarzman, as pesquisas comprovam que para os Estado Unidos e mais alguns países, a alta taxa de retorno deve-se à capacidade de manter os preços num nível mais alto, segundo o estudo, graças a práticas oligopolistas. Para escalas de 90 mil unidades/ano as taxas de retorno são de 45 por cento, podendo subir ainda mais se o nível de utilização da capacidade for total.

Se congregan metales de onzas diferentes,  
prueban su calidad los finos probadores,  
la fundición, la forja, los metálicos dientes  
Y empieza el nacimiento veloz de los tractores.

Laten motores como del agua poseídos,  
hélices submarinas, martillos campanarios,  
correas, ejes, chapas. Y se oyen estallidos  
choques de terremotos, ruidos planetarios.

## Parte IV

Indústria de Tratores e Colheitadeiras: Classificação dos Equipamentos e Estrutura Produtiva.

## 4.1 Classificação dos Tratores e Equipamentos Agrícolas no Brasil.

As máquinas agrícolas podem ser classificadas de acordo com a função que desempenham nos diversos tipos de operações produtivas e de acordo com a sua complexidade. Para cada operação existe um conjunto de máquinas. De acordo com uma classificação realizada pela Fundação de Ciência e Tecnologia, Cientec, as máquinas podem ser classificadas da seguinte forma: 1) preparo inicial do solo; 2) preparo periódico do solo; 3) atividades de semeadura, plantio, transporte, adubação e correção; 4) tratos culturais; 5) colheita de grãos e forrageiras; 6) de transporte e apoio; 7) máquinas de movimentação, pré-processamento e armazenamento da produção; 8) tratores e máquinas de Acionamento /1/.

Máquinas agrícolas também são classificadas de acordo com a sua complexidade e com o tipo de tecnologia incorporada aos processos de produção e aos produtos. De acordo com este critério, os equipamentos classificam-se em quatro categorias diferentes: 1) Ferramentas manuais e implementos de tração animal; 2) Equipamentos de acionamento mecânico de pequena complexidade; 3) de acionamento mecânico de grande complexidade; 4) Tratores, máquinas combinadas automotrizes e motores estacionários;

Os tratores e as colheitadeiras apresentam um grande número de subconjuntos, o que os torna complexos. Além disso, sua tecnologia de fabricação é muito mais sofisticada do que a dos implementos, exigindo máquinas operatrizes caras e uma boa configuração do layout. Além disso, o encadeamento das diferentes etapas do processo de produção,



pelo menos em alguns pontos, deve ser contínuo e automatizado. Alguns dos componentes dos tratores e das colheitadeiras são também bastante complexos. Isso significa que o seu processo de montagem não é trivial apresentando, mesmo para empresas que são apenas montadoras, uma série de dificuldades.

A complexidade de um processo pode ser associada ao grau de aperfeiçoamento tecnológico e incorporação de melhorias através da solução dos problemas e gargalos que se manifestam ao longo do processo de fabricação dos tratores e implementos. Esta noção contribui para determinar a ocorrência de possíveis descontinuidades tecnológicas entre os estágios de fabricação. Quando ocorre uma interrupção brusca na sequência de atividades que compõem o processo de fabricação de um produto manifesta-se uma descontinuidade tecnológica na produção. Note-se que a descontinuidade pode aparecer sob a forma de complexidade de uma tarefa ou, então, estar relacionada ao nível de intensidade da operação (Cientec, 1983).

Seja qual for a sua causa, a descontinuidade tecnológica pode apresentar barreiras ao desenvolvimento de novas atividades produtivas, especialmente quando se trata aperfeiçoar ou lançar produtos. Segundo o estudo mencionado, a complexidade é uma noção difícil de ser definida, uma vez que é subjetiva e relativa.

"A subjetividade desta noção não pode ser eliminada, pois depende fundamentalmente de experiências acumuladas (fabricantes de um país desenvolvido certamente atribuirão um grau de complexidade a uma máquina, diferente daquele grau atribuído por fabricantes de países

subdesenvolvidos). A complexidade de um processo ou produto é também um conceito relativo, pois pode originar-se de uma multiplicidade de fatores: pode ser devido ao grande número de componentes (colheitadeiras automotrizes), à complexidade de componentes incorporados (sistema eletrônico), à complexidade dos processos necessários à sua fabricação (graus de tolerância muito grandes) ou devido à dificuldade de utilização do produto" (Cientec, 1983: pg 60/62).

O trator simboliza a essência do processo mecanização da agricultura, apesar de ser um equipamento de uso genérico. A sua especificidade é dada pelos implementos que são a ele adaptados, sejam estes de pequena ou grande complexidade. Os implementos, geralmente, contêm um pequeno número de subconjuntos (até 20) e são acionados por uma fonte de potência mecânica externa, embora alguns deles incorporem pequenos motores, como os pulverizadores e aspersores. Alguns, como semeadeiras e equipamentos de plantio direto, são um pouco mais complexos.

Como já foi dito, o trator com os seus implementos pode ser considerado um conjunto único, um sistema único, e o seu desempenho só pode ser inteiramente avaliado quando observado junto com os seus implementos, em operações agrícolas específicas. A colhedeira automotriz também é um equipamento de grande complexidade, combinando um grande número de peças e sistemas mecânicos. Quando em operação, ela realiza várias operações ao mesmo tempo, entre colheita, limpeza, trilha e de separação de grãos. A tendência de incorporar mais de uma operação levou ao desenvolvimento de máquinas de cultivo mínimo, que combinam várias

operações (e vários implementos) de forma a diminuir o número de vezes que o trator passa pelas linhas de cultivo quando se está preparando o solo ou realizando tratos.

Observe-se que transporte e manufatura são atividades separadas para a indústria, sendo a função do transporte deslocar materiais para serem processados. Ao contrário, transporte e processamento na atividade agrícola são operações inseparáveis, sendo o papel do transporte o de deslocar as operações ao longo da plantação. Isso exige que as máquinas tenham, ao mesmo tempo, capacidade de locomoção e de processamento, se bem que as diferentes operações agrícolas continuem separadas no tempo (Brewster, 1954). Este é mais um elemento de complexidade dos tratores.

De acordo com a ANFAVEA, tratores de rodas para a agricultura são classificados de acordo com o uso. Os modelos mais comuns são de tipo **standard** para trabalhos de tração e transporte em situações em que não são muito exigidos. Além destes, há o "utilitário", uma versão mais flexível e versátil para o trabalho agrícola e o "microtrator" (16 a 36 cv), o menor trator utilizado na agricultura brasileira. Há, ainda, tratores de grande porte, em geral usados em trabalhos florestais, dotados de guinchos e outros equipamentos, próprios para o manejo de toras de madeira, e os tratores de esteiras empregados em serviços que também exigem grande força de tração. Além das versões agrícolas, são empregados em obras terraplanagem e construção de rodovias.

O trator de rodas também pode também classificado de acordo com o tipo de chassis, em rígido ou articulado, e de acordo com o número de eixos. Cultivadores motorizados, tratores de rabijas, também chamados de "burros mecânicos", são máquinas de apenas um eixo, enquanto os

demais possuem dois eixos. Motocultivadores, a rigor, não são tratores e são usados, cada vez mais em atividades de jardinagem, horticultura e para tratos culturais, substituindo o trabalho que anteriormente era feito com enxada ou cultivadores simples, puxados a tração animal. Prestam-se, ainda, ao combate de ervas daninhas que competem com culturas e plantas na absorção de água, luz, ar e nutrientes, substituindo a tração animal.

A ANFAVEA divide as empresas brasileiras de equipamentos motorizados entre: fabricantes de tratores de rabiças (até 10 cv), microtratores (entre 16 e 36 cv), tratores leves e de pequeno porte (de 40 e 60 cv), médios (entre 60 a 90 cv), pesados (de 100 até 160 cv) e alta potência (acima de 200 cv). Os limites entre as faixas de potência não são muito rígidos. Dependendo das condições de concorrência, as empresas procuram incorporar melhorias e modificações que acrescentem um pouco mais de força aos tratores, ultrapassando os limites entre as classes de potência. A Yanmar, após lançar um trator compacto, D-1050, para competir com o MF235 (de 45 cv) da Massey, vem projetando uma nova versão com motor turbinado para elevar a sua potência para cerca de 50 cv, o que lhe permite passar a competir na faixa de potência imediatamente superior com o MF265, Valmet 68 e o Ford 4610.

#### 4.2 Características dos Processos de Fabricação de Tratores no País

O processo de fabricação de tratores, na maior parte das firmas brasileiras, é contínuo e a produção massiva. Seu volume de produção mede-se em milhares de unidades e o grau de automação varia em função da quantidade de operações manuais. Na fabricação de colheitadeiras as operações manuais são mais numerosas, tornando difícil a continuidade do processo ao longo da linha de fabricação e a automação não digital das atividades de montagem.

A fabricação de tratores, colheitadeiras e de grande parte dos implementos para a agricultura, implica numa sequência de operações, que vão, desde fundição até as fases de montagem e inspeção de qualidade. De acordo com a metodologia do Diagnóstico do Cientec em 1983, a sucessão de atividades é tratada como uma "rota tecnológica de produção"/2/.

Esta rota pode ser definida como uma sucessão de atividades tecnológicas que constituem, desde o seu início até a conclusão, o processo de fabricação de um determinado produto (Cientec, 1983). A sequência completa de atividades que compõem uma rota inclui, desde operações de processamento primário - fundição, forjamento, corte e dobra -, que conduzem aos componentes acabados ou semiacabados, como engrenagens manuais e perfis metálicos. Em seguida, vêm as operações essenciais de trabalho com metais, usinagem, tratamento térmico e de soldagem, operações de montagem dos diversos componentes. Os componentes podem ser fornecidos através de sub-contratação com os fornecedores externos, mediante especificações do fabricantes de máquinas agrícolas. Finalmente, o produto é testado e submetido ao controle de qualidade. Um

processo será mais verticalizado quanto maior o número de atividades abranger, desde as operações primárias, incluindo fundição, até as etapas finais de montagem.

Segundo o estudo do Cientec, a rota mais frequente no processo de fabricação de equipamentos agrícolas inclui corte e dobra, usinagem, soldagem, montagem, pintura, inspeção e testes. Fabricantes de tratores e de implementos apresentam a mesma sequência de operações, embora com diferentes níveis de complexidade. Operações de fundição, forjamento e tratamento térmico são utilizadas com uma frequência menor, cerca de 60 por cento, ainda bastante alta em comparação com padrões internacionais. Nos Estados Unidos e Canadá a etapa de fundição é realizada por empresas especializadas que fabricam produtos com qualidade superior, submetidos a rigoroso controle de qualidade pelos clientes. As empresas maiores, em geral, adquirem peças fundidas de terceiros. As etapas de usinagem e de tratamento térmico são mais frequentes na fabricação de tratores e implementos de maior complexidade, como semeadeiras.

Um estudo de avaliação tecnológica da indústria de máquinas agrícolas para os estados de São Paulo, Goiás e Minas Gerais, semelhante ao que foi feito pelo Cientec, aponta para as dificuldades encontradas na operação de fundição, em especial quando esta é realizada pelos próprios fabricantes dos equipamentos. A falta de mão-de-obra mais especializada e ausência de fornos elétricos foram os principais problemas identificados nesta etapa.

Outro grande problema da indústria de implementos é o controle de qualidade das peças fundidas que, muitas vezes, só são descartadas e refugadas depois de passarem pelo processo de usinagem, causando sérios

desperdícios. Apesar disso, alguns fabricantes, como a Semeato mostram um bom nível técnico, fornecendo peças fundidas e componentes para outras empresas de bens de capital./3/

A extensão das diversas operações, sua organização e o seu encadeamento contínuo, o grau de automação (digital ou não digital), a quantidade de componentes acabados (auto-peças) ou de matérias-primas utilizados (especialmente aço e termoplásticos) e a complexidade do processo de fabricação como um todo, ajudam a definir a rota tecnológica de fabricação. Os produtos que saem das linhas de montagem beneficiam-se das inovações incorporadas nas máquinas-operatrizes ou de comando numérico, nos métodos e enfoques de produção que podem ser melhorados, tanto por meio da automação "fordista" rígida quanto por meio da automação digital. Neste caso, além do ganho de produtividade, há a possibilidade de redefinição do mix de produtos:

Como já foi mencionado, a complexidade de certas operações pode indicar a presença de descontinuidade entre as etapas de fabricação dos equipamentos agrícolas. Uma descontinuidade deste tipo pode impedir que fabricantes de equipamentos simples, como arados, fabriquem equipamentos mais complexos. Em geral, a complexidade manifesta-se ao nível de uma das sequências da rota tecnológica de fabricação. Estas descontinuidades podem refletir-se em situações muito concretas como falta de mão-de-obra especializada, ausência de operações de controle de qualidade ou utilização de máquinas ultrapassadas do ponto de vista tecnológico. Pode, ainda, referir-se à escala das instalações exigindo, quase sempre, a realização de novos investimentos para superar os obstáculos.

Um bom exemplo de descontinuidade tecnológica ao nível dos processos de fabricação é oferecida por fabricantes de pequenos tratores e motocultivadores que possuem estrutura produtiva, lay-out, dimensão do estabelecimento, além de experiência para a produção de pequenos veículos. Estes fabricantes teriam capacidade para passar da produção de motocultivadores para a de microtratores e, com alguma dificuldade, para a de tratores leves, não se manifestando grandes descontinuidades entre as etapas. Encontrariam fortes barreiras, no entanto, para fabricar tratores de médio e grande porte, barreiras que só seriam superadas através de um grande esforço para adaptar suas linhas de produção e/ou adquirir novas máquinas e ferramental adequado.

A Agrale, tradicional fabricante de pequenos tratores, quando fabricava apenas implementos e microtratores adquiriu o acervo produtivo - basicamente as máquinas e o ferramental - de um pequeno fabricante de colheitadeiras, a Nora-Dalla Santa, com o qual passou a fabricar suas colheitadeiras de pequeno porte na Lavrale. Exemplo de descontinuidade contornada, pelo menos aparentemente, é fornecido pela mesma Agrale, ao passar a fabricar tratores pesados e superpesados, com o apoio da filial de uma empresa alemã, sediada na Argentina. Para fazê-lo, a empresa vem recorrendo à importação de peças e componentes da Argentina, realizando no país apenas as etapas finais de montagem dos componentes importados. Um destes componentes importados é o sistema caixa de câmbio/diferencial KHD, peça de grande importância no processo de montagem do trator pesado. Segundo informações publicadas na imprensa, a empresa estará



investindo 30 milhões de dólares, até 1991, na adaptação de sua fábrica de tratores em Caxias de Sul (Gazeta Mercantil, 16/9/90).

Embora o trabalho do Cientec não faça referência específica a este fato, as descontinuidades estão presentes não só entre equipamentos de natureza diferente, como arados e tratores mas, também, dentro do processo de fabricação de tratores de tamanhos e potência diferentes como tratores de pequeno e grande porte ou entre colhedoras rebocadas e automotrizes.

Equipamentos de maior tamanho são normalmente mais complexos e necessitam de procedimentos de fabricação mais complexos. Para ofertar tratores de maior porte, fabricantes de microtratores teriam de investir em operações de usinagem, corte e dobra, soldagem e testes de qualidade. Além disso teriam que aumentar as compras de peças fundidas e forjadas e, em função do maior volume de compras de terceiros, preparar-se para enfrentar problemas de estocagem, bem como para realizar os testes de qualidade e de inspeção, o que implica contratar pessoal tecnicamente qualificado e instrumentos de controle de custo elevado. Para boa parte das empresas isso representa um esforço financeiro considerável ou o risco de endividar-se excessivamente numa situação em que isso significa incorrer em altos riscos frente à inflação e instabilidade econômica.

A partir desse conjunto de elementos conhece-se a estrutura técnico-produtiva em que a empresa está inserida e os elementos que terá que levar em consideração ao definir suas estratégias. Trata-se de algo semelhante às estratégias de "especialização coerente", já mencionadas nos capítulos anteriores, segundo a qual as empresas, ao tomarem decisões estratégicas, uma das quais é a de inovar, têm que agir

coerentemente com a configuração técnico-produtiva de sua indústria, levando em consideração o peso de seus ativos fixos.

Ao preparar-se para fabricar tratores pesados e superpesados, as empresas adquirem capacidade para fabricar outros equipamentos aparentados pela base técnica, como motoniveladoras, pás-carregadeiras, retroescavadeiras, máquinas para construção, além dos tratores industriais e de esteira, dando lugar a um processo de diversificação coerente com suas capacidades produtivas e tecnológicas reais. Certamente, isso vai depender das decisões estratégicas das empresas, de suas expectativas sobre o desempenho da agricultura e de outras variáveis de curto, médio e longo prazo. O quadro apresentado abaixo relaciona as empresas que atuam na indústria e seus produtos, incluindo os que não fazem parte da linha para a agricultura. No caso de empresas multinacionais procurou-se incluir também alguns produtos fabricados fora do país.

Quadro 4.2.1

Produtos Tradicionais e Novos Produzidos no País (1984-1990)

	Produtos Novos	Produtos Tradicionais
Yanmar	Tratores Compactos	Cultivador Motorizado, Minicultivador Pulverizadores, Motor-Diesel, Moto Bombas, Grupos Geradores
Valmet	Tratores Médios e Pesados	Tratores (Finlândia) Máquinas p/ Papel (Finlândia) Sistemas de Automação (Europa) Equipamentos Florestais (Europa) Armas, Naval, Automobilística (Europa)
CBT	Tratores Médios e Pesados, Jeep Motor Diesel	Tratores Médios e Pesados Trator (EUA) /1/
Maxion	Full-line MF Retroescavadeiras, Pás Carregadeiras Grupos Geradores Embreagens Industriais	Full-Line MF (EUA ) Trator Superpesado (215 hp)/2/ Trator com Retroscavadeira
Ford	Tratores , Colheitadeira	"Long-Line" (BR e EUA) /3/
Agrale	Tratores Médios e Pesados (c/ Deutz) Colheitadeira Lavrale	Tratores, Implementos Colheitadeira Motor Diesel Grupo Gerador Ciclomotores e Caminhões
Komatsu	Tratores de Esteira	Tratores e Caminhões FDE
GM	Tratores de Roda	Tratores, Colheitadeiras, Vagões
Muller	Tratores Superpesados	Tratores Superpesados
Fiat	Trator de Esteira	Tratores, Linha Automobilística

/1/ A CBT monta tratores nos Estados Unidos, acrescentando alguns componentes lá fabricados;

/2/ A Maxion acaba adquiriu a antiga FNV, fabricantes de veículos, chassis, aros e rodas, de um grupo Arab South America Investment Co;

/3/ A Ford comercializa uma ampla linha de implementos embora não os fabrique;

As descontinuidades também se manifestam em sentido contrário, embora com caráter menos restritivo. Após ter adquirido capacitação

produtiva para fabricar equipamentos complexos de grande porte, pode tornar-se pouco econômico para uma empresa fabricar implementos mais simples, de pequeno valor unitário como arados e grades sendo mais conveniente adquiri-los de fornecedores especializados. Na realidade, a estratégia **full-line** não implica que a empresa fabrique todos os implementos que oferece. Mas, certamente, representa um compromisso de oferecer implementos compatíveis com a sua linha de tratores.

Essa situação tem levado alguns produtores de implementos a tornar-se fornecedores especializados das grandes empresas, como forma de garantir um acesso mais fácil e seguro aos mercados. Este é o caso da Baldan e Marchezan, ambas de Matão (SP), empresas disputam os contratos de fornecimento da Massey e da Ford. A vantagem, no caso, é tanto dos fornecedores, quanto dos compradores, as indústrias de tratores. No caso dos primeiros este acordo ajuda a garantir um patamar mínimo de vendas. No caso dos fabricantes de tratores, os acordos permitem que adotem estratégias **full-lines**, sem que isso ameace as economias de escala e de complementaridade obtidas em torno da fabricação de tratores, que ajudam a sustentar a sua competitividade. Algumas empresas, no entanto, preferem apenas recomendar alguns poucos implementos, considerados mais adequados aos seus tratores. Este é o caso da Valmet, uma das pioneiras na adoção do sistema universal de engate no país, o que torna seus tratores compatíveis com quase todos os implementos fabricados no país.

Observe-se, ainda, que o aumento de flexibilidade nos processos produtivos permite a fabricação de uma variedade muito maior de modelos e versões de tratores, sem as constantes interrupções nas linhas de fabricação que aumentam os custos, permitindo a troca de **designs**. Com

isso, torna-se possível uma nova combinação ou um novo mix de modelos de trator, com diferentes versões, devido a alterações nos componentes ou nos sub-sistemas. Desta forma, não só o processo de produção fica menos sujeito a paradas e "tempos mortos", como as modificações que resultam em novos produtos ou produtos diferenciados ocorrem com mais rapidez, o que representa uma vantagem competitividade. Observe-se que os dois maiores fabricantes de tratores do país, a Valmet e a Maxion, adotaram recentemente sistemas flexíveis de manufatura, o que lhes permite ganhar agilidade no processo de diferenciação pela qualidade.

A flexibilidade nos processos de fabricação também existem na fabricação de equipamentos menos complexos, em que a organização das atividades lembra uma sucessão não contínua de oficinas que efetuam as operações, reunindo desorganizadamente todos os instrumentos e os equipamentos específicos (Katz, 1986). No entanto, a quantidade de operações manuais não favorece a montagem contínua. Tais características, somadas à sazonalidade da demanda dos diversos implementos agrícolas, dá aos fabricantes de implementos a possibilidade de ampliar a linha de produtos sem grande aumento de custos, na tentativa de procurar obter em mercados diferentes a rentabilidade e a competitividade necessária para sobreviverem.

A história das origens dos fabricantes de equipamento no Rio Grande do Sul ilustra essa situação. A SLC, classificada entre os três maiores fabricantes de colheitadeiras, originou-se de uma pequena fábrica de implementos e fabrica plantadeiras e semeadeiras. A Agrale, cuja origem também está ligada ao fornecimento de implementos a pequenos agricultores, produz uma grande linha de implementos, adaptáveis aos

seus pequenos tratores em outra planta industrial, onde também monta sua pequena colheitadeira automotriz. A Maxion, atuando tipicamente como **full-line** unificou os processos de fabricação de colheitadeiras e tratores MF numa só unidade na fábrica de Canoas em 1981 e, após sua nacionalização, separou a fabricação de sua linha de implementos na unidade de Santa Rosa, onde são montadas as colheitadeiras marca Ideal, MF e Maxion. O objetivo da unificação, na época, foi obter o máximo de economia nas atividades que são comuns a ambos os produtos, permitindo aproveitar o pico máximo de vendas dos dois produtos, contornando problemas de sazonalidade na vendas destes produtos. Como o auge de vendas das colheitadeiras ocorre entre dezembro em fevereiro e a de tratores entre os meses de maio e outubro, a empresa pode "racionalizar" a ocupação da mão-de-obra, dividindo-a entre a montagem dos dois produtos.

Um fabricante de implementos de menor complexidade pode trabalhar com um número maior de produtos, dez em média, mas esta variedade de produtos pode limitar o desenvolvimento das operações, congestionando as linhas de montagem. O planejamento insuficiente da sequência de atividades e a inexistência ou inadequação de desenhos e gabaritos de montagem são outras dificuldades que impedem melhor execução das operações. É bastante comum que estas empresas compensem a incapacidade de obter economias de escala com um maior número de produtos fabricados em pequenos lotes, sem introduzir mudanças ao nível da organização da produção de forma a ganhar mais flexibilidade.

## Quadro 4.2.2

Quadro Sintético do Número Médio de Produtos e Participação nas Vendas  
Indústrias de Equipamentos Agrícolas

=====			
Tratores e Colheitadeiras	1976	1982	1988
Participação do Produto			
Principal nas Vendas	72%	79%	70%
Número de Produtos	3	4	5
Implementos Complexos /1/			
Participação do Produto			
Principal nas Vendas	50%	40%	35%
Número de Produtos	6	9	10
Implementos Simples /2/			
Participação do Produto			
Principal nas Vendas	51%	51%	48%
Número de Produtos	7	10	12

=====

/1/Implementos Complexos: Enxada-Rotativa, semeadeira-adubadora, semeadora de plantio direto, segadeira, ancinho, enfardadeira, trilhadeira, secadores de grãos, valetadeiras rotativas, ordenhadeiras, perfuradeiras, etc.

/2/Implementos Simples: carretas agrícola, cultivadores, capinadeiras, grades, discos, arados, elevadores e sequeadores de grãos, máquinas de pre-limpeza, respadeira, plaina niveladora, picador de palha, etc.

Obs: Os dados para 1976 e 1982 são do CIENTEC; os de 1988 foram levantados pela pesquisadora, que procurou manter a metodologia do trabalho.

Fonte: Diagnóstico do Setor de Máquinas Agrícolas no Rio Grande do Sul. Cientec, 1983.

Linhas de produtos projetadas para aceitar um determinado mix de produtos são frequentemente mal utilizadas, servindo muitas vezes a um número maior de produtos do que têm capacidade, acarretando elevação de custo devido ao aumento dos tempos mortos entre as paradas necessárias para a preparação das máquinas operatrizes.

O encadeamento contínuo das operações básicas que compõem a rota tecnológica de fabricação de tratores e a facilidade e a velocidade com que matérias-primas e componentes transformam-se em produtos finais,

podem levar a um maior ganho em termos de escala. No caso da montagem de motores, por exemplo, tanto o processo de fundição quanto o de forjaria das peças móveis permitem ganhos de escala em função do gasto de energia nos fornos. A extensão ou grau de verticalização dos fabricantes também é função de estratégias adotadas pelas empresas em diferentes situações. Algumas empresas têm interesse em não depender de fornecedores, outras preferem manter um elevado nível de compras de componentes padronizados, de preferência.

A grande vantagem da verticalização é a agilidade com que as empresas respondem à recuperações relativamente inesperadas do mercado ou alterações rápidas da demanda, adiantando-se aos concorrentes. No entanto, quando o mercado se encontra deprimido, a capacidade ociosa nas empresas verticalizadas tende a ser maior. Empresas verticalizadas ganham em termos de custos variáveis e diretos, mas perdem com os custos fixos superiores. Além disso, enfrentam problemas de rigidez das suas rotas produtivas, associadas a interrupções temporárias no processo de fabricação para troca de ferramental, adequação a novos gabaritos e especificações técnicas que causam aumento de custo./4/

Empresas multinacionais costumam ser menos verticalizadas em razão de vantagens proporcionadas por um vantajoso comércio intra-muros, beneficiando-se da padronizações de grande número de partes de peças. A empresa Valmet, por exemplo, depois de aumentar a capacidade fabricação no país, está implantando uma nova fábrica de tratores em Portugal, procurando atingir o mercado potencial do sul da Europa, cuja dimensão é equivalente à do mercado brasileiro atual e, para isso, pretende usar componentes fornecidos por sua subsidiária brasileira.



#### 4.3 Estrutura de Custos e Economias de Escala.

No segundo capítulo observou-se que as economias de escala estimadas pela Royal Commission para os Estados Unidos e Canadá requerem atingir 90 mil unidades anuais para que os custos diretos apresentassem reduções consideráveis. Tais dimensões não foram encontradas num dos levantamentos posteriores e nem foram jamais confirmadas por algum dos representantes da indústria.

Uma de suas conclusões generalizáveis é a de que consideráveis reduções de custos podem ser obtidas se a empresa não se dispersar em termos da quantidade de modelos básicos oferecidos, fabricando tratores de tamanhos próximos e que possam compartilhar ao máximo o número de componentes e peças padronizados. Essa conclusão parece ser desmentida pelo exemplo de empresas que assumiram posição de liderança justamente por oferecer uma ampla linha de tratores, procurando garantir uma boa situação em termos de vendas em todas as faixas de potência. Além disso, a padronização dos componentes encontra limites objetivos sendo pequeno o número de componentes totalmente padronizáveis e intercambiáveis. Entre estes estão o engate de três pontos, a tomada de acionamento de potência (TDP) do trator, o controle hidráulico remoto de acionamento dos implementos, além de alguns comandos e controles de operação.

Pesquisas realizadas em outros países indicam a possibilidade de obtenção de consideráveis economias de escala com níveis de produção bem menores do que as apresentadas no trabalho mencionado. A filial da Massey Ferguson, no início do anos 80, obtinha considerável redução nos seus custos totais a partir de 22 mil unidades anuais.

Segundo estudos realizados pelas Nações Unidas na Índia, níveis de produção de 10 a 20 mil unidades ao ano e investimentos da ordem de 20 milhões de dólares em empresas dedicadas a fabricar tratores pequenos e médios são considerados satisfatoriamente econômicos, ainda que a Royal Commission considerasse que estes últimos não deveriam ser inferiores a 259 milhões de dólares.

Há um reconhecimento tácito, por parte das empresas, de que as economias de escala dependem das tecnologias utilizadas no processo de produção, da extensão da automação, do nível tecnológico das plantas de fundição e dos fornecedores de peças fundidas e forjadas, bem como da qualidade dos demais componentes e matérias-primas utilizados, entre os quais borracha e aço.

A distribuição dos custos totais de fabricação dos tratores brasileiro aproxima-se da de Copithorne (1974), apresentada no capítulo II. A diferença maior fica por conta do número de horas trabalhadas no processo de usinagem, maior no caso brasileiro, talvez pelo fato deste processo ser menos automatizado. A estrutura de custos de fabricação de um produtor que oferece tratores de vários tamanhos, cuja rota de fabricação não inclui a fundição, é a seguinte:

Quadro 4.3.1  
Estágios das Operações de Fabricação por Tamanho do Trator  
(Participação Percentual nos Custos de Fabricação) \*

Operações/Classes	Versão 4.2		Versão 4.4
	110cv	120cv	145cv
Estamparia	15.0	19.4	16.2
Usinagem	39.3	40.0	40.8
Montagem	15.6	12.6	14.1
Solda Primária	10.1	10.4	9.3
Traseira	5.1	4.5	1.9
Secundária	4.1	3.6	0.7
Borracharia	6.2	5.4	9.2
Pintura	4.6	4.1	7.8

Fonte: Dados das Empresas

(\*) 
$$\frac{\text{Total de horas (standard) trabalhadas} \times \text{custo hora unitário}}{\text{Custo Total Fabricação}}$$

O peso das atividades de usinagem nos custos de fabricação tende a aumentar quando as empresas passam a fabricar tratores de maior potência, enquanto os custos de montagem e atividades de suporte tendem a cair. Na fabricação de grandes tratores, com mais de 140 cv, o peso das etapas básicas (estamparia, usinagem e montagem) é muito semelhante aos de fabricação de um trator médio, enquanto o de atividades de solda caem consideravelmente, sendo compensadas pelo trabalho com pintura e borracharia. As versões para o trator de 119 cv e 120 cv com tração nas quatro rodas acompanham a tendência dos modelos standard.

Note-se que à medida que as empresas adotam tecnologias de controle de estoque, processos e qualidade ou investem em células de usinagem, que reduzem a movimentação de material, existe possibilidade de diminuição no número de horas de trabalho gastas nestas operações, levando custos diretos a cair.

Nas compras externas, os insumos mais representativos no conjunto dos custos são: motores, conjuntos completos (auto-peças), peças fundidas e as forjadas que vão compor o sistema de transmissão e pneus e câmaras, que aumentaram consideravelmente entre 1989 e 1990, dado que a tabela ainda não consegue refletir. Junto com a compra de aços planos e não-planos, representam mais de 85 por cento do custo das empresas com materiais e componentes. Entre os conjuntos completos, os itens mais onerosos são os eixo traseiro (cerca de 18 por cento das despesas externas) e dianteiro, e a caixa de câmbio (cerca de 11 por cento). O conjunto destes sub-sistemas constitui o que as montadoras chamam de "rodadô" e constitui mais de trinta por cento do total das compras. O motor é o item mais caro, representando cerca de um quarto das compras, o que torna interessante a sua fabricação.

As empresa que utilizam o motor próprio são Maxion, Ford e Yanmar. A empresa mais verticalizada da indústria, a CBT, fabrica um motor diesel mas não o utiliza nos seus tratores de grande potência encomendando-os à MWM, Mercedes-Benz e Perkins. Quanto aos conjuntos completos (auto-peças), a maior parte das empresas adquire-os por meio de encomendas, fazendo especificações. As empresas mais verticalizadas fabricam algumas autopeças /5/.

Quando uma empresa lança um novo modelo, com o objetivo de diferenciar-se dos concorrentes, a participação dos componentes na estrutura de custos altera-se, como se pode observar no quadro abaixo, onde são comparadas as estruturas de custo de três tipos tratores de diferentes potências. Em se tratando de modificações nos modelos, os gastos com a mão-de-obra geralmente mantêm-se inalterados, a não ser que

ocorram alterações no processo de produção que impliquem em mudanças significativas no ferramental utilizado no processo de fabricação, mudanças que afetem a relação homem/máquina.

Quadro 4.3.2.

## Variação Percentual no Custo dos Componentes em Modelos Novos

Classes	60cv	100 cv	120 cv	
	Atual	Novo	Novo	Novo
MP e Aços	100	nd	nd	nd
Motor	100	123.8	124.5	123.9
Forjados	100	nd	nd	nd
Fundidos	100	115.4	110.5	107.9
Pneus	100	nd	nd	nd
AutoPeças	100	119.6	112.3	113.3
Importações	-100	nd	nd	nd
Total	100	119.4	114.2	114.0

Fonte: Dados das Empresas

O lançamento de um modelo de trator de médio porte (60cv), apresentado no quadro acima, representa uma adição de 23.8 por cento no custo do motor, 15.4 nas peças fundidas e 19.6 por cento nas autopeças, um total de 19.4 por cento nas compras finais componentes, encarecendo os custos diretos, já que gastos com salários permanecem inalterados no curto prazo. Os itens que variam referem-se aos componentes que sempre se modificam ou são trocados, quando se faz o lançamento de novo modelo que incorpora algumas melhorias. Observe-se que a adição representada pela aquisição de motores em novos modelos é basicamente a mesma em tratores de porte médio e grande, mas a adição representada pela compras peças fundidas e das autopeças reduz-se consideravelmente.

A tabela acima foi construída com base nos custos de uma empresa que não possui fundição, mas executa as atividades minimamente necessárias ao processo de montagem de tratores, o que pode explicar a ausência de atividades de forjaria. Se as empresas efetuam um volume considerável de compras junto aos mesmos fornecedores, elas podem obter descontos consideráveis. Além disso, beneficiam-se da padronização dos componentes, entre quais pneus, que podem ser compartilhados por várias faixas de potência, sem adicionar novos acréscimos aos custos cada vez que se lançar um novo modelo.

Quase todas as empresas que fabricam tratores de médio e grande porte também oferecem versões com tração nas quatro rodas. A participação das compras de componentes em um trator com 110 cv, em suas diferentes versões, com tração nas duas e nas quatro rodas, pode ser observadas na tabela abaixo. Estes dados foram levantados junto a uma empresa um pouco mais verticalizada já que fabrica seu próprio motor.

Quadro 4.3.3

## Participação das Compras de Componentes nos Custos

Matérias-Primas e Componentes	Participação nos Custos Trator com 110 cv	
	Versão (4x2)	Versão (4x4)
Conjuntos Completos (Auto-Pecas)	30.3	39.5
Motores	24.1	19.4
Fundidos	15.1	12.8
Forjados	5.8	6.7
Pneus	5.7	4.6
Aços	5.3	4.3
Peças	6.9	6.4
-----	-----	-----
Sub-Total	93.2	93.7

Fonte: Dados das Empresas

De acordo com o exemplo, o lançamento de uma nova versão de trator com tração 4x4 beneficia-se de economias com os motores, pneus, peças fundidas, e matérias-primas, especialmente o aço, ao mesmo tempo que aumentam as despesas com peças forjadas e com auto-peças. A adição da tração nas quatro rodas, no entanto, costuma impor alterações na caixa de câmbio e, também, no conjunto de transmissão de força aos eixos dianteiros que, no caso acima, podem explicar o acréscimo de custos no item conjuntos completos. Ao mesmo tempo que acentuam a diferenciação dos tratores dentro de uma mesma faixa ou entre faixas de potência, estas variações resultam em um melhor desempenho operacional nas atividades agrícolas.

A tração nas quatro rodas permite que uma mesma potência do motor seja transformada em aumento de força ao nível da barra de tração do trator. O melhor desempenho dos tratores nas atividades agrícolas está associado à maior capacidade de tracionar os implementos e ao ganho de força com motores de mesma capacidade. Estas vantagens acentuam-se à medida que as condições de trabalho na agricultura pioram, quando o trator passa a operar em terrenos piores e com excesso de vegetação ou em terrenos arenosos e lamacentos. Talvez o maior benefício da tração nas quatro rodas esteja associado ao uso de equipamentos cada vez mais pesados, sem aumentar a compactação do solo, benefício que só a médio e longo prazo pode ser avaliado.

A alternativa de diferenciar um produto, pode ocorrer não apenas dentro de uma faixa de potência ou no seu entorno próximo, mas entre classes diferentes, em geral maiores. Como a participação das

compras no custo total é muito grande, qualquer melhoria que mantenha intocada a estrutura de custos é bem vinda. Inclusive, às vezes torna-se menos custoso mudar de classe lançando um trator de maior potência, do que oferecer nova versão com tração 4X4 a partir um mesmo modelo. Ou seja, a empresa pode optar por acelerar ainda mais a diversificação, oferecendo novas versões de seus modelos tradicionais com tração 4x4; ou arriscar-se a "saltar" para uma classe imediatamente acima, onde poderá ocupar um nicho de mercado. A escolha dependerá de vários elementos, alguns estruturais, outros estratégicos.

A tentativa de ocupar novos espaços, por meio do lançamento de modelos de tratores cada vez maiores é uma das estratégias favoritas das grandes empresas, como foi comentado no capítulo 3, embora esteja ao alcance de empresas menores, desde que alicerçadas em inovações ou em melhorias substantivas. Observe-se que os dois casos envolvem decisões nitidamente inovativas. No entanto, para passar para uma nova classe, superior à atual, as empresas têm a opção de recorrer ao uso de motores turbinados que acrescentam potência ao trator sem envolver grandes modificações ao nível dos projetos básicos. Neste caso, haverá uma alteração de qualidade que não exige despesas tão grandes quanto as implícitas em eventuais modificações de projeto. Note-se que as empresas tendem a não alterar a atual estrutura de custos, especialmente se já obtém economias de escala.

Numa das empresas pesquisadas, o acréscimo ao custo total, representado pelo lançamento de um modelo diferenciado - uma nova versão de um modelo tradicional ao qual se acrescentou a tração nas quatro



rodas - foi de 28 por cento, enquanto o lançamento de um novo modelo, um pouco maior, representou apenas mais 7 por cento. Em ambos os casos, tomou-se como referência, um mesmo projeto básico. Note-se que este aumento nos custos pode ser mais do que compensado pela introdução de inovações que incidem sobre o processo de organização. Uma obtenção de maior flexibilidade, por exemplo, pode ajudar a diluir o acréscimo no número de horas nas atividades de usinagem que quase sempre acompanham as modificações nos componentes e auto-peças utilizados.

Observe-se que as circunstâncias variam de empresa a empresa. Uma empresa mais verticalizada, que trabalhe com matérias-primas e menos componentes acabados, pode achar mais vantajoso aumentar gradativamente o tamanho de seus tratores. Apesar disso, deverá estar bastante atenta às tendências do mercado e às necessidades dos usuários, pois se estes se inclinarem para os modelos com tração nas quatro rodas, por exemplo, a empresa poderá perder mercado para as concorrentes. A CBT, que tardou a incorporar o sistema 4x4 em seus tratores, acabou perdendo a liderança da faixa de tratores médios-pesados para as concorrentes, recuperando-a depois de algum tempo.

#### 4.4 Capacidade de Fabricação e Ociosidade.

Ao final da década de sessenta o potencial de produção da indústria de tratores ainda era muito pequeno, beirando os vinte mil tratores/ano. Nesta altura, a capacidade ociosa já chegava a mais de 50 por cento, atingindo índices de 70 por cento e as empresas apresentavam dificuldade para absorver os altos níveis de custos fixos, que tinham que ser divididos por uma produção menor do que a esperada pelas empresas /6/.

Quadro 4.4.1

#### Tratores de Rodas Estimativa da Capacidade Instalada

Tipo de Produto	Fabricantes	Capacidade/Ano
Motocultivadores	Kubotta	4 500
	Yanmar	3 500
		8 000
Tratores Standart	Agrale	5 000
	CBT	15 000
	Ford	15 000
	Massey	35 000
	S.Matilde	500
	Valmet	20 000
		90 500
Tratores Especiais	Case	500
	Engesa	100
	Muller	200
Sub Total		800
Total Geral		99 300

Fonte: Estudo sobre a Indústria de Tratores -EMBRAMEC(1979)

A capacidade instalada dos vários fabricantes foi estimada com base nos maiores volumes físicos apresentados em um turno na apreciação das instalações físicas e na consideração dos próprios fabricantes quanto à sua capacidade instalada.

Até meados da década de oitenta, não ocorreram alterações importantes na capacidade da indústria. Em 1983 e 1984 as empresas Engesa e Muller iniciaram a fabricação de tratores super-pesados sendo responsáveis, no entanto, por apenas uma pequena parcela da oferta total. A Case abandonou a fabricação direta de tratores pesados, em 1985, embora seus produtos constem da relação da ANFAVEA como "produtos descontinuados" (1989).

Estimando-se a capacidade de fabricação de tratores de rodas em 80 mil unidades/ano, observa-se que o melhor desempenho da indústria em termos de ocupação ocorreu em 1976 e 1990. Em 1984, apesar da recuperação das vendas, a ocupação média da indústria atingia apenas metade de sua potencialidade produtiva (Ver Quadro).

Quadro 4.4.2

## Produção de Tratores de Rodas e Capacidade Ociosa

Ano	Produção	Ociosidade
1976	65 327	0.18
1978	48 675	0.39
1980	58 812	0.29
1982	30 346	0.62
1984	45 842	0.43
1987	47 758	0.40
1988	39 958	0.50
1989	32 530	0.59

Fonte: Dados sobre Produção - Anfavea  
Capacidade Estimada em 80 mil tratores/ano

No início dos anos 80, esta utilização de capacidade caiu drasticamente. Note-se que o grau de ociosidade não se distribui da mesma forma pela indústria. Algumas empresas dispõem de mecanismos de defesa por disporem de uma estrutura de produção mais flexível, passando com facilidade para outras linhas. A oscilação dos níveis de produção/ociosidade de um ano para outro não deve ser confundida com a ocorrência de estrangulamentos temporários.

O aumento do grau de ocupação pode crescer no curto prazo apenas com a realização de pequenos investimentos destinados a eliminar gargalos que ocorrem no processo de produção. São situações típicas de indústrias montadoras, em que a empresa pode dar uma resposta rápida em termos de aumento de produção, desde que haja expectativa de crescimento da demanda. Isso ocorreu diversas vezes ao longo dos últimos quinze anos na indústria de tratores e de colheitadeiras brasileira. Existe, também, situações mais complicadas. A recuperação muito rápida da demanda, como a que ocorreu em 1984, após a violenta queda que acompanhou a recessão do início da década, pode esbarrar na limitação de oferta da indústria de componentes, autopeças e motores para a de tratores.

## Notas

/1/ Diagnóstico do Setor de Máquinas e Implementos Agrícolas do Estado do Rio Grande do Sul, Relatório de Pesquisa, 1983. Fundação de Ciência e Tecnologia (Cientec), Porto Alegre.

/2/ A metodologia usada para definir as rotas de fabricação segue os critérios desenvolvidos num trabalho da UNIDO/UNCTAD intitulado World Wide Study on Agricultural Machinery Industry.

/3/ A Semeato é uma média empresa com características de multiplanta. Possui 5 fábricas, das quais a principal fabricava 10 mil semeadeiras, plantadeiras, e ceifadeiras por ano. Possuía também uma fundição de ferro nodular, uma fábrica para produção de arados, subsoladores e grades com capacidade de 5 mil unidades/ano. Possuem, também, uma outra planta para fabricação de discos, com capacidade para a fabricação de um milhão e meio de discos/ano, uma unidade para fusão de aço para produção de lingotes, forjados e peças e um laboratório para P&D para novos produtos, produção de matrizes e protótipos e equipamentos especiais.

/4/ Indagado sobre a causa de não procurar introduzir melhorias em seus produtos com mais frequência, representante de uma empresa visitada durante a fase de pesquisa, empresa por sinal bastante verticalizada, alegou que a introdução de melhorias e modificações causaria a interrupção da fase final de montagem do produto, a única automatizada, para que se pudesse alterar as ferramentas fundamentais.

/5/ A dependência das maiores montadoras das compras de autopeças as tem levado a procurar estabelecer acordos especiais de fornecimento com as empresas desta indústria. A CBT, por exemplo, mantém um interessante acordo com a ZF, uma dos mais eficientes fabricantes de auto-peças, para quem fornece um conjunto de peças semimontadas que compõem o sistema de tração que a própria CBT, entre outras, utilizará.

/6/ Segundo Dahab (1985), se instalarem no país, as empresas teriam superestimado a capacidade do mercado ou seu próprio poder de eliminar os concorrentes. Neste sentido, a ociosidade e altos custos seriam consequência de uma superestimada capacidade de absorção pelo mercado. No entanto, é mais provável que a capacidade ociosa não planejada tenha-se somado a capacidade ociosa planejada, uma estratégia associada à concorrência oligopolista. Segundo a ANFAVEA a indústria brasileira de tratores apresenta capacidade de fabricação estimada entre 90 e 100 mil unidades/ano. Esta estimativa foi realizada depois dos grandes investimentos em ampliação de capacidade ocorridos entre 1974 e 1977. Fontes das empresas, no entanto, avaliam esta capacidade em torno de 60 até 80 mil unidades/ano. Ainda assim, esta previsão revela capacidade de produção bem maior do que a efetivamente utilizada; com exceção dos anos de 75/76, 80 e 86.

Id conmigo a la fabrica-ciudad: venid que quiero  
contemplar con los pueblos las creaciones violentas,  
la gestacion del aire y el parto del acero,  
el hijo de las manos y de las herramientas,

## Parte V

Formas de Concorrência na Indústria de Tratores Agrícolas e de Colheitadeiras no Brasil.

## 5.1 Padrões de Concorrência na Indústria de Tratores Brasileira./1/

Sete empresas atuam na fabricação de tratores agrícolas no país. São elas: Maxion, antiga Massey Perkins, por sua vez, Companhia Brasileira de Tratores (CBT), Agrale, Valmet, Ford, Santa Matilde e Yanmar. Destas, as empresas Maxion, CBT e Agrale são empresas de capital nacional. Tratores de rodas com mais de 200 cv representam uma pequena percentagem das vendas internas e são fabricados apenas pela Muller e pela Engesa. A Catterpillar e a Komatsú fabricam tratores de esteira, esta última com uma boa participação no mercado externo.

Em termos de concentração, o mercado de tratores no país é dominado por três empresas que, juntas, somam mais de 80 por cento das vendas, o que revela um padrão altamente concentrado. Apenas duas são estrangeiras (Ford e Valmet) e uma (a Maxion) passou na década de 1980 por um processo de nacionalização com apoio financeiro do Banco Nacional de Desenvolvimento Econômico e Social (BNDES). A Yanmar, tradicional fabricante de motocultivadores para o mercado brasileiro, obteve licença da Deere para fabricar um modelo de trator "compacto", inicialmente para mercado externo e, depois, para o mercado interno. O trator exportado utiliza a marca da Deere, enquanto o nacional usa a marca Yanmar, embora sejam praticamente iguais. A Case figura como fabricante na relação na ANFAVEA, no entanto, não há evidências de que tenha montado tratores no Brasil nos últimos dois anos, embora possa vir a fazê-lo a qualquer momento.

Tabela 5.1.1  
Tratores de Rodas: Empresas e Participação nas Vendas  
(Brasil - Mercado Local e Exportação)

Empresa	Origem	Participação Estrangeira	Vendas em 1988	%	Vendas em 1989	%	
Maxion	Iochpe(BR)	Varity(*)	14 997	38.3	10 864	35.1	
Valmet	Finlândia	Valmet Oy	10 097	25.8	8 359	27.0	
Ford	EUA	Ford	8 740	22.3	6 048	19.5	
C.B.T.	BR	--	2 644	6.8	3 210	10.4	
Agrale	BR	K.H.Deutz	1 340	3.4	1 087	3.5	
Yanmar	JP	OnanDeere	740	1.9	1 079	3.5	
Outros	-	----		548	1.4	339	1.1
Total			39 106	100	30 986	100	

Fonte: Maxion - Boletim Mercadológico, dezembro de 1989

(\*) Em 1989, dados acumulados janeiro/novembro; em dezembro foram vendidos mais 1512 tratores, atingindo-se 32 498 tratores comercializados nos mercados interno e externo.

O perfil da concorrência na indústria de tratores brasileira vem se alterando rapidamente nos últimos anos. Esta alteração vinha acompanhando a tendência internacional de reestruturação deste mercado a partir da recuperação do setor agrícola norteamericano, depois de uma forte desaceleração no começo da década e das expectativas de grandes alterações desencadeadas pela integração europeia. Os conglomerados mundiais, líderes na fabricação de tratores e máquinas agrícolas, depois de deixar em segundo plano mercados situados nos países do terceiro mundo, reconcentraram seus interesses na Europa e América do Norte.

A partir de meados da década de 80 ocorreram inúmeras **joint-ventures** e fusões entre fabricantes de tratores, muitas das quais resultaram na formação de terceiras empresas. Uniram-se a Volvo com a Valmet, a Case com a International Harvester, a Komatsú com a Dresser e a Ford com a New Holland - até então do grupo Sperry New Rand-



esta última em 1987. Essas modificações refletem uma tendência de fusão e de concentração da produção.

Recentemente, a Ford e a Fiat estabeleceram entendimentos para a criação de uma joint-venture que poderá alterar a atual divisão do mercado, estabelecendo novas margens de participações para os líderes internacionais de vendas de tratores e equipamentos de grande porte para a agricultura. Estima-se que a nova sociedade classifique a Fiat/Ford em segundo lugar nas vendas mundiais, com mais de cinco bilhões de dólares anuais, bem próximo à segunda colocada, a Case, e abaixo da Deere. Os padrões de concorrência na indústria de tratores brasileira mantinham-se relativamente estáveis, desde que se realizaram os grandes investimentos em ampliação de escala associados ao II PND, na metade de década de setenta. A nacionalização da Massey Perkins, em 1984, sinaliza os primeiros sinais de mudanças. No caso, esta mudança já refletia as mudanças que vinham ocorrendo no mercado internacional. A subsidiária do grupo Massey seguia orientação da matriz, buscando parceiros no país e apoio governamental para empreender seu controvertido processo de nacionalização, tentando contornar grave crise financeira que assolou o grupo a nível internacional no final dos anos 70. A aquisição de parte de suas ações por um poderoso conglomerado financeiro nacional, o Iochpe, em 1984, foi estimulada pelo governo brasileiro com apoio, do BNDES e BNDESPAR.

As modificações recentes na estrutura de propriedade e de produção a nível internacional podem causar forte impacto no perfil de concorrência da indústria de tratores no país. A fusão da Ford com a Fiat, aparentemente, tenderia a beneficiar à Ford, já que esta empresa

opera com toda a **full-line**, embora em termos internacionais fique com apenas 20 por cento do capital do novo empreendimento. A Ford já conta com um eficiente sistema de distribuição e revenda que também pode ser aproveitado pela Fiat para ampliar a comercialização dos tratores e equipamentos agrícolas. Essa rede de revenda constitui uma das barreiras a entrada empresas novas na indústria.

Quanto à Fiat, sua grande vantagem é a liderança de vendas na Europa, construída com base na fama de eficiência de seus tratores de pequeno e médio porte, vantagem que pode ser ampliada com o aumento de abertura da economia brasileira. A Fiat não produz tratores de rodas no país, apenas de esteiras, e pode passar a atuar exatamente nos segmentos do mercado em que a Ford está ausente. Seus tratores de médio e pequeno porte participam com sucesso do mercado norte-americano. A junção de forças dos dois gigantes da indústria automobilística tende a reforçar a hipótese de que o nível de concentração tende a aumentar, sem diminuir a competitividade dos mercados em que as duas empresas atuam. Eventualmente, e a nível local, poderão surgir situações que contestem esta tendência. Isso dependerá, no entanto, do aproveitamento das capacidades produtivas adquiridas e da diversidade de situações existentes dentro de alguns mercados, como o mercado de equipamentos agrícolas brasileiro. Num plano mais geral, no entanto, a indústria de tratores será inevitavelmente arrastada pela estratégia internacional dos seus líderes, dentro do novo concertamento internacional.

A John Deere, líder mundial de vendas de tratores, participa indiretamente do mercado nacional fazendo-o por meio de acordo acionário com um dos principais fabricantes de colheitadeiras, a SLC, que garante

participação de cerca de 20 por cento do capital desta empresa. Além disso participa da Yanmar, de forma indireta, através de uma sociedade com sua matriz japonesa.

A Case, transformada na segunda maior empresa, depois da fusão com a Harvester, pode voltar a participar do mercado interno brasileiro, uma vez que mantém instalações industriais e tem experiência na fabricação de tratores pesados. A Agrale, do grupo Fras-Le, depois de acordo mal-sucedido com a Renault francesa, por meio do qual pretendia obter tecnologia para fabricação de tratores de grande porte, lança, em 1989, linha de equipamentos de grande porte em associação tecnológica com a subsidiária argentina da KH Deutz. O objetivo do acordo é ampliar a participação nos mercados dos países meridionais da América do Sul, garantindo a exportação dos tratores pequenos da Agrale para a Argentina e montando tratores de grande porte nas instalações da Agrale no Rio Grande do Sul, utilizando-se da importação de componentes e partes de tratores da Argentina.

Note-se que a Deutz já havia atuado no mercado brasileiro associada à Demisa (Demisa-Deutz) entre 1961 e 1974, quando fabricou cerca de 8 mil tratores de rodas. Em 1969 os tratores Deutz passaram a ser fabricados pela Otto Deutz S.A., que operou até 1974. No Brasil, a empresa alemã participa da Freios Knorr, que tem 36.5 por cento do capital controlado pela Kloeckner-Humboldt Deutz, da Alemanha. Esta última também controla uma das mais importantes fabricantes de motores em todo o mundo, a MWM. A Freios Knorr, por sua vez, detém dois terços da MWM do Brasil.

A associação entre a Komatsú e a Dresser, de origem americana, teve o objetivo de contornar problemaa de câmbio entre os Estados Unidos e Japão, provocada pela valorização do iene japonês frente ao dólar. A recém-constituída Komatsú Dresser do Brasil iniciaria fabricação de um modelo de esteiras, D68F-1, exclusivamente para o mercado dos Estados Unidos, tendo investido 12 milhões de dólares no desenvolvimento do deste projeto. Pretendem, também, enfrentar sua maior concorrente, a Catterpillar do Brasil, que mantém posições importantes no mercado brasileiro de equipamentos pesados /2/.

Quanto à Valmet, os investimentos realizados no país nos últimos anos refletem não somente a expectativa de retomada do mercado interno, mas a tentativa de aumentar as exportações para os Estados Unidos onde, recentemente, adquiriram uma grande cadeia de distribuição de equipamentos, a Viking America. Suas vendas no Brasil representam 14 por cento das vendas mundiais do grupo, mais do que os 5 por cento que obtêm junto aos países do Comecon e praticamente a mesma coisa que realiza na América do Norte. Além disso, a Valmet está instalando uma montadora em Montijo, Portugal, para onde a filial brasileira pretende exportar caixas de câmbio e outros componentes fabricados no Brasil, desde que apresentem vantagens de custo e escala. Seu objetivo maior é atingir, através da subsidiária brasileira, o grande mercado comum europeu, estimado em cerca de 200 mil unidades/ano, onde já mantêm uma participação de cerca de 30 por cento, através de outras associações.

Como já foi mencionado nos capítulos anteriores, a competição entre as empresas faz-se em segmentos do mercado distribuídos de acordo com classes de potência dos tratores. É a partir destas classes que as

empresas estabelecem suas estratégias de concorrência, uma das quais é a incorporação de melhorias tecnológicas que ajudam a diferenciar produtos e melhorar o seu desempenho. A maioria dos fabricantes de tratores costuma concentrar sua atuação em poucas faixas de potência, a partir de onde fica mais fácil associar sua marca a um determinado conceito de produto. Observe-se que a preocupação dos fabricantes brasileiros não é com o estilo do produto, mas com características de qualidade associadas ao desempenho do trator. Ainda que não sejam inovações espetaculares, o aperfeiçoamento constante dos componentes mecânicos e do sistema trator implemento repercute em termos de melhor desempenho do trator. Uma das vantagens de estabelecer as classes de potência como referência para a competição é a de facilitar a comparação entre tratores, bens que, por natureza, não se prestam totalmente à padronização. Ao mesmo tempo, os produtores aproveitam ao máximo as oportunidades de diferenciá-los, acrescentando-lhes melhorias e aperfeiçoamentos.

A prática de diferenciar produtos, por meio da incorporação de melhorias tecnológicas, é apontada pelas empresas brasileiras como uma das estratégias de concorrência preferidas. O lançamento de produtos melhorados e inovados permite que as empresas aumentem relativamente sua participação nas vendas dentro das faixas em que atuam, sem desencadear procedimentos competitivos francamente agressivos, como ocorreria se procurassem competir apenas através dos preços.

As empresas procuram combinar o que chamam de "estratégia de modulação de equipamentos dentro das diferentes faixas de potência" - a expressão é de um porta-voz da indústria nacional - com a busca constante de menores custos de produção e de economias de escala. Esta última

tendência, de obter economias de escalas nas etapas de fabricação e de comercialização, é naturalmente incorporada pelas filiais de empresas multinacionais, enquanto as empresas nacionais procuram compensar sua ausência com uma maior identificação com o usuário, tal como ocorre na indústria de implementos.

Atualmente, uma das tendências das grandes corporações é realizar associações temporárias, que chamam de "alianças estratégicas", com outras empresas que atuam em escala internacional. Isso permite que as empresas somem vantagens, de qualquer natureza - mesmo vantagens comparativas-, que tenham obtido nos seus mercados. Uma das vantagens mais importantes é proporcionada pela redução nos custos de fabricação (ou compra) de peças e componentes que supõe uma certa padronização das concepções e projetos. No entanto, estes projetos têm que ser, no mínimo, adaptados para atender as peculiaridades de certos mercados, o que faz com que um mesmo modelo fabricado por uma firma na Europa e Brasil seja diferente.

A opção por atuar basicamente em torno de uma ou duas faixas de potência, onde os fabricantes procuram consolidar uma posição de liderança em vendas, tem pautado a conduta da maioria das empresas brasileiras de equipamentos, desde a década de 70. A marca Agrale, por exemplo, foi sendo associada à idéia de pequenos tratores, na realidade microtratores, essencialmente voltados para atender pequenos e médios agricultores capitalizados da Região Sul e Sudeste, até o advento da Yanmar, em 1986. A CBT, por sua vez, ganhou notoriedade como fabricante de tratores rústicos, de grande porte, adequados para o uso nas novas áreas de expansão agrícola no cerrado brasileiro.

A exceção fica por conta da Maxion que atua em quase todos os segmentos de mercado, liderando as vendas agregadas na indústria, com tratores de 42 cv até 160 cv, disputando acirradamente as faixas mais competitivas com a Ford e a Valmet. A opção estratégica desta empresa de oferecer modelos em quase todas as classes do mercado é facilitada pela sua excelente rede de distribuição onde oferece a sua linha completa, a **full line**. Para atuar na fabricação de tratores acima de 100 cv, ela manteve, durante muitos anos, um acordo com outras empresas. A Muller, fornecia para a Massey unidades de grande porte, comercializadas com a marca MF.

A Valmet e a Ford, ambas multinacionais, são as principais concorrentes da Maxion no país mas, ao contrário dela, afastaram-se dos segmentos de menor potência, considerados menos rentáveis. A Ford, que concentra sua atuação no país na faixa dos produtos de média potência, beneficia-se da tradição da sua marca, associada à evolução tecnológica internacional de tratores, fato que constitui quase um elemento de senso comum. Esta empresa procurou oferecer ao mercado brasileiro um pequeno número de modelos básicos, com poucas versões alternativas. O quadro seguinte mostra a participação das empresas por classes de potência.

Quadro 5.1.2  
 Fabricação de Tratores  
 Classificação por Faixa e Empresas Atuantes

Classes	Potência/Motor	Empresas Atuantes
Notocultivadores	até 10	Yanmar , Kubotzta
Microtratores	16 a 36	Agrale, Yanmar
Tratores Leves	40 a 50	Agrale, Maxion
Tratores Médios-pq	60 a 70	Ford, Valmet, Maxion, CBT
Tratores Médios-gd	70 a 900	Ford, Maxion, CBT, Valmet, SM
Tratores Pesados	90 a 169	Maxion, CBT, Valmet
Tratores GdePorte	+ de 200	Muller, Engesa
Tratores de Esteira		Caterpillar, Fiat, Komatsú SMatilde

Fonte : ANFAVEA (1957-1987)

Ao final da década de sessenta, 45 por cento dos modelos oferecidos eram classificados na categoria de pesados, embora nem todos os tratores com mais de 60 cv, enquadrados nesta categoria, fossem de fato tratores de grande porte. Atualmente, o critério de classificação reflete a tendência de concentração das vendas nos segmentos médios e de maior potência onde têm-se concentrado o esforço de fabricação da indústria. Ao dividir o mercado por classes de potência, as empresas seguem critério mais ou menos empírico, porém real, de que a capacidade de competir pode ser sintetizada em termos do tamanho e potência do motor dos tratores, bem como de sua capacidade tracionar implementos. Na realidade, a potência do motor é uma espécie de variável síntese de diferenciação do produto e, embora não seja a única, orienta a concorrência entre empresas em segmentos específicos do mercado.

A avaliação definitiva se um produto é ou não competitivo é feita pelo mercado em função da performance ou do desempenho operacional do trator e demais equipamentos. Vantagens de comercialização associadas



à **full-line** e assistência técnica são fatores igualmente importantes, independentemente do segmento de potência em que o trator se enquadra. A possibilidade do usuário ter acesso facilitado a peças de reposição pode também ser um importante elemento de competição entre as empresas. Nos últimos anos, inclusive, os maiores fabricantes procuraram aparelhar-se para oferecê-las com maior agilidade passando a atuar, inclusive, em vendas diretas aos agricultores. Neste processo, a importância de uma boa rede de distribuição, com abrangência nacional, e de vendedores autorizados bem localizados conta alguns pontos na participação sobre o total da vendas.

## 5.2 Estratégias de Vendas por Segmentos do Mercado: Critérios de Competitividade.

Ao se observar a evolução das vendas nos vários segmentos do mercado, fica evidente o deslocamento das faixas de pequenos tratores para os de maior potência. Na metade da década de setenta, quando o subsídio à compra de máquinas agrícolas via crédito rural ainda era expressivo, as vendas cresciam em todas as faixas de potência. Pouco a pouco, a oferta de tratores de menor porte foi sendo sistematicamente substituída pela de tratores médios. Já em 1975, mais da metade dos veículos fabricados possuía entre 40 a 70 cv. Dez anos depois, em 1985, mais de 50 por cento da produção era de tratores com mais de 70 cv de potência. Na década de oitenta, embora o total das vendas médias anuais tenha caído, o mercado continua a expandir-se em direção aos segmentos de maior potência, sobre os quais incide a maior parte das melhorias e inovações.

Tabela 5.2.1  
Vendas de Tratores com Rodas por Classe de Potência  
(participação no total das vendas internas) \*

Classe de Potência (cv)	1970	1980	1987	1989
16 a 49	25.9	10.0	9.5	9.1
60 a 89	58.0	72.6	69.7	58.5
90 e mais	16.1	14.4	20.8	32.4

Fonte: Diversas Empresas e ANFAVEA

Os dados de 1970 e 1980 não incluem modelos com tração 4X4

São três os principais concorrentes na faixa de tratores leves e pequenos: Maxion (ex-Massey), Agrale e, após 87, a Yanmar. Até 1986, a Agrale liderava as vendas de microtratores com seus modelos 4100 e

4200, enquanto a Massey praticamente não encontrava concorrentes para o seu MF235, de 45 cv. Segundo estudos técnicos realizados pelo IPT e a ESALQ, há alguns anos, o desempenho dos tratores brasileiros de pequeno porte deixa muito a desejar, se comparado com tratores de outras classes e, mais ainda, com modelos similares no mercado externo, como o MF-260 fabricado pela Massey Harris. A principal desvantagem relaciona-se ao desempenho dos tratores nacionais, em grande parte devido à má qualidade dos motores utilizados. Além disso, os pequenos tratores brasileiros apresentam graves problemas no seu sistema de engate e levantamento dos implementos que dificulta as operações do trator no uso agrícola.

O segmento de pequeno porte representa cerca de 10 por cento das vendas globais no país e tem expressiva possibilidade de expansão, desde que se encontre formas adequadas de financiamento aos agricultores de rendas menores através de consórcios ou de formas alternativas de financiamento, via cooperativas, por exemplo. As exportações de pequenos e, também, médios tratores para países vizinhos da América Latina representaram uma importante forma de desafogo para os fabricantes diante da prolongada retração do mercado, desde o Plano Cruzado.

Tabela 5.2.2  
Microtratores e Tratores Leves :Distribuição de Vendas por Modelos

Modelos	Potência	1986	1989
Agrale 4100	16cv		17.0
" 4200	36cv	71.7	9.1
" 4300	36cv		18.3
Massey 235	45cv	28.3	18.7
Yanmar 1040	40cv	1.0	2.2
" 1050-D	40cv	-	34.7
Total na Classe		100.0	100.0

Fonte dos Dados :CBT

Até 1986, apenas a Massey e a Agrale dividiam as vendas de microtratores e tratores com menos de 50 cv. O segmento encontrava-se praticamente estagnado do ponto de vista tecnológico. Praticamente não havia novidades e melhorias, sendo oferecendo apenas as tradicionais versões com bitola estreita para trabalho em áreas de cultivo. A entrada da Yanmar - tradicional fabricante de motocultivadoras desde a década de 60 - oferecendo um trator compacto, com tração nas quatro rodas, muda os padrões de competição nesta classe, impondo a necessidade de atualização tecnológica para os competidores. Na realidade, o 1050-D representá uma nova opção para o segmento, não só por ser o único com tração nas quatro rodas, mas por ser o único projeto a incorporar melhorias ou inovações na classe depois de muitos anos. Após três anos de atividade, o novo trator conquista 1/3 das vendas impondo pesadas perdas à Agrale e à Massey.

A ameaça representada pela concorrência da Yanmar, neste caso, foi maior uma vez que seus tratores estavam apoiados em tecnologia da Deere. A matriz, no Japão, tem licença para fabricar os tratores Deere. Além do mercado interno, a Yanmar fabrica uma versão para expotração que leva marca e estilo dos tratores Deere. A reação da Agrale, prejudicada por concentrar suas operações com máquinas agrícolas exclusivamente no segmento de microtratores e tratores leves, foi a de buscar capacitação para passar a fabricar tratores de maior porte, no que foi bem sucedida ao lançar em 1990 um novo mix com tratores acima de 110 cv, junto com a Deutz. argentina.

Em 1970, cerca de 70 por cento dos tratores possuía menos de 69 cv. Em 1975, este percentual caía para cerca de 60 por cento e, em 1982 para 42. Em 1989, das 26 313 unidades vendidas no mercado interno apenas 10,3 por cento tinham menos de 49 ou mais de 169 cv. O restante concentrava-se em vendas de tratores médios e pesados (89,7 por cento). Entre 1970 e 1989, o mercado move-se em direção aos segmentos de maior potência. No entanto, a liderança absoluta de vendas ainda fica na classe de 80 a 90 cv, um dos segmentos mais competitivos. Esta faixa, sozinha, responde por um pouco mais de 25 por cento das vendas internas, atraindo a participação quase todas as grandes empresas - CBT, Massey, Valmet e Ford. Para efeitos práticos, as empresas agregam as classes entre 70 e 90, pois existem vários modelos entre 79 até 81 cv, o que dificulta uma separação rígida.

Tabela 5.2.3.  
Tratores Médios: Distribuição de Vendas por Empresas

Classes	Empresas	1980	1983	1988	1989
60 a 69 cv	Massey	44.1	32.5		41.1
	Valmet	30.0	43.4		44.3
	Ford	18.2	21.6		14.6
	CBT	7.0	1.6		-
	SM	0.7	0.9		-
70 a 90 cv	Massey		44.6	41.0	46.1
	Ford		25.7	27.9	19.1
	Valmet		26.5	24.9	24.8
	CBT		2.2	6.9	10.0
	SM		1.0	-	-

Fonte dos Dados: Diversas Empresas

Dados de 1989: Valmet

Dados de 1983 e 1988: CBT

A liderança dos dois segmentos é arduamente disputada pelas três empresas líderes, Massey, Ford e Valmet, com a CBT esforçando-se para acompanhá-las. Dentro das classes, a liderança depende de vários fatores, que variam de uma para outra. No entanto, a capacidade de atualização tecnológica, com a incorporação de inovações que tenham capacidade de ser absorvidas pelo mercado, parece ser o mais importante deles. As empresas procuram oferecer versões ou modelos variando o motor ou alguma outra característica técnica que distinga o trator em termos de desempenho, sem que se altere o projeto básico. Em 1988, por exemplo, havia uma oferta de 15 modelos na classe de 70 a 90 cv. A Massey e a Ford ofereciam quatro modelos cada uma, sendo dois com tração nas quatro rodas, a Valmet oferecia três modelos, um com tração 4X4, e a CBT, dois modelos.

As empresas procuram assegurar boa participação nos segmentos estratégicos, tornando mais fácil estabelecer qual será a melhor forma de competir com os concorrentes. Para isso utilizam um projeto básico em torno do qual executam variações, de forma a oferecer diferentes opções para o mercado, identificando necessidades dos usuários ou incorporando inovações ao equipamento antecipadamente.

A partir dos segmentos médios, as empresas costumam oferecer um modelo-padrão e, pelo menos, uma versão com tração nas quatro rodas. Nas faixas inferiores, o modelo alternativo segue tendência das faixas de pequenos tratores, apresentando versões com chassis mais estreito, para uso em cultivos que exigem tratos entre as linhas de produção. A Valmet, por exemplo, é líder de vendas na classe média/baixa, entre 60 a 70 cv, onde vem mantendo excelente participação na década de 80, com

seu modelo 68, de 61 cv, e uma versão 68 E, com bitola mínima para uso em cultivos café e pomares estreitos, que em 1988 e 1989 vendeu três vezes mais do que a versão básica.

Tabela 5.2.4  
Modelos Básicos e Versões de Tratores Valmet  
( Vendas Internas )

Classes	Modelos	1988	1989
60 a 69	68	367	375
	68 E	363	1614
80 a 89	885	1851	1345
	885-4		19
90 a 104	985		36
	985-4	1125	924
105a139	128	52	127
	128-4	1401	1038

Fonte: Valmet

É comum as empresas diferenciarem seus produtos, usando motores de origem distinta. Em 1983, por exemplo, a CBT possuía sete modelos em sua linha de tratores. Os modelos 2970 e 2080, ambos na faixa de 60 cv, diferenciavam-se apenas por possuir uma versão com motor diferente. Estes tratores, no entanto, apresentavam graves problemas nos seus projetos, o que dificultava sua aceitação pelo mercado, obtendo uma participação apenas marginal na classe, cerca de 1.6 por cento, sendo retirados de linha em 1984, enquanto a Valmet, sozinha, obtinha mais de 40 por cento das vendas.

Entre vinte e três lançamentos de novos produtos entre 1980 e 1985, dezesseis foram de modelos com potência de 70 a 90 cv, um com tração nas quatro rodas, seis lançamentos foram de tratores com mais de 100 cv - quatro dos quais com tração nas quatro rodas. Apenas quatro

lançamentos ocorreram segmentos inferiores, dois na classe de 60 a 70 cv. Em 1986 foi lançado o trator compacto da Yanmar, junto com uma versão em bitola estreita.

Em 1983, no auge da crise que também penalizou a indústria de tratores, quase todos os fabricantes de tratores de rodas participaram da de 70 a 90 cv. A Massey com três modelos, a Valmet e a Ford com apenas dois (cada uma) e a Santa Matilde com apenas um. A CBT faz o lançamento do seu modelo 8440 naquele ano. No ano seguinte lança outra versão, o 8240, com motor Perkins, aumentando sua participação de 2.2 para 7.2 por cento. Em 1985, as três maiores lançam novos tratores, num total de doze modelos, dos quais 5 com tração nas quatro rodas. A CBT lança apenas dois modelos, contra dez dos concorrentes, garantindo a participação, apenas. Em 1988 já são 15 os modelos oferecidos pelos fabricantes: Maxion e Ford com quatro modelos cada uma, Valmet com três modelos e CBT com dois modelos.

A estratégia da Massey no segmento procurava garantir a maior participação possível com base em dois produtos, o MF275, que vem a ser o líder de vendas de toda a indústria e o MF 290, o sexto trator mais vendido no país, ambos com versões 4X4. Os dois modelos baseiam-se em projetos extremamente bem sucedidos, que resultaram em modelos de grande aceitação entre os usuários. Além disso, esta empresa apóia-se na eficiente estratégia de comercialização de produtos e peças de reposição e com serviços de assistência técnica que ajudaram a dar à Massey a liderança nas vendas totais de tratores.

Na década de 80, segmentos de tratores de grande porte, acima de 90 cv, tornam-se mais competitivos. No início da década, a CBT



liderava as vendas de tratores maiores, com cerca de 42 por cento da faixa entre 90 e 120 cv, oferecendo dois modelos, um de 108 cv e outro de 112 cv, com mais duas versões, cada um. Em 1985 sua participação baixa para cerca de 28.5 por cento, enquanto a das rivais aumenta. Este fato ilustra como uma empresa pode perder competitividade no mercado por não acompanhar as tendências tecnológicas da indústria. Embora houvesse planos para introduzir a versão 4X4, a empresa não conseguia levar o projeto adiante, perdendo mercado para a Valmet e para a Massey, que se antecipam e lançam suas versões com tração nas quatro rodas (o MF 296.4 e o VT 128.4). Somente em 1988, a CBT lança os seus tratores com tração nas quatro rodas (o CBT 8060.4) e o (CBT 8260.4) conseguindo recuperar o seu espaço no segmento.

Note-se que os tratores CBT eram tidos como mais robustos e rústicos, bastante adaptados para as atividades de preparo de cultivos e desmatamento nos campos do cerrado - em especial o modelo CBT 2105 de 108 cv. Segundo engenheiros da área de projetos, o que confere maior resistência e "rusticidade" ao trator CBT é o seu chassis inteiriço ou monobloco, em vez do chassis montado sobre vigas, como a maior parte dos tratores.

A participação dos tratores com mais de 90 cv no mercado interno aumentou consideravelmente ao longo das últimas duas décadas. (Ver tabela 4.1.1). Em 1970, havia 2 400 tratores de grande porte sendo oferecidos pelo mercado. Em 1980, este número aumenta para 7 mil e, em 1988, para 9 776, mais de 30 por cento das vendas no mercado interno, configurando uma modificação no perfil da oferta interna. Além disso, a participação dos modelos com tração nas quatro rodas dentro das faixas

de maior potência é bastante significativa, atingindo 71 por cento dos tratores pesados. No caso dos tratores acima desta faixa de potência, a tração nas quatro rodas torna-se uma necessidade, dado o maior peso do veículo. Em sua ausência, é necessário o uso de esteiras, especialmente nos modelos acima de 200 cv. Note-se que os tratores maiores absorvem as melhorias e as inovações associadas ao tamanho, inovações que visam basicamente aumentar sua força mecânica e a sua capacidade de operar os implementos cada vez mais simplificados, sem que isso comprometa o desempenho da máquina.

A classificação de tratores de mais de 90 cv como tratores pesados gera controvérsia. Alguns técnicos preferem classificá-los como tratores de porte médio, em transição para os pesados, alegando que são similares aos tratores situados nas faixas imediatamente abaixo. Do ponto de vista do processo de produção, não existe nenhum tipo de descontinuidade significativa em fabricar tratores de 80 cv e de 90 ou 100 cv. Isso fica comprovado pela facilidade com que empresas como a Massey e, recentemente, a Ford passaram a projetar e fabricar estes tratores. Do ponto de vista da capacidade de projetar novos designs, as empresas podem recorrer à importação de tecnologia de suas matrizes ou efetuar alguma associação tecnológica, como a Agrale, para obtê-los.

A descontinuidade quanto a processos e projetos é mais evidente no caso dos tratores com mais de 140 cv, como os que a Maxion e a Valmet lançaram recentemente. Nos dois casos, os lançamentos foram precedidos por um grande esforço de investimentos, tanto ao nível do processo de produção e de montagem, quanto na área de projeto e desenvolvimento.

Tabela 5.2.5  
Tratores Pesados: Distribuição de Vendas por Empresas

Classes	Empresas	1983	1985	1989
90 a 139	Valmet		37.0	28.3
	CBT		28.0	30.0
	Maxion		34.0	26.7
	Ford		-	14.3
	Muller		1.0	0.7
			100.0	100.0

100 a 130

CBT	41.8
Valmet	29.9
Massey	28.3

Fonte : CBT para 1983 e 1985  
Valmet para 1989

Um episódio relacionado com a competição na faixa de tratores de maior potência traz à luz condutas ditadas pelas matrizes de empresas multinacionais. A Maxion, então Massey, enfrentava dificuldades para iniciar a fabricação de tratores de grande potência no país. Desde que adquire independência administrativa, após a nacionalização, decide ingressar nos segmentos superiores do mercado brasileiro, em direção do qual pareciam convergir várias empresas, sendo desaconselhada pela Varsity, detentora internacional da tecnologia e da marca MF. Isso gerou um desentendimento entre matriz e filial cuja origem explica-se a partir da estratégia internacional do grupo, na década de 70. A estratégia da Massey, até inícios da década de 80, privilegiava a distribuição das vendas em todo o mundo, para fugir à disputa em mercados mais disputados como o americano /3/. Estes mercados caracterizam-se pela exigência de qualidade dos tratores, ao contrário de mercados de países periféricos, que aceitam produtos mais simples e até defasados tecnologicamente.

Uma outra questão, desta vez de fundo tecnológico, contribuiu para o desmembramento da filial da Massey. A filial brasileira insistia na necessidade de fabricar os modelos de maior potência, no que não era apoiada pela matriz. Note-se que o trator de grande porte necessita de componentes compatíveis com o seu tamanho e sua complexidade. Uma das deficiências dos modelos maiores desta empresa era a ausência de uma caixa de câmbio adequada, pois a que utilizavam não era adequada para enfrentar situações que exigem potências acima de 100 cv. Ao se recusar a fornecer as especificações técnicas para a adaptação do projeto básico no país, a detentora da tecnologia obrigou a Massey Perkins do Brasil a desenvolver sua própria concepção de tratores pesados e os seus próprios projetos, o que levou mais de 4 anos e envolveu considerável esforço financeiro, em parte bancado pelo BNDES.

De 1985 até meados de 1989, a Massey realiza um grande esforço para desenvolver tratores com mais de 110 cv, o que envolveu recursos privados da ordem de 30 milhões de dólares para desenvolvimento dos produtos e mais uns 20 milhões para mudanças na fábrica. Os modelos são lançados no final de 1989. São o MF 297, com 110 cv, e o MF 299, de 126 cv, com versões 4X4 e motor turbinado. Foi lançada, também, a nova linha Maxion, com os modelos básicos 9110 (110 cv), 9130 (126cv), 9150 (145cv) e 9170 (160 cv). No mesmo ano, sua principal concorrente, a Valmet lança tratores do mesmo porte, um deles com 165 cv. A Valmet trouxe o "design" da Europa embora os tenha adaptado e "climatizado" para as condições de uso no Brasil.

Em 1988, o grupo Iochpe adquire a maior parte das ações que estavam em posse da Varsity, adquirindo autonomia absoluta do grupo, o

que inclui a autonomia tecnológica. Foram mantidos apenas os acordos de exportação através dos quais a subsidiária brasileira compromete-se a respeitar a divisão internacional de mercado, controlada pela Varity, obrigando-se a exportar uma certa quantidade de produtos, até a década de 90. A concessão da marca MF também é renovada, mas apenas para alguns produtos.

Na fabricação de tratores de grande potência, acima de 200 cavalos, o mercado é bastante restrito, sendo compartilhado entre Engesa, Muller e até recentemente a Case. Este segmento inclui, além dos tratores de rodas de grande porte, os modelos florestais e de esteiras. Para algumas empresas, como a Caterpillar, tratores representam apenas mais um dos produtos de uma linha de equipamentos de transporte e carga pesada (motoniveladoras, terraplanagem, etc) atuando como uma espécie de "linha auxiliar". As vendas de tratores de grande porte, com mais de 200 cavalos, sobre o total do mercado de tratores agrícolas é muito pequena, situando-se em torno de pouco mais de um por cento.

Nesta altura, pode-se fazer um esforço de síntese para tentar definir as principais formas de concorrência da indústria de tratores no país. Através do acompanhamento das condutas das empresas, confirmadas por informações e apoiadas em alguns dados coletados junto às empresas, é possível inferir alguns padrões de comportamento competitivo.

Em primeiro lugar, as empresas competem basicamente dentro de diferentes faixas de potências, estabelecendo metas a serem alcançadas em cada um dos segmentos de mercado em que atuam. De uma perspectiva mais global, a tendência é o deslocamento em direção aos segmentos de maior potência. Nestes segmentos, a concorrência é mais acirrada, com

grande número de lançamentos incorporando melhorias, como tração nas quatro rodas, motores turbinados, sistemas de engate universais, auto-peças cada vez mais aperfeiçoadas, apenas para citar as inovações de produto.

Além disso, a diferenciação de produtos, forma preferida de concorrência na indústria de tratores, ocorre basicamente através da incorporação de melhorias e inovações, que podem ser absorvidas pelo mercado. A dinâmica deste processo está associada tanto às melhorias vindas da indústria automobilística e de auto-peças, quanto à capacidade de adaptação dos equipamentos às necessidades dos agricultores e dos sistemas de uso. Ambos estão associados a um melhor desempenho da máquina, ajudando a diferenciá-la à medida que incorpora melhorias e inovações. Observe-se que a introdução de componentes eletrônicos dificilmente tem condições de ser absorvida pelo mercado brasileiro, embora esses componentes sejam avanços já incorporados em boa parte da frota de tratores nos Estados Unidos e Canadá.

### 5.3 As Estratégias de Comercialização

Além da diferenciação dentro das faixas, outro elemento que garante às empresas o poder de controlar o mercado é a organização de uma rede de comercialização e distribuição dos postos de revenda. A estruturação de uma rede de revenda não é fácil e exige que a indústria organize estes mercados de revenda.

As empresas distribuidoras, muitas vezes, não apresentam capacitação empresarial, que tem que ser fornecida pelos fabricantes de tratores, que as preparando para trabalhar com o produto e ensinando técnicas de venda. Quanto maior a abrangência geográfica de sua rede de revenda, maior será o esforço e os custos envolvidos. Por esta razão, a liderança de vendas em mercados que supõem grande extensão territorial, como Estados Unidos, Canadá, Austrália e Brasil traz como contrapartida pesados investimentos na distribuição dos equipamentos agrícolas. A liderança da Maxion no mercado de tratores deve-se, em grande parte, aos seus mais de 320 pontos de revenda, o que lhe garante a liderança nacional (ver tabela abaixo 5.3.1).

Levando-se em Consideração que cerca de 70 por cento das vendas concentram-se nas regiões Sul e Sudeste, uma boa participação nestas duas regiões garante um bom desempenho para as empresas. A última linha da tabela mostra que todos os fabricantes, com exceção da CBT, asseguram mais da metade de suas vendas praticamente em três estados: São Paulo, Paraná e Rio Grande do Sul. Quase 60 por cento dos pontos de revenda da Maxion estavam instalados nestes três estados.

Tabela 5.3.1

Liderança nas Vendas de Tratores por Regiões e Estados e no País

Regiões/Estados	Massey	Valmet	Ford	CBT	Agrale	Yanmar
Norte	26.6	30.9	17.4	10.7	14.4	0.0
Nordesta	30.3	32.5	12.8	16.9	4.9	2.5
Centro Oeste	30.5	31.7	19.4	17.5	0.4	0.5
Sudeste	41.6	26.8	15.7	5.9	5.7	4.3
Sul	36.4	29.4	23.3	4.8	4.0	2.1
Total Brasil	36.2	29.3	19.2	8.6	4.2	2.5
SP	46.5	24.0	15.9	5.2	4.2	4.2
RS	38.9	28.9	22.6	3.1	5.2	1.7
Pr	36.9	28.9	24.9	7.1	1.2	1.1
SubTotal (SP+PR+RS)	66.3	53.2	62.5	33.4	52.0	57.1

Fonte: Maxion, Boletim Mercadológico, Janeiro 1989

Obs: O subtotal refere-se a vendas das empresas nos estados de São Paulo, Paraná e Rio Grande do Sul no conjunto das vendas das empresas.

Isso não impede que algumas empresas privilegiem alguns estados ou regiões. A Agrale, por exemplo, liderava as vendas no Rio de Janeiro, com 28 por cento das vendas neste estado, enquanto a CBT liderava as vendas em Mato Grosso, com 26 por cento daquele mercado. A CBT, em termos de pontos de venda, divide-se igualmente bem entre o Nordeste, o Centro-Oeste e o Sudeste.

Além de uma boa distribuição regional, a estratégia de comercialização associa-se a programas de treinamento da mão-de-obra de forma que os revendedores possam prestar assistência técnica aos usuários. Logo após a instalação da indústria de tratores no país, na década de sessenta, na falta de programas do Governo que incentivassem a difusão dos conhecimentos associados ao uso das técnicas mecanizadas, as empresas assumiram esta função, transformando-a em mais um obstáculo à entrada de concorrentes. A existência de uma ampla rede de revenda



associada à prestação de serviços técnicos e à capacidade de reposição de peças vem a ser um dos principais meios de as empresas assegurarem boa participação nas vendas do mercado. Junto com a estratégia **full line** das grandes empresas, pode vir a se constituir num importante fator de competitividade.

Em conjunto, garantem o controle de verdadeiros "territórios" controlados pelas empresas, a partir de onde procuram se posicionar para atender à clientela. A região arrozeira na Região Sul, por exemplo, é uma área bastante disputada pelos revendedores devido ao grande nível de mecanização das lavouras, demandando máquinas relativamente adaptadas e serviços de assistência técnica. Estas demandas regionalizadas muitas vezes orientaram a localização da indústria, como ocorreu com a SLC, fabricante de implementos e colheitadeiras, em Horizontina, no Rio Grande do Sul. Os fabricantes de pequenos tratores, por seu lado, atuam diretamente junto aos agricultores e também contribuem para a criação de uma industrialização com fortes características regionais, bastante descentralizada (Fonseca, 1988).

Observe-se que o sucesso na distribuição está estreitamente associado a oferta da linha de equipamentos para a agricultura e de sua integração por meio da **full line**. Algumas empresas, como a Valmet, preferem atuar independentemente, o que é facilitado pela padronização do seu sistema de engate, de forma a aceitar implementos de qualquer fabricante. No entanto, faz acordos com fabricantes de colheitadeiras dividindo pontos da rede de revenda. Esta empresa utiliza o seu contato com revendedores e os serviços de assistência técnica para tentar obter informações sobre o desempenho de seus tratores, canalizando-os para um

Banco de Dados, procurando monitorar as informações obtidas junto aos usuário sobre tendência da demanda, exigências dos produtores, etc.

A CBT, devido à pouca adequação de seus tratores a tarefas que demandam implementos de cultivo e trato, não chegou a desenvolver uma relação mais próxima com os fabricantes de implementos mas fabrica o trator mais usados nas atividades de preparação de lavouras e preparo pesado do solo nas regiões de fronteira agrícola, onde procurou agilizar suas vendas. Essa vantagem foi sendo perdida à medida que os concorrentes passaram a oferecer tratores cada vez maiores e com tração nas quatro rodas, tecnologicamente superiores, além disso, fortemente apoiados nas atividades de assistência técnica.

A Maxion foi a empresa que explorou mais as sinergias proporcionadas pela interação entre a indústria e usuários, via rede de revendedores, esforça-se em integrar certas fases do desenvolvimento do produto, especialmente a realização de testes e ensaios continuados, com o treinamento sistemático da mão-de-obra envolvida com as atividades de assistência técnica. Tanto a Maxion como a Ford mantêm suas linhas de implementos próprias, exigindo exclusividade na vendas dos conjuntos de equipamentos. Essa estratégia arrasta consigo alguns fabricantes de implementos, que se tornam seus fornecedores especializados.

#### 5.4 Indústria de Colheitadeiras: Estrutura de Mercado.

As colheitadeiras podem ser classificadas quanto a sua autosuficiência motriz, uso (funcionalidade) e capacidade de colheita. Quanto à autosuficiência ela podem ser agrupadas como automotrizes, rebocadas e acopladas a um trator de forma irreversível. Colheitadeiras automotrizes são compostas por um corpo mecânico, que se assemelha a um trator montado ao inverso, ao qual são anexados os sistemas de triha, saca-palhas, composto por peneiras oscilantes que jogam fora a palha separada dos grãos, sistemas de peneira e ventilador, tanque de grãos e plataforma de corte.

Em conjunto, é uma máquina mais complexa e mais específica do que o trator, dependendo do tipo de lavoura em que será usada. O seu design varia de acordo com as culturas, embora a colheitadeira para cereais e de grãos (soja, arroz, milho, trigo), mantenha basicamente o mesmo projeto, com pequenas mudanças na plataforma de corte, cilindro debulhador e nas peneiras. Isso faz vendas extremamente dependentes do sucesso comercial de culturas a que se destinam. Os fabricantes oferecem uma versão básica, que atende a uma ou vários tipos de cultivos, além dos acessórios opcionais para transformar a versão básica em uma máquina mais versátil. Em geral essa flexibilidade estende-se para soja, trigo e milho. Além de colheitadeiras para grãos e cereais, colhedoras de cana, de café e alguns tubérculos que funcionam montadas a um trator, são oferecidas no mercado interno. No mercado internacional encontram-se colheitadeiras de algodão, de tomates, de cerejas, beterraba etc.

Uma das grande lacunas no mercado brasileiro é a ausência de fabricação de colheitadeiras de algodão, muito utilizada nos Estados

Unidos. A causa pode ser relacionada com o baixo custo de mão-de-obra para a colheita do algodão herbáceo nos estados do Sul e Centro-Sul. Além disso, o algodão arbóreo, encontrado nas lavouras do Nordeste não se presta à mecanização da colheita. A introdução da colheita mecanizada de algodão nos cultivos no cerrado de Mato Grosso, começa a modificar esta situação.

No início de 1988 a Dedini Máquinas e Sistemas, de Piracicaba (SP) assinou um contrato de transferência de tecnologia com a estatal soviética Traktoriexport para fabricar colheitadeiras de algodão. A distribuição da nova máquina ficaria a cargo da Federação Meridional das Cooperativas Agropecuárias, que comercializa mais de 20 por cento do algodão. As vendas acabaram não acontecendo apesar da Dedini realizar a adaptação do design e ter dado início à nacionalização das peças e componentes. A razão é que as colheitadeiras só são viáveis em áreas de cultivo superiores a 120 hectares, enquanto os plantadores de algodão, mesmo em São Paulo, são pequenos agricultores.

A nova colheitadeira concorreria com equipamentos importados da América do Norte na década de 70, ainda em uso apesar dos desgastes e próximas da idade de reposição. Além disso, a colheitadeira de algodão é uma máquina bastante complexa, com um número maior de componentes do que a colheitadeira de cereais, o que significa maiores custos de projeto, de fabricação e de desenvolvimento dos produtos.

Os custos da colheita mecanizada da cana-de-açúcar também não justificam a substituição total do corte manual. A parcela de colheita mecanizada não ultrapassa 20 por cento de toda a área plantada com o produto no Brasil, embora no início do Proálcool, na década de setenta,

fossem adquiridas pouco mais de mil unidades, prevendo-se falta de mão-de-obra. Apesar disso, as usinas e destilarias mantêm algumas unidades, que utilizam para suprir a eventual falta de trabalhadores rurais e para garantir o funcionamento das usinas nos finais de semana. Apesar da pequena demanda, há uma tendência ao aumento do uso destas máquinas em função da necessidade de redução dos custos de produção do álcool em relação aos derivados de petróleo.

As colheitadeiras são avaliadas de acordo com o rendimento que proporcionam, podendo classificar-se em pequenas, com capacidade de colheita de até 60 sacas/hora, médias, entre de 60 a 100 sacos/hora, e grandes, acima de 100 sacas/hora de rendimento. Esse critério de classificação parece ser o mais comum junto aos clientes, agricultores e empresas rurais. As colheitadeiras automotrizes são mais eficientes que as acopladas ou rebocadas, mas o seu custo por hora de trabalho é mais elevado, em torno de 300 horas anuais de uso.

As empresas que fabricam colheitadeiras são sete: Maxion, que continua a oferecendo a linha Massey Ferguson, Schneider-Logeman (SLC), New Holland, adquirida recentemente pela Ford, Ideal, Lavrale e Santa Matilde, estas últimas com participação apenas marginal. A Jacto está desenvolvendo uma máquina de colher milho. A posição destas empresas no mercado é a seguinte:

Tabela 5.4.1

## Fabricantes de Colheitadeiras Automotrizes (Brasil- 1988)

Empresa	Origem	Participação Estrangeira	Participação nas Vendas
SLC	Brasil	John Deere	31.0
New Holland	EUA	Ford	27.3
Maxion	BR	Varity	23.5
		Iochpe	
Ideal	BR		17.3
		Iochpe	
Santa Matilde	BR		0.9*
Lavrale	BR	Deutz	
		Agrale	
Total			100

Fonte: Maxion, Evolução do Mercado Agrícola de Máquinas Agrícolas, 1988.

\* Participação da Santa Matilde e Lavrale.

A liderança das vendas alterna-se entre a SLC, a New Holland e a Maxion que, juntas, correspondem a mais de 80 por cento do mercado. A Maxion e a Ideal são do mesmo grupo, Iochpe. Em conjunto, representam mais de 40 por cento das vendas. Suas unidades fabris estão localizadas

em duas cidades, Porto Alegre e Santa Rosa. Após a nacionalização da Massey, a Ideal passou a acumular a fabricação dos implementos que compõem a linha integrada da Massey. Um dos produtos-líderes em vendas é o modelo MF 3640 com motor de 118 cv, nas versões para grãos e arroz. A Ideal fabricava, até recentemente, uma máquina semelhante, a Ideal 1170 e Ideal 1175. A SLC, com o modelo 62 000 e a New Holland, com o 4040, completavam a faixa de colheitadeiras concorrentes. Numa faixa acima competem os modelos MF 5650, com motor de 118 cv e 136 cv (turbinado), também em versões para grãos e arroz, e a Holland 5050, com tecnologia Sperry New Rand.

A Lavrale fabrica uma colheitadeira de menor porte, a Lavrale 300, equipada com motor de 50 cv, destinada a operações em pequenas e médias empresas, sendo especialmente adequada para o manejo com sementes selecionadas, e a Santa Matilde com dois modelos, SM 5105 e SM 2000, ambos com 95cv, com versões para grãos. A posição de ambas no mercado é apenas marginal.

Fabricantes de colhedoras de cana-de-açúcar são as empresas Santal, Caetano Branco, Dedini, Motocana, Jacto e FMC. A Santal é a líder de vendas com um sistema de limpeza da cana picada, patenteado como Rotor I, II e III. A Dedini iniciou suas atividades através de uma associação com a Toft Bross, da Austrália. Recentemente foi adquirida pelo grupo Ometto. Estas últimas fabricam colhedoras rebocadas e de tipo acoplado para colher café, além de atuarem na fabricação de implementos de aspersão para produtos químicos, especialmente defensivos. A FMC atua, também, na fabricação de defensivos. A evolução das vendas das colheitadeiras automotrizes é apresentada a seguir :

Tabela 5.4.2

## Vendas de Colheitadeiras Automotrizes

Ano	Quantidade	Ano	Quantidade
1978	3 665	1984	5 788
1980	5 808	1986	6 925
1982	3 591	1988	4 795

Fonte: Maxion

Em 1989 foram fabricadas cerca de 4 000 colheitadeiras para grãos. O mercado de colheitadeiras para cana é muito pequeno, tendo sido vendidas 47 unidades em 1982, 10 em 1983, 23 em 84 e 61 em 1985. Exportações de colheitadeiras são pouco expressivas. Entre 1984 e 1988, foram exportadas 553 máquinas por ano em média, sendo a maior parte em 1988, 803 colheitadeiras mecanizadas. A exportação representava 9 por cento da produção total, em 1984, passando para 14 por cento, em 1988. Estas máquinas deixaram de ser importadas na segunda metade da década passada. Até 1975, no entanto, entravam no país mais de mil unidades combinadas automotrizes. As mais comuns eram as da Ferguson 201 e 102, Claas 2400, Thompson e Toft-Robot 300, projetadas e desenvolvidas na Austrália. A capacidade de fabricação da indústria está estimada em torno de 11 a 12 mil unidades ano (um só turno) podendo aumentar, se se levar em consideração a facilidade de adaptação da produção de tratores para colheitadeiras numa das maiores empresas.



### 5.5 A Mudança Técnica na Indústria de Colheitadeiras .

A fabricação de colheitadeiras é extremamente semelhante à fabricação de tratores. Trata-se de um típico processo de convergência pela base técnica. Algumas empresas fabricam, também, implementos para a agricultura. Os maiores fabricantes mundiais de equipamentos para agricultura, como a própria Maxion/Massey Ferguson, além da Deere, Fiat, Internacional e outras, atuam nos dois segmentos com certa desenvoltura, embora nem todos combinem o processo de fabricação dos dois produtos numa mesma planta industrial.

Historicamente, boa parte dos fabricantes de colheitadeiras, como a SLC, a Ideal e a Lavraile tiveram origem em pequenas manufaturas de implementos. Tal como estas, procuram se localizar estrategicamente perto dos usuários reais e potenciais. Com exceção da Santa Matilde, no Rio de Janeiro, as demais estão localizadas em estados cuja produção de grãos e cereais é expressiva, como Rio Grande do Sul e Paraná. As colhedoras de cana e café são fabricadas em São Paulo, próximas às áreas de cultura destes produtos.

A expansão das lavouras de soja para a região do Cerrado, em anos recentes, obrigou a maior parte das empresas a realizar importantes investimentos na área de comercialização de produtos. Nesse aspecto, as empresas que atuam na fabricação da linha completa (full line) de produtos apresentam vantagens, podendo beneficiar-se da infra-estrutura já montada para a distribuição dos outros produtos. Esta estratégia implica um aumento dos custos das empresas, custos que poderão ser

amplamente compensados com o aumento das vendas e da massa de lucros decorrentes da conquista de novos mercados.

A questão da proximidade com os usuários tem uma razão adicional. Trata-se da maior facilidade de desenvolvimento e de aperfeiçoamento destes produtos a partir de contato mais estreito com o usuário. No caso das colheitadeiras, o desempenho está estreitamente relacionado ao tipo de cultura, condições climáticas, desempenho e rendimento no campo, aspectos topográficos, características do solo, etc, de tal forma que o desempenho das máquinas varia sensivelmente se tais condições mudam. Uma enquete realizada entre usuários destes equipamentos, apresentada numa publicação especializada mostra os fatores que influem na escolha de uma colheitadeira, em ordem de importância: 1) tipo de cultura, de solo e configuração do terreno; 2) área de colheita e tamanho do estabelecimento; 3) assistência técnica e custos de manutenção; 4) características técnicas acessórias; 5) preços; 6) conforto (A Granja, Junho de 1985).

A especificidade dos sistemas de uso também influencia o trator, no entanto, este último é um equipamento mais genérico do que a colheitadeiras. O padrão de desenvolvimento tecnológico do primeiro, isoladamente, está fortemente relacionado às trajetórias descritas no segundo capítulo, com uma grande influência das inovações oriundas do complexo metal-mecânico, especialmente da indústria de autopeças.

Já a complexidade das colheitadeiras está estreitamente associada à especificidade dos sistemas de uso. Uma colheitadeira inclui componentes sensíveis como plataforma de corte, cuja operação depende das características da planta, sua compleição, e dos solos. A dimensão e

eficiência do sistema de trilha dos grãos têm estreita relação com o rendimento da colheita. As culturas agrícolas, por sua vez, deverão estar alinhadas e espaçadas adequadamente e as plantas devem ter determinados tratamentos culturais, o que supõe que tenha havido mecanização das etapas anteriores à colheita. Também em seu caso, a experiência obtida na tentativa de melhorar o desempenho da máquina em operação, atua como um estímulo encadeado "para trás", em direção à indústria e acabam por influenciar o nível de desenvolvimento do produto e mesmo o processo de fabricação.

Esse processo depende do nível técnico das diferentes culturas mecanizadas (e mecanizáveis). Além disso, está associado ao uso de insumos, em especial de defensivos ou similares biológicos alternativos, e sementes selecionadas. De certa forma o que ocorre é um potenciamento das diversas técnicas, mecânicas, químicas e genéticas, estas últimas por meio das sementes selecionadas. É como se ocorresse um encontro de trajetórias tecnológicas oriundas de diferentes indústrias criando um poderoso efeito de complementaridade que tende a reforçar um determinado padrão tecnológico. Essa complementaridade é reforçada pelas exigências da agro-indústria de transformação demandando produtos padronizados e de boa qualidade e pela presença de mercados secundários de commodities a nível internacional.

No caso da indústria de colheitadeiras brasileira, os projetos foram em geral transferidos da matriz para filial ou através de acordos tecnológicos ou *joint-ventures*. Este foi o caso da Santa, que os adquiriu da Case, da SLC com a Deere, da Ideal com a Fahr e com a

Harvester. A exceção ficou por conta da Agrale, que para fabricar sua pequena colhedora Lavrale, adquiriu o acervo técnico e produtivo de outro fabricante, Nora-Dalla Santa, também nacional. A Massey Perkins trouxe os projetos desenvolvidos por empresas coligadas no Canadá e na Inglaterra e o mesmo fez a New Holland, pelo menos até ser adquirida recentemente pela Ford. As colheitadeiras de cana-de-açúcar basearam-se em concepções e projetos trazidos da Austrália, país onde são utilizadas em maior escala.

Comparando-se o desenvolvimento das colheitadeiras com os modelos que são oferecidas no mercado internacional evidencia-se um descompasso entre a evolução tecnológica dos produtos. A alegação das empresas é que as máquinas são muito caras e o mercado brasileiro tem dificuldade de incorporar todas as inovações que são responsáveis pelo bom desempenho dos equipamentos no mercado externo. O principal problema, aponta para o funcionamento integral da máquina, que pode ser avaliado em termos do rendimento agrícola. No caso das máquinas brasileiras as perdas são maiores, cerca de 5 por cento contra 1 por cento na Europa, em especial as perdas no sistema de trilha e no de limpeza de grãos. Há problemas também no controle das plataformas de corte que, na Europa e EUA, já são associadas ao controle automático da altura do corte. A introdução dos componentes microeletrônicos ajuda a reduzir as perdas.

A redução nas perdas na atividade de colheita está associada diretamente ao aumento da margem de lucro sobre os custos na atividade agrícola, havendo uma forte pressão dos usuários sobre os fabricantes

para que as máquinas sejam aperfeiçoadas e para que proporcionem melhor performance. As perdas podem ser drasticamente reduzidas se houver um monitor de perdas, um dispositivo eletrônico que ajuda o agricultor a operar o equipamento. Esse monitor é composto por um mostrador, que fica na cabine e dois sensores, um colocado na peneira superior de limpeza, por onde são eliminadas as impurezas miúdas, com ajuda do ventilador, e outro colocado no saca-palhas. Os grãos desperdiçados batem no sensor, que envia as informações para a central de dados que também recebe as informações de um sensor de velocidade, orientando o ritmo de operação, tornando-a mais lenta ou mais rápida. Há, também, um outro tipo de controle eletrônico associado ao sensor que permite uma melhor adaptação da máquina às características dos terrenos, monitorando a altura da plataforma de corte automaticamente. Alguns fabricantes alegam que os principais obstáculos à sua introdução são o preço e a dificuldade de manutenção. As colheitadeiras fabricadas no país beneficiam-se da grande experiência derivada de anos a fio de uso das máquinas nas lavouras de arroz do Rio Grande do Sul e, mais recentemente, nas de soja e trigo.

As colheitadeiras destinados aos mercados externos incorporam componentes importados, que não são utilizados nos equipamentos destinados para o mercado interno. Trata-se de facilidades que até pouco tempo, estendiam-se a outras indústrias, como a automobilística. As colheitadeiras Massey Ferguson e New Holland são exportadas com sensores conectados a sistemas eletrônicos que melhoram o seu rendimento, diminuindo as perdas. Esta última empresa os oferece no mercado interno como acessório opcional, a um preço bem maior. A própria Maxion tem planos de fabricá-los no país.

Um estudo recente, realizado pela ESALQ e pelo IPT, com a colaboração de alguns fabricantes brasileiros aponta as principais tendências do mercado internacional e nacional de colheitadeiras. Uma das conclusões é que estas máquinas tendem a seguir características específicas de seus mercados, o que leva a uma tendência de desenvolver projetos que resultem em máquinas mais adaptáveis e flexíveis que aceitam alterações nos seus sub-sistemas, mudanças nos mecanismos e que permitem a incorporação de componentes (ESALQ/IPT, 1986).

As tendências apontadas para o mercado nacional são as seguintes: maior eficiência no processo de trilha e limpeza, maior volume do tanque graneleiro, redução de peso sem prejuízo da potência do equipamento, menores perdas de grãos, maior flexibilidade e maior automatização do controle da altura do corte, controle eletrônico para acompanhamento do desempenho da máquina em operação.

### 5.6 Competitividade e Desenvolvimento Tecnológico dos Tratores.

No processo de concorrência anteriormente descrito, além da potência do motor, outras características são levadas em consideração. A capacidade de tração - ou potência do motor - é uma espécie de variável síntese de diferenciação do produto e, embora não seja a única, orienta a competição entre empresas em segmentos específicos do mercado. Outras especificações técnicas que atuam como características diferenciadoras são: relação peso-potência, tração nas quatro rodas, largura da bitola, altura do vão livre, sistema de transmissão, faixas de velocidades, sincronização, sistema hidráulico - capacidade de levantamento - direção e sistemas de acionamento de tração, tipos de engate, largura da bitola e especificações associadas ao motor - número de cilindros e potência nominal.

Em conjunto, estas especificações técnicas ajudam a definir o produto final, acentuando ou modificando suas características dentro das diferentes faixas de potência. Contribuem para diferenciar o produto final, permitindo o desdobramento em novas versões de um modelo básico, que já tenha sido aceito pelo mercado. Isso é o que acontece com as versões de tratores 4X4 de várias marcas, que surgiram de modificações em projetos que já haviam alcançado sucesso comercial /4/.

O que determina se um trator vai ser aceito pelos consumidores e usuários é o seu "desempenho operacional", segundo jargão adotado por engenheiros e pelos fabricantes brasileiros. Este desempenho pode ser avaliado por alguns parâmetros relacionados à presença das melhorias mencionadas. Entre os fatores que influem no desempenho de um trator, as empresas arrolam:

- potência máxima desenvolvida na TDP (tomada de potência no motor), que possibilita a avaliação do comportamento do motor;

- potência máxima desenvolvida na barra de tração, avaliada quando o trator está ligado aos implementos;

- relação entre as potências máximas na barra de tração e da TDP do motor, que permite inferir a eficiência da conversão de potência do motor em capacidade de produzir trabalho de tração com implementos; indica, também, se estão ocorrendo perdas ao nível do sistema de transmissão;

- reserva de torque, que permite ao operador do trator superar as variações no terreno, sem ter que passar a marcha;

O aperfeiçoamento tecnológico do trator pode ser encarado como atividade rotineira dentro das firmas mas, em certas ocasiões, exige a realização de tarefas absolutamente inéditas. Em geral, se integradas à rotina de produção, período após período, estas atividades acarretam despesas que podem ser previstas e incorporadas ao cálculo econômico de curto prazo, como gastos com a mão-de-obra empregada nas atividades de desenvolvimento de produtos ou gastos incorridos na construção e testes com protótipos.

Este aperfeiçoamento também impõe alterações no ferramental utilizado no processo fabricação do produto, ao longo das linha de produção, acarretando gastos que não podem ser totalmente previstos com antecedência. Em outras palavras, introduzir certas melhorias significa alterar o processo de fabricação do produto, pelo menos no ponto em que a melhoria foi introduzida, mudar o ritmo da linha de montagem, alterar



estoques de matéria-primas e as compras de componentes é a relação entre instrumentos de produção e a mão-de-obra.

Isso é o que acontece na indústria de tratores quando, por exigência de alteração de projetos, ou por problemas de fornecimento de componentes para a montagem de novos produtos ou produtos melhorados, modificam-se as dimensões dos componentes importantes, como a caixa-de-câmbio, mecanismos hidráulicos, eixos traseiros e dianteiros.

Um dos componentes mais importantes e sensíveis é a caixa de câmbio. Uma modificação no tamanho dos tratores quase sempre impõe alteração neste componente o que, por sua vez, torna obrigatório fazer o redimensionamento dos projetos e, muitas vezes, de redesenhá-los. Se o processo de produção é mais verticalizado, a alteração radical de um modelo, por meio de inovações incrementais ou melhorias, ou mesmo o lançamento de um trator novo, implica transtornos consideráveis nas linhas compartilhadas por mais de um produto, atrasando a velocidade de montagem final, a não ser que sejam introduzidas ilhas ou sistemas flexíveis de produção. Na CBT, onde o "layout" automatizado é mínimo, seu produto é resultado basicamente de acréscimo de operações com o aproveitamento das mesmas linhas de montagem.

Observe-se que boa parte do esforço de desenvolvimento de produtos novos envolve não só a atividade de concepção de um projeto básico, seu **design**, mas também da fabricação de protótipos fora da linha, construídos de forma artesanal. Esses protótipos necessitam de ferramentas adequadas, máquinas específicas, testes de campo onerosos e

campo prolongados e onerosos, além da fabricação de um razoável número de peças não seriadas, num processo que pode levar vários anos.

A essência do que se está pretendendo demonstrar é que mesmo mudanças e melhorias mais simples têm implicações importantes "para trás" repercutindo ao nível do processo de fabricação, especialmente tratando-se de sistema de montagem de produtos relativamente complexos. Na realidade, criam-se ligações importantes entre melhorias incorporadas no produto e o processo produtivo, revelando a existência de uma espécie de "fluxo tecnológico", dificilmente quantificável, entre produtos melhorados e o processo industrial de produção.

Esse encadeamentos vão sendo enriquecidos por novas formas de aprendizado pela experiência no processo produtivo, podendo até vir a se transformar-se rotinas criativas, especialmente se a organização da produção for suficientemente flexível para dar margem a criatividade da mão-de-obra e da engenharia de fabricação.

Na realidade, o padrão de mudança tecnológica na indústria de tratores está fortemente relacionado ao processo de aprendizado pela experiência, *learning by doing*, e à dinâmica de aparecimento/solução de problemas comuns em indústrias que se dedicam a montar sistemas mecânicos relativamente complexos, não só a indústria de tratores. Neste caso, os encadeamentos tecnológicos manifestam uma orientação muito clara, antecipando uma espécie de rota ou trajetória de mudanças possíveis.

Mesmo a adaptação de projetos desenvolvidos externamente, fora da empresa, ou através da cópia imitativa, pode desencadear efeitos de tipo dinâmico, exigindo a mobilização de recursos extraordinários e a

realização de investimentos de alguma relevância no processo produtivo. No caso dos projetos acabados, em geral trazidos por multinacionais, a mesma cadeia de efeitos tecnológicos ocorrerá, embora sem o impacto econômico e tecnológico que teriam se que se todas as etapas de pesquisa e desenvolvimento fossem realizadas internamente.

Quando se trata do lançamento de uma nova linha de produtos ou de melhoramentos que representam a incorporação de avanços técnicos significativos, a mobilização de recursos representa um esforço ainda maior. Se o novo produto for projetado e desenvolvido pela própria empresa, tempo e custos envolvidos serão ainda maiores. A nova linha de tratores de grande porte da Maxion, com mais de 110 cv, por exemplo, levou quatro anos entre as fases de projeto, construção de protótipos, testes de campo e o lançamento dos produtos, ao final de 1989.

Nessas circunstâncias, a incerteza associada à inovação e ao investimento é bem maior do que no caso da mera adaptação de projetos. Essa incerteza está associada ao aumento de riscos dada a possibilidade de um dos concorrentes adiantar-se, lançando modelo mais aperfeiçoado, ou ao aparecimento de outra inovação que torne a atual obsoleta. O risco, no caso, é grande pois refere-se a equipamentos, bens de capital, que têm um determinado tempo de vida útil e que estão sujeitos à deterioração e perda de valor, pela mera passagem do tempo ou/e pelo uso.

O surgimento de um melhoramento ou de uma inovação superior ameaça as anteriores com o agravante que estas podem ter representado um considerável esforço de investimento. Da mesma forma, ameaça produtos e processos, equipamentos e ferramental envolvidos no seu processo de

fabricação. Envolve, também, o risco associado a todo lançamento de produto novo, o de não ser bem aceito pelo mercado, mesmo que bem sucedido do ponto de vista técnico.

Ao longo de sua história no país, os fabricantes de tratores procuraram obter capacitação tecnológica para enfrentar a concorrência realizando associações de caráter temporário, acordos de transferência de tecnologia e **joint-ventures** com fornecedores de tecnologia, em geral empresas estrangeiras. A Agrale, frequentemente citada como exemplo de empresa genuinamente nacional, fabricante de tratores com tecnologia "crioula", recorreu várias vezes a acordos deste tipo para absorção de tecnologia. No caso de filiais de empresas multinacionais, a tecnologia é transferida internamente, entre matriz e filial, ou através das firmas associadas estabelecidas em outros países. A Massey Perkins utilizava projetos de tratores desenvolvidos por suas associadas na Inglaterra, modificando-os e adaptando-os para o país. O mesmo se pode dizer da Valmet, em relação aos projetos desenvolvidos na Finlândia, e da Ford, em relação aos projetos vindos dos Estados Unidos e da Inglaterra.

Inovações de produto na indústria de tratores podem ser consequência de melhorias e inovações que ocorreram em outras indústrias do complexo metal-mecânico, como a automobilística. Atualmente, algumas das inovações mais importantes são difundidas desde indústrias que fornecem os insumos principais, como os termoplásticos e os novos materiais, especialmente cerâmicas para motores e novas combinações de ligas metálicas, além de vidros, lâmpadas, etc. A Maxion, por exemplo, anuncia que já está usando disco composto de material "ceramético" nos sistema de embreagem dupla dos tratores MF297 e 299. A Fras-le, Agrale e

Agrale recentemente inaugurou uma nova unidade onde pretendem fabricar plásticos reforçados em fibra de vidro, para uso em componentes de tratores bem como em cabines de seus caminhões.

Há, também, um fluxo contínuo de inovações derivadas dos fabricantes de auto-peças. São inovações normalmente incorporadas aos produtos. Estas inovações são compartilhadas pela automobilística e pela indústria de veículos e de equipamentos pesados e os aperfeiçoamentos posteriores têm chance de difundir-se por todo o complexo de indústrias unidas pela mesma base tecnológica. Mas há, ainda, um outro padrão de mudanças técnicas cuja dinâmica depende das relações que se estabelecem entre os usuários, agricultores tecnificados, e o fabricante do trator. O trator, junto com os seus implementos, vai ser utilizado em diferentes situações, diferentes solos e climas, o que significa que sempre há necessidade de alteração, mesmo que mínimas, na sua concepção do produto. A realização de testes com o conjunto trator/implemento, testes que se iniciam logo após a fase de construção dos protótipos, chegam a assumir o caráter de atividades rotineiras dentro das indústrias. Este padrão de mudanças será comentado no item seguinte.

### 5.7 Rotas de Desenvolvimento Tecnológico das Máquinas Agrícolas.

Ao comentar-se a sucessão e o encadeamento das atividades que compõem o processo de fabricação de tratores usou-se noção desenvolvida no estudo do Cientec, de "rotas tecnológicas de produção". Uma concepção semelhante, de rotas tecnológicas de desenvolvimento do produto, foi utilizada no mesmo trabalho para descrever a sequência de atividades que conduzem ao desenvolvimento de um novo produto ou ao aperfeiçoamento de um produto já existente na indústria de equipamentos para agricultura.

Nesta sequência, as atividades encontradas são: pesquisa, design (concepção), dimensionamento, elaboração de desenhos e testes com protótipos. O objetivo, tal como no caso da rota de produção é o de permitir uma avaliação no grau de complexidade de cada uma das etapas, das dificuldades encontradas em cada uma delas e se estas dificuldades estão associadas a descontinuidades. Além das etapas mencionadas, este estudo incluiu, também, uma avaliação da assistência técnica, ainda que esta formalmente não faça parte do conjunto das atividades de PeD. No entanto, as atividades de assistência técnica permitem às empresas, ao mesmo tempo que prestam serviço aos usuários, acompanhar o desempenho operacional dos tratores e demais equipamentos, especialmente quando incorporam melhorias, podendo se constituir numa importante fonte de informação para o desenvolvimento dos equipamentos agrícolas.

Embora a este estudo esteja basicamente voltado para análise de equipamentos de grande valor unitário, os tratores de rodas para a agricultura e as colheitadeiras automotrizes, é necessário avaliar, também, o desempenho de implementos associados. Não é surpresa constatar

que as atividades de desenvolvimento dos tratores e colheitadeiras são executadas em um nível tecnológico muito superior ao dos implementos. Apesar de não realizarem pesquisas, fabricantes de implementos procuram subsídios para o desenvolvimento dos produtos em firmas de consultoria. Além disso, de uma forma mais ou menos sistemática, tanto os fabricantes de implementos quanto os fabricantes de tratores e de colheitadeiras procuram obter informações sobre o desempenho dos seus equipamentos junto aos usuários, os agricultores, procurando utilizar os canais de distribuição e de revendedora, através dos quais normalmente é oferecida a assistência técnica. Como fabricantes de implementos são mais integrados ao ambiente sócio-econômico próximo, costumam manter uma troca de informações com os agricultores usuários bastante eficaz.

Na realidade, os fabricantes de implementos têm sua história associada a certas regiões e à expansão de certas culturas, assimilando melhor as necessidades dos agricultores próximos, o que ajuda a tornar os seus implementos extremamente funcionais, embora não dêem muita importância a aspectos como durabilidade e segurança, por exemplo.

Além disso, a localização das suas plantas industriais é extremamente descentralizada, ficando apenas as grandes montadoras de tratores na periferia dos grandes centros urbanos /5/. A regionalização da indústria torna mais fácil a cópia de projetos entre empresas. Quando há incorporação de uma série de pequenas melhorias, em geral resultantes do esforço de adaptação dos equipamentos às características dos usuários, pode-se falar em "cópia inovativa".

Na realidade, é através do esforço de adaptação que se define a funcionalidade da máquina em relação às atividades agrícolas. Note-se

que a cópia de procedimentos e produtos mais complexos é a forma utilizada por muitas empresas para obter capacidades e competitividade nos mercados em que atuam. Essa possibilidade encontra limites bem claros, que aparecem como descontinuidades tecnológicas.

Em outras palavras, a progressão por meio da simples cópia e mesmo através da cópia criativa encontra barreiras quando os fabricantes de equipamentos mais simples tentam passar a fabricar produtos mais complexos. Alguns fabricantes de implementos conseguem dar este salto, como ocorreu com a Baldan e a Marquezan em relação a semeadeiras e equipamentos de plantio direto. No entanto, as barreiras tecnológicas que se colocam entre implementos e tratores funcionam como forte elemento de dissuasão dentro da própria indústria. As descontinuidades mais comuns aparecem nas fases de engenharia de produto e assistência técnica (Cientec, 1983).

Além disso, existem barreiras tecnológicas importantes entre motocultivadores (e microtratores) e tratores de médio e grande porte. As empresas que conseguem superar essas descontinuidades geralmente valem-se da ajuda de empresas entrantes na indústria, através de acordos de cooperação técnica, como ocorreu recentemente com a Agrale, que buscou apoio da Renault e da Deutz, e da SLC que o fez com a Deere. Na ausência desta solução resta a opção de realizar um grande esforço de investimento e/ou buscar apoio de instituições governamentais, como BNDES e FINEP, caminho que foi seguido pela Maxion e pela Muller.

Entre as atividades de engenharia do produto, a operação mais frequentemente realizada é a elaboração de desenhos, em geral muito bem



executados. No processo de desenvolvimento dos implementos de maior complexidade, como semeadeiras, os projetos básicos são concebidos na própria empresa e estão voltados para aspectos de funcionalidade do produto. O desenvolvimento de tratores e colheitadeiras é um processo bem mais sofisticado, em geral é realizado pelas próprias empresas que contam com equipamentos especiais, e com mão-de-obra especializada e capacitada para executar estas atividades. Todos os fabricantes de tratores e colheitadeiras selecionados pela Fundação Cientec possuíam departamentos de engenharia de produto e tinham capacidade para realizar as operações acima mencionadas. De acordo com o CIENTEC, o design é a fase que depende menos do desenvolvimento interno, "uma vez que a maioria dos produtos são aperfeiçoamentos de modelos desenvolvidos por terceiros" (pg. 70).

É possível que à época em que foi realizada a pesquisa, em 1982, essa avaliação refletisse a situação dos três ou quatro fabricantes de tratores instalados no Rio Grande do Sul, devendo-se levar em conta que a divisão de tratores da Massey ainda estava sendo transferida de São Paulo para Canoas, na periferia de Porto Alegre.

No caso dos grandes equipamentos, algumas empresas emgajaram-se num grande esforço para obter autosuficiência no desenvolvimento de seus projetos básicos. Entre estas encontram-se a Maxion, a Muller e a CBT. No entanto, as restantes trazem os seus projetos de fora do país. Uma descrição aproximada de alguns fatos relacionados ao desenvolvimento do produto aparece no quadro abaixo:

Quadro 5.7.1

Perfil Médio das Indústrias de Equipamentos Agrícolas no RS  
(Estrutura do Produto)

	1976	1982	1988
<b>1.Procedência Tecnológica</b>			
Implementos Complexos	Própria 41%	Própria 55%	Própria 60%
Tratores, Colheitadeiras	Própria 67%	Própria 67%	Própria 75%
<b>2.Aperfeiçoamentos Realizados nos Dois Últimos Anos</b>			
Implementos Complexos	de 4 a 10	+ de 10	+ de 10
Tratores, Colheitadeiras	de 4 a 10	+ de 10	+ de 10
<b>3.Departamento de Engenharia do Produto</b>			
Implementos Complexos	72%	68%	65%
Tratores, Colheitadeiras	100%	100%	100%
<b>4.Número de Engenheiros</b>			
Implementos Complexos	2	3	(*)
Tratores, Colheitadeiras	12	15	(*)
<b>5.Produtos Alternativos</b>			
Implementos Complexos	não (68%)	não (68%)	não (56)
Tratores e Colheitadeiras	não (100%)	não (67%)	não (60%)

Fonte: Fundação CIENTEC

Obs: Os dados para 1976 e 1982 são do Cientec; os dados de 1988 foram apurados para esta pesquisa, reproduzindo a metodologia do CIENTEC.

(\*) Não foi possível apurar o dado.

Uma das atividades de desenvolvimento de produto mais bem sucedida é a de testes com protótipos. Segundo o Diagnóstico, estes testes vêm sendo executados de forma cada vez mais minuciosa e têm conseguido melhorar o desempenho, tanto dos tratores e colheitadeiras, quanto dos implementos mais sofisticados. Esse esforço frequentemente

leva a sucessivas correções nos protótipos, exigindo modificações nas etapas anteriores de desenvolvimento do produto. Quando estas correções são frequentes algumas firmas tendem a sistematizá-las e incorporá-las como rotinas, criando-se uma ligação entre estes ensaios e testes e as fases anteriores de PeD. Até um certo ponto, o desempenho do trator pode ser avaliado através dos ensaios repetidos com trator. Os fabricantes mais capacitados não se arriscam a efetuar um novo lançamento sem realizar estes testes. Segundo o Cientec:

"Teste com protótipos são executados de forma minuciosa, com o objetivo atingir a performance desejada, através de correções nos protótipos e no projeto, sendo que já se verifica, nesta categoria, a realização de testes de performance continuada e de desempenho nas interfaces máquina-solo, máquina-planta e máquina-homem" (pg 71).

Os "testes de performance continuada" permitem que a firma vá adquirindo capacidade tecnológica, impondo-se novas tarefas e atividades que exigem soluções criativas. Com uma maior sistematização dessas atividades, a firma pode passar a executar, também, os ensaios de performance continuada que, pouco a pouco, passam a constituir rotinas criativas, tal como foi sugerido na primeira parte desta dissertação. Se o desenvolvimento de um novo produto inclui todas as atividades acima mencionadas, desde as fases iniciais de projeto até a assistência técnica, o tempo envolvido no lançamento de um produto inovado é de varios anos, tornando os gastos com desenvolvimento de produtos bastante altos.

As atividades de assistência técnica, por sua vez, acabam reforçando as atividades de desenvolvimento dos equipamentos. Usuários

de implementos normalmente recebem assistência técnica de equipes da própria indústria, mediante consulta ou durante visitas de inspeção que as empresas realizam aos agricultores. Já a assistência técnica para tratores e colheitadeiras é, em geral, executada pelos distribuidores, que mantêm estoques de peças de reposição e equipes de mecânicos que são treinados pelas indústrias, periodicamente. As grande empresas mantêm estas equipes em contato com seus departamentos de engenharia de produto e de fabricação, procurando assimilar os problemas apresentados por estas máquinas em funcionamento.

Ao procurar organizar seus mercados de revenda, através da rede de revenda e serviços de assistência técnica, os produtores industriais têm acesso a um importante canal de transmissão de informações. Esse canal permite identificar, desde a necessidade de reposição de peças e componentes, até os problemas que se apresentam quando o equipamento é usado e servem para orientar o aperfeiçoamento tecnológico. Se, além de um bom sistema de distribuição e assistência técnica, as empresas desenvolverem alguma forma de capacitação em PeD, executando atividades de concepção de projetos, desenho e dimensionamento, estas informações poderão gerar formas de aprendizado pelo uso.

A condição necessária para que uma firma beneficie-se de efeitos cumulativos do aprendizado depende da frequência dos contatos entre os produtores e os usuários. Além disso, a empresa precisa ter capacidade para transformar a informação obtida em conhecimento, de maneira algo sistematizada e contínua, sob o risco de não conseguir

aproveitar as vantagens que a aproximação com o usuário possibilita, transformando-as em economias internas às empresas.

Esse tipo de interação entre a indústria e os usuários dos seus produtos também pode ser estabelecida diretamente com alguns tipos especiais de agricultores, que se dispõem a testar equipamentos novos ou aperfeiçoados em suas propriedades e acabam constituindo-se numa fonte informal de prestação de serviços, transmitindo às empresas informações tecnológicas sobre o desempenho da máquina. Os grandes fabricantes, além de manter centros de pesquisa, onde realizam testes e ensaios, costumam recorrer a este tipo de serviço.

Os fabricantes de implementos e de colheitadeiras, mais do que os de tratores, valem-se da proximidade física aos sistemas de produção agrícolas para obter as informações relevantes, ainda que o façam de forma mais empírica e improvisada do que os fabricantes de tratores. No entanto, conhecem os usuários de perto, bem como suas necessidades o que, de certa forma, garante acesso privilegiado a estes mercados.

A incorporação de melhorias significativas aos implementos também podem induzir modificações no trator. Um exemplo interessante ocorreu há alguns anos, por ocasião do lançamento do equipamento de "plantio direto", cuja concepção evoluiu de uma simples plantadeira. Sua vantagem está na capacidade de dispensar algumas das fases iniciais de preparo do solo, evitando a operação com implementos pesados, como grades, que ocasionam problemas de desgaste e erosão do solo. Projetado junto com o IAPAR e Universidades, este equipamento é oferecido por vários fabricantes entre Semeato, Lavrale, Baldan e Marquesan que, aparentemente, não encontram problemas para projetá-lo e construí-lo. O

seu uso, no entanto, impõe pequenas adaptações nos tratores, para que a operação de plantio seja mais eficientemente realizada.

O equipamento de "cultivo mínimo", também um desenvolvimento da engenharia agrícola, funciona mais adequadamente quando acoplado à dianteira do trator, exigindo inversão no sistema de engate. Observe-se que estes dois equipamentos, de plantio direto e de cultivo mínimo, supõem novas concepções sobre cultivo agrícola e implicam mudanças no uso de outros insumos modernos, induzindo um maior uso de herbicidas, ou produtos alternativos.

A reposição de peças, associada aos serviços de assistência técnica, também desempenha um papel muito importante para as grandes empresas que estão procurando constantemente aumentar a competitividade frente aos concorrentes. Além disso, o faturamento com vendas de peças aumenta em termos relativos, nos períodos de depressão da demanda, como no período 1981/83, e após 1987, especialmente se a frota de tratores possui idade muito avançada. Esta reposição de peças constitui serve como indicador da capacidade de reposição de vendas dos grandes tratores.

## Notas

/1/ Boa parte dos dados e considerações contidas neste capítulo foram obtidos junto a empresas ao longo de vários anos, em entrevistas realizadas com diretores, engenheiros e técnicos que atuam em atividades de desenvolvimento de projetos e na fabricação de produtos. Além disso, utilizou-se relatórios de associações como ANFAVEA, SINDIMAQ e ABIMAQ e pesquisas como a da Fundação de Ciência e Tecnologia do Rio Grande do Sul (Cientec), utilizada como referência para uma posterior atualização de dados. Qualquer erro nestes dados não é responsabilidade desta Fundação.

/2/ A Komatsu Dresser do Brasil fabrica, além de tratores de esteira e motoniveladoras, escavadeiras hidráulicas, guindastes e caminhões fora-de-estrada.

/3/ Ao final da década de setenta a Massey controlava 37 por cento do mercado mundial de tratores com menos de 100 cv enquanto, a Deere ficava com menos de 7 por cento e a Harvester com 10 por cento. Posteriormente, a Deere aumenta sua participação e a Harvester passapor dificuldades financeiras que culminam com sua absorção pela Case. Relatório Booz Allen Hamilton, 1984.

/4/ Este procedimento é bastante comum com tratores até 110 ou 120 cv. Acima desta faixa de potência, a tração 4X4 é uma exigência técnica do produto, que na sua ausência começa a apresentar problemas operacionais que comprometem o seu desempenho irremediavelmente.

/5/ No Rio Grande do Sul, a Maxion mantém apenas a fábrica de tratores em Canoas, ficando as outras unidades em Santa Rosa, onde fabrica também as colheitadeiras Ideal. A SLC localiza-se em Horizontina, cidade que deve sua expansão à esta empresa. A Agrale, em Caxias do Sul, também é uma empresa cuja origem está associada tanto ao desenvolvimento da pequena agricultura praticada por imigrantes, quanto à industrialização desta região, em especial à existência de um polo metal-mecânico regional. Em São Paulo, as ligações da indústria com a agricultura são bem conhecidas, destacando-se a CBT em São Carlos e inúmeras empresas fabricantes de implementos no interior, entre as quais a Baldan e a Marquezan, ambas em Matão, que desenvolveram forte ligação com os grandes fabricantes de tratores.

Veloz de mano en mano, cresce el tractor y pasa  
a ser un movimiento de titán laborioso,  
un colosal anhelo de hacer la espiga rasa,  
fértiles los baldíos, dilatado el reposo.

.....  
Ya va llegar el día: aquél día profundo  
en que sea el minuto jornada suficiente  
para hacer el tractor capaz de arar el mundo.

#### La Fábrica-Ciudad

Versos extraídos do poema "La Fábrica-Ciudad", de Miguel Hernández, poeta espanhol, e que fazem parte do seu livro "El Hombre Acecha" (1937-1939).



Parte VI  
Inovações de Produtos na Indústria de Equipamentos e Inovações de  
Processo na Agricultura: Efeitos Tecnológicos Encadeados.  
(Conclusões)

6.1 Trajetórias Tecnológicas e Formas de Concorrência.

Este trabalho procurou acompanhar a evolução tecnológica dos equipamentos e das máquinas agrícolas, desde sua concepção inicial como projeto, passando pelo processo de fabricação, ao longo do qual são incorporadas melhorias e inovações incrementais, até sua comercialização e seu desempenho na atividade agrícola, onde representa um investimento para quem o compra e, frequentemente, uma inovação de processo para quem o utiliza.

Inicialmente pretendeu-se apresentar fatores que influenciam o progresso técnico na indústria e, mais concretamente, sobre o que leva empresas fabricantes de equipamentos agrícolas a desenvolver inovações de produto e incorporar inovações de processo. Destacou-se a existência de um padrão tecnológico incremental específico a esta indústria e seus produtos, que ao longo do tempo forma uma trajetória de inovações e melhorias.

A trajetória é determinada por três elementos: 1) economias de escala e de tamanho dos equipamentos; 2) economias de aprendizado adquiridas por meio da experiência nos processos de fabricação (**learning by doing**) e no uso (**learning by using**); 3) existência de marcos de referência (**guidepost**) para desenvolvimento de projetos básicos, ou **designs**, que servem de orientação para o desenvolvimento tecnológico dos produtos.

O conteúdo incremental do desenvolvimento tecnológico assegura trajetórias contínuas, onde componentes de regularidade atuam fortemente. São componentes de regularidade e continuidade destas trajetórias a alta relação capital-produto desta indústria, a presença de ativos fixos a nível das empresas e a característica de durabilidade dos equipamentos agrícolas, os três fortemente associados ao processo de investimento e às decisões de investir. Note-se que a atividade inovativa tanto pode ocorrer antes de investir, sendo neste caso um investimento inovativo, quanto pode se desenvolver junto a atividades rotineiras e, neste caso, seus custos confundem-se com os custos correntes, incluindo-se os custos operacionais.

Observando-se a indústria de equipamentos agrícolas e, mais especificamente a de tratores, destaca-se um fluxo de melhorias e de inovações que vem desde o complexo metal-mecânico - mais precisamente, desde a indústria automobilística e de autopeças - e são incorporadas como componentes nas máquinas agrícolas, dependendo apenas do nível de gastos das empresas com estes itens.

Por outro lado, na medida em que essas inovações vão compor os sub-sistemas de um conjunto mecânico mais complexo como tratores e máquinas de colher automotrizes, qualquer modificação que incorporem, especialmente de tamanho, pode ocasionar mudanças nos designs dos produtos, além de provocar alterações no seu processo de fabricação. Esta interação entre as melhorias e o processo produtivo é fonte de processo aprendido já citado anteriormente, o *learning by doing*.

Melhorias incorporadas aos bens de capital para a agricultura só podem ser inteiramente avaliadas depois de algum tempo de uso. Embora

o trator seja um equipamento mais genérico do que máquinas de colher automotrizes, quando integrado aos implementos, desempenha funções específicas ligadas às diferentes etapas - preparo, semeadura, tratos, etc - do processo de produção agrícola. Por isso, para saber se os aperfeiçoamentos introduzidos resultaram em avanços, a indústria, além dos testes de fábrica e da manufatura de protótipos, precisa receber informações sobre desempenho do produto no campo.

Daí, coloca-se como necessidade, o desenvolvimento de formas específicas de interação entre produtores e usuários, que se iniciam com a captação de informações junto aos agricultores através das atividades de assistência técnica e dos canais de distribuição convencionais da indústria.

Posteriormente, essa interação pode evoluir para a criação de atividades específicas de acompanhamento, dentro dos departamentos de desenvolvimento de produto, ensejando a elaboração de rotinas dinâmicas de aprendizado através do uso.

O conhecimento produzido assim, só pode ser transformado em novos produtos se a indústria mantiver contato com os usuários. Trata-se de um conhecimento sobre novas oportunidades tecnológicas associadas às necessidades dos usuários, portanto, de uma qualificação da demanda.

A condição necessária para que se manifestem os efeitos cumulativos do aprendizado, fortalecendo, portanto, a posição de um determinado fabricante frente à concorrência, é que este disponha de adequada rede de distribuição e ofereça serviços de assistência técnica eficientes, de tal maneira que estreite ao máximo suas relações com os

clientes e, em consequência, tenha capacidade de transformar informações em conhecimentos e melhorias, através das atividades de P&D.

O interesse da indústria pela interação produtor-usuário é reforçado pelo fato de a capacidade de apropriação das inovações nos equipamentos agrícolas permanecer com a indústria, aumentando a sua competitividade. As vantagens para os produtores de equipamentos são diversas e induzem a indústria a tentar organizar suas relações com os usuários de forma a poder avaliar sua capacidade de incorporar novos produtos e melhorias, continuamente. Como observa Lundvall, problemas e gargalos que se aparecem à medida que os produtos vão sendo usados, representam mercados potenciais para a indústria e permitem que esta oriente a capacidade de diferenciação de seus produtos através da qualidade.

Aliás, tal como no caso de outros em outros bens de capital com algum grau de complexidade, o desempenho de tratores, colheitadeiras e de alguns implementos só pode ser avaliado após certo tempo de uso, quando se manifestam os defeitos e problemas - os gargalos a que se refere Rosenberg - no conjunto ou nos sub-sistemas, incluindo as auto-peças.

As características de desenvolvimento tecnológico na indústria de tratores vão reforçar certos padrões de concorrência e fortalecer estratégias que se baseiam na diferenciação de produtos, através da introdução de melhorias e inovações que funcionam como mecanismos de seleção no mercado. A forma mais importante de competição entre os fabricantes é viabilizada pela incorporação de qualidade, que depende de inovações incrementais e pequenas melhorias acrescentadas aos produtos.

Estas inovações voltam-se, cada vez mais, à adaptação dos equipamentos a condições específicas de uso e à busca de funcionalidade do conjunto trator implementos.

Além da competitividade em preços e em qualidade, há uma outra forma de concorrência, representada pela confiança que os usuários têm no produto, o que depende do conhecimento estreito e do uso prolongado do equipamento, isto é, sua **moral performance**. Essa última forma de competição depende da espécie de serviços que acompanha o equipamento. Boa parte dos equipamentos duráveis relativamente complexos, como os tratores, as colheitadeiras e mesmo alguns implementos um pouco mais sofisticados, necessitam assistência técnica posterior à venda e uma oferta eficiente de peças de reposição.

Observe-se que bens de capital duráveis só revelam plenamente suas características quando usados intensivamente e com o passar do tempo. Muitas vezes, são necessários vários anos antes que se possa conhecer os seus "melhores serviços" e a melhor forma de manutenção dos equipamentos. Nesse sentido, a sua performance, "ex-ante", é altamente incerta. O aprendizado pelo uso ajuda determinar o que Rosenberg, chama de "características de desempenho ótimo" e os engenheiros de "desempenho operacional" destes produtos e em que medida essas características chegam a afetar o seu tempo de vida útil. Exatamente por isso, constitui uma forma de diminuir incertezas associadas a inovações em bens de capital.

Além disso, o processo de diferenciação que acompanha os bens de capital está estreitamente relacionado a um conjunto de possíveis melhorias que requerem grande familiaridade com "minúcias da sequência

produtiva", mencionadas por Hippel. Trata-se, na realidade, de uma forma de conhecimento especializado sobre detalhes das atividades produtivas que também proporciona aprendizado. A capacitação obtida através destes conhecimentos não advém de princípios ou métodos científicos, nem pode ser predizível a partir da observação de tecnologias análogas. Estas tecnologias são extremamente específicas, formando uma área de conhecimento especializado em torno de certos produtos e processos.

Observe-se que as relações entre usuários e produtores são relativamente seletivas e resistentes a mudanças. O grande volume de investimentos necessários para que a interação produtor-usuário funcione a contento é suficientemente grande e coloca-se como um obstáculo, uma espécie de **barreira dinâmica**, ao acesso de novos concorrentes ao mercado, influenciando a continuidade das trajetórias tecnológicas.

As características do progresso técnico na indústria de tratores e equipamentos reforçam a tendência de organização de mercados, empresas e consumidores. Essa organização pode se concretizar também com fornecedores de componentes e de autopeças - criando uma vasta área de especialização - em relação aos fabricantes de implementos e em relação aos usuários, através da rede de distribuição e de revenda.

A organização "para trás", em direção aos fornecedores de componentes, propicia algumas formas de aprendizado pela experiência, dado sua dependência da forma, tamanho e complexidade dos subsistemas que vão compor os tratores. Esse tipo de integração é, no entanto, mais claramente hierarquizada em relação à indústria automobilística, com a qual fabricantes de tratores dividem as encomendas de auto-peças.

Em relação aos fabricantes de implementos, a dominação da indústria de tratores é inequívoca. Esta última organiza fabricantes subcontratos para oferecer equipamentos sob a sua marca, para serem distribuídos em conjunto, através da *full-line*. Não só os fabricantes de implementos associados dependem de encomendas dos maiores fabricantes de tratores, como também as vendas de implementos destinados ao preparo, tratos, plantio e cultivo dependem das vendas de tratores (numa relação de quatro implementos vendidos para cada trator), sendo arrastadas pelas quedas de vendas de tratores em períodos de crise. Essa espécie de integração depende estreitamente de melhorias e inovações nos mecanismos e sistemas de engate, bem como nos subsistemas que transmitem a potência do motor para os implementos.

O progresso técnico na indústria de tratores, ao longo de mais de meio século, teve como referência a evolução de seus projetos básicos, ou seus *designs*, explorando até que toda a sua potencialidade fosse esgotada. Desta forma, do inovador projeto *Fordson* evoluiu-se para o *Famhall*, da *Harvester* e, no limiar dos anos 50, para o trator *Ferguson*. No intervalo, seguindo os padrões básicos de referência, o progresso técnico assumia sua feição incremental, até que a acumulação de experiência e conhecimentos ao nível de processo e desenvolvimento do produto levasse ao aparecimento de um novo marco de referência. Ao longo deste processo, os padrões de concorrência foram mudando, ocorreram inúmeras fusões e houve aumento da concentração.

A partir da II Guerra, os padrões de concorrência mostravam uma acentuada tendência à oligopolização em escala mundial. A crescente obtenção de economias de escala pelas empresas segue-se um processo de

estandardização dos projetos e padronização de suas componentes e peças, gerando divisão de tarefas dentro da indústria, que deixou, por algum tempo, a fabricação dos motores, na Inglaterra, e a montagem final, nos Estados Unidos. O objetivo final é a redução de custos. As fábricas e plantas industriais tornam-se, então, mais horizontalizadas, as empresas compõem-se com fabricantes de implementos e articulam suas vendas através da **full-line**.

Adicionalmente à busca de economias de escala na fabricação, os produtos apresentam tendência ao aumento de tamanho e potência, na medida em que aumentam a escala dos sistemas de uso na agricultura e que se procura abranger uma área cada vez maior, em menos tempo de trabalho. Além disso, os componentes vão demonstrando uma propensão a tornarem-se igualmente mais complexos. A introdução da tração nas quatro rodas, associada à tendência de usar um maior número de implementos confirma a evolução em direção a máquinas cada vez maiores. Apesar disso, desenvolvem-se novos modelos de tratores pequenos, para algumas atividades específicas, como fruticultura, jardinagem, etc. A tendência ao aumento da complexidade e tamanho verifica-se, também, em relação às máquinas colheitadeiras.

Enquanto a tendência à padronização internacional tende a diminuir o ritmo do processo de evolução tecnológica, congelando a evolução através de "marcos de referência", a necessidade de adaptação dos equipamentos às condições de uso continua sendo uma das fontes mais importantes de diferenciação qualitativa dos produtos.

Além disso, a tendência à estandardização mundial estimula outro tipo de capacitação tecnológica, ao estipular padrões e margens de



tolerância nas inovações de produto, o que pode funcionar como critério de seleção diante da variedade existente - diferentes produtos, de modelos e versões de tratores assim como fontes de demanda diferentes.

No entanto, é a partir do aspecto regional, no caso de grandes países, ou nacional, no caso de pequenos, que se desenvolve um processo de acumulação de competências por meio do aprendizado com o usuário. É neste nível que se dá a aquisição da experiência através de tentativas de solucionar problemas específicos que aparecem, tanto ao nível do processo de produção, quanto dos componentes utilizados. Ambos fenômenos reforçam a tendência à mudança incremental contínua e sustentada, que ajuda a qualificar o produto.

Observe-se que as tendências de desenvolvimento tecnológico que se manifestam ao longo das trajetórias na indústria podem reforçar e, até mesmo, dinamizar os padrões de concorrência mas também estão sujeitas a alterações, no caso de mudanças nas estruturas de mercado. Após a Segunda Guerra, pode-se identificar dois ou três grandes movimentos no mercado.

O primeiro movimento, após a Guerra, é de alargamento e expansão dos mercados dos países desenvolvidos e coincide com a consolidação do padrão Ferguson, o que dá um grande dinamismo à indústria.

O segundo movimento, que se inicia em meados da década de 50, apóia-se na referida busca de padronização e economias de escala e é responsável por um certo "endurecimento" das estruturas de mercado, ajudando a hierarquizar a participação das empresas em vários países.

Algumas empresas aproveitam este momento para buscar novas posições em novos mercados como Brasil, Argentina, Austrália, etc.

O terceiro movimento é claramente reestruturador. Ele se inicia por volta do final da década de 70 e envolve, não só os mercados de tratores mas, também, a indústria automobilística e os fabricantes de máquinas pesadas, de construção, etc. Nesta fase, que se estende aos dias atuais, observa-se um grande número de aquisições e fusões de empresas, reforçando os padrões oligopolizados. Alguns gigantes da indústria, como Harvester, cedem lugar a empresas como Case, que era apenas uma empresa de porte médio na década de 60, mas que soube explorar corretamente os nichos de mercado para crescer e torna-se, agora, um dos maiores conglomerados do setor.

Este terceiro movimento coincide com a difusão de tecnologias genéricas de ponta, principalmente da informática e em menor escala, dos novos materiais. A informática, extremamente transformadora com seus sistemas digitais de automação, dá certa flexibilização aos processos produtivos dentro das fábricas, sem abrir mão das vantagens de escala, enquanto eleva a produtividade de modo não convencional, abrangendo desde o gerenciamento administrativo da produção até a elaboração do projeto, feito com ajuda de computador. A evolução dos novos materiais acena com grandes mudanças ao nível da engenharia de produtos, sistemas e de componentes, ensejando o aparecimento de novos padrões de designs e modificando as atuais concepções que orientam os atuais projetos de tratores e equipamentos.

Apesar disso, a concorrência na indústria de tratores continua a se orientar pela possibilidade de diferenciação qualitativa dos

produtos dentro de diversos segmentos de mercado. É dentro das classes de potência que as empresas se orientam, procurando ganhar maior capacidade competitiva, incorporando melhorias e inovações. Mesmo que se orientem para várias faixas de potência, sempre haverá uma ou duas em que as empresas terão maiores vantagens competitivas.

Países como o Brasil, de dimensões territoriais continentais, apresentam reais chances de expansão para a indústria de máquinas agrícolas, na medida em que o potencial tecnológico e de mercado ainda foi pouco explorado.

As próprias trajetórias tecnológicas têm várias possibilidades de desdobramento. Podem seguir a atual rota de aperfeiçoamento de produtos oferecida pelo atual padrão de concorrência internacional - essencialmente padronizador - e/ou aproveitar a imensa possibilidade de incorporação de melhorias e de desenvolvimento de produtos, diante das exigências constantemente apresentadas pelos usuários agrícolas, dado o também imenso potencial de diversificação e modernização da agricultura brasileira. Pode-se mesmo dizer que o grande mercado potencial, a extensão continental, a heterogeneidade produtiva da agricultura brasileira, as idiossincrasias dos fabricantes locais e regionais e as capacidades já adquiridas pela indústria ao longo de um processo de evolução constituem a grande fonte de variedade face às possibilidades de seleção competitiva.

Os fabricantes manifestam inclinação, sempre reiterada, de orientar-se pela tendência de redução dos custos de produção que acompanha os movimentos de padronização. Observe-se, no entanto, que as estratégias de redução de custos de fabricação nem sempre coincidem com

a aquisição de capacidades tecnológicas relacionadas aos efeitos dinâmicos de encadeamento mencionados. Muitas vezes, esta redução dos custos pode ser acompanhada por um movimento de "horizontalização" da indústria, especialmente se esta indústria integrar internacionalmente suas etapas produtivas.

Este movimento pode levá-la a executar no país apenas as fases de montagem final e operações que agregam menos valor aos produtos. Isso pode corresponder, inclusive, a uma reação defensiva dos fabricantes, face à ameaça de perda de mercados e de compressão das suas margens de lucro. No momento, esta é uma das possibilidades reais que se apresenta à indústria brasileira de tratores e máquinas agrícolas, face aos possíveis encaminhamentos da política industrial e às facilidades de integração rápida e pouco exigente com empresas multinacionais radicadas em países vizinhos que sofreram, ao longo dos últimos quinze anos, violento desgaste produtivo e de mercado.

Essa possibilidade ameaça também segmentos de implementos e de equipamentos associados, extremamente dependentes dos destinos da indústria de tratores. Este segmento industrial mostra-se, atualmente, muito mais descentralizado e atua em estreita integração com segmentos da indústria metal-mecânica, também bastante regionalizados.

## 6.2 Padrões Intersetoriais de Geração e Difusão de Tecnologias.

Outra forma de abordar as trajetórias de inovações mecânicas é analisá-las a partir dos sistemas agrícolas, onde produtos industriais inovados ou que receberam melhorias vão transformar-se em inovações de processo. Por esta razão, as máquinas agrícolas são classificados como **equipment process**, que são equipamentos que provocam mudanças ao nível do processo de produção, segundo Lundvall(1988).

Em primeiro lugar, observe-se que a agricultura isolada não é capaz de gerar processo de dinamismo tecnológico, endógeno e sustentado. Isso decorre do fato de ser tecnicamente dependente das indústrias fornecedoras de equipamentos, insumos químicos, defensivos, fertilizante e sementes e da pesquisa realizada por universidades e pelo estado.

Mas é principalmente através da generalização dos bens de capital e insumos pelos diferentes sistemas agrícolas que são difundidas algumas das principais práticas que afetam o processo de produção e que aumentam a produtividade nesta atividade.

O uso rotineiro dos insumos químicos nas atividades agrícolas apresenta um "continuum" de problemas que, junto com a mecanização, passam a orientar uma rotina de procedimentos associados a certo padrão técnico. Trata-se do que se denomina **best practice capital goods e innovative intermediate inputs** (Pavitt,1984). No caso das sementes, o progresso técnico confunde-se, cada vez mais, com a introdução de inovações genéticas avançadas, desenvolvidas em laboratórios das universidades ou das grandes empresas.

Esses fatos sugerem a necessidade de se observar trajetórias de inovações para a agricultura a partir de uma visão intersetorial, utilizando-se a classificação apresentada por Pavitt. A agricultura enquadra-se no caso de padrões tecnológicos dependentes do fornecimento de inovações de outras indústrias, **supplier-dominated**, especialmente daquelas que operam com grandes economias de escala. Além disso, a agricultura é também dependente das inovações oriundas de fornecedores especializados e da atividade científicas.

Setores em que inovações originam-se na compra de equipamentos e insumos têm a sua dinâmica determinada desde fora. Neste caso, as inovações de processo são incorporadas através dos bens de capital e bens intermediários mais avançados. Este é o caso não só da agricultura, mas da indústria têxtil, de couro, etc.

Em certos setores (e mesmo indústrias) a dinâmica tecnológica depende do domínio intensivo da produção sendo, por isso, chamados de setores intensivos em escala, estando estreitamente relacionados à fabricação e montagem de equipamentos com algum grau de complexidade. Segundo Pavitt, este é o caso da indústria automobilística e da de autopeças, parte do complexo metal-mecânico, indústria de alimentos, vidro e cimento e da indústria de tratores e colheitadeiras.

Há, ainda, outro padrão tecnológico, que envolve fornecedores especializados e que pressupõe o contacto estreito entre fornecedores e usuários. Entre estes, incluem-se fabricantes de equipamentos mecânicos de precisão, incluindo alguns implementos modernos para a agricultura, como semeadeiras e equipamentos de irrigação.

Quanto ao padrão *science based*, este trata do conhecimento científico que orienta as trajetórias de inovações. É o caso da microeletrônica e de ramos da indústria química. Nessas circunstâncias, as atividades inovativas desenvolvem-se em laboratórios e centros de P&D. Em geral, são inovações com alta capacidade de difusão atravessando grande número de indústrias e mais de um setor, inclusive a agricultura.

Inovações de produto na indústria de equipamentos para a agricultura representam inovações de processo agrícola, resultando em aumento de produtividade das colheitas. Inovações de processo na produção de equipamentos, por sua vez, reduzem o custo de fabricação dos equipamentos, podendo esta redução ser transmitida para os preços. Note-se que a melhoria de qualidade dos equipamentos agrícolas pode representar estímulo tão importante quanto seu barateamento, na medida em que proporcionam um aumento do rendimento.

Em termos mais gerais, a competitividade dos produtos agrícolas depende, em grande parte, da existência de indústria de bens de capital moderna a montante.

As adaptações e modificações nas máquinas dependem do conhecimento dos processos de produção e atividades agrícolas. Importa saber, por exemplo, se o equipamento destina-se a operar em ambientes diferentes dos quais foi projetado e a que finalidade se destina - se, por exemplo, são equipamentos para colher pequenas sementes, flocos de algodão ou espigas de milho, que tendem a tombar quando a máquina passa. Equipamentos próprios para solos arenosos não funcionarão em solos argilosos, exigindo modificações de desenho e na composição dos materiais. Tratores e colheitadeiras projetados para funcionar em climas

temperado encontrarão dificuldades de se adaptar ao clima tropical, tornando-se necessárias alterações na composição de ligas e metais. A própria compleição das plantas, seu tamanho, disposição das folhas e resistência de seus grãos e sementes, determinarão as dimensões da plataforma de corte de uma colheitadeira, seu peso, a flexibilidade do sistema hidráulico, etc.

Os encadeamentos tecnológicos "para trás" vão se refletir nos departamentos de desenvolvimento de produtos industriais, podendo até ocasionar mudanças no processo de produção. Geram-se assim encadeamentos de tecnológicos, que também tem efeitos econômicos, na medida em que estão associados a maiores retornos, e que tem origem na experiência do usuário e pode acabar no processo de fabricação.

A indústria de equipamentos, em especial, está sempre sendo bombardeada, seja de dentro ou de fora, com mensagens que orientam a adaptação da maquinaria a certas especificações. A mecanização das atividades agrícolas na fase de colheita, por exemplo, acena para a indústria produtora de colheitadeiras, em função da urgência de colher grãos e cereais num lapso muito curto de tempo, às vezes dias, para evitar riscos de danos físicos e perdas pecuniárias. Destaque-se o fato de que a mecanização das atividades agrícolas reduz o número de horas trabalhadas no campo.

No caso das indústrias de derivados químicos utilizados na agricultura, a introdução e uso continuado dos defensivos orgânicos nos agroecossistemas gera novas questões e desafios para a pesquisa ao longo de numa série de "sequências compulsivas", para usar a expressão de Rosenberg. O uso continuado dos defensivos orgânicos desenvolve a



capacidade de resistência das plantas, através dos mecanismos de seleção natural. Além disso, estimula a reprodução em maior escala da população de pragas e ervas daninhas e acentua os efeitos toxicológicos residuais resultantes da persistência do uso destes produtos no meio ambiente, reproduzindo-se através da cadeia alimentar. A soma destes efeitos, provocada por alterações derivadas da ação químico-física dos defensivos sobre o meio agrícola vai colocando, a cada momento, novos problemas para a pesquisa de produtos (Naidin, 1986). Nessas circunstâncias, o ritmo de introdução de inovações está associado à rápida necessidade de substituição e diferenciação de produtos finais.

Na agricultura, onde as atividades produtivas ainda são muito sensíveis às peculiaridades do meio natural, a capacidade de fazer adaptações a circunstâncias específicas vai depender de conhecimentos que, ordinariamente, o agricultor não possui como biologia, botânica, genética, etc que deverão ser buscados fora da atividade.

As fontes de melhoria de produtividade agrícola, em contraste com as atividades manufatureiras, são fortemente dependentes das disponibilidades específicas das indústrias complementares e, ainda, de contribuições de instituições de pesquisa públicas.

Ao longo do século, o desenvolvimento científico da mecânica, biologia, eletrônica e química, ensejou o aparecimento de novos campos do conhecimento. Mais recentemente, a biotecnologia, o desenvolvimento associado à informática e aos novos materiais, acenam com profundas modificações nas trajetórias de progresso técnico para a agricultura. As grandes transformações ocorridas na agricultura no século XX são, em parte, resultado dos conhecimentos biológicos, em especial do

início dos mecanismos genéticos que tornaram possível, na década de 30, o desenvolvimento de espécies inteiramente novas e muito produtivas como o milho híbrido, processo do qual participaram pesquisadores e centros de pesquisas localizados no país (Castro, Ana: 1988).

Uma das características deste processo é o alto grau de complementaridade entre diferentes trajetórias. As novas variedades de alto rendimento de trigo, milho ou arroz podem não ser mais produtivas do que as tradicionais, se cultivadas de acordo com técnicas de manejo tradicional. Além disso, um dos principais traços da nova agricultura é o alto grau de sensibilidade aos fertilizantes provocada por manipulação genética.

Os grandes incrementos de produtividade na agricultura, de modo geral, são resultado do crescente aporte de insumos químicos combinados com a mecanização das etapas de preparo, plantio e colheita, bem como das técnicas de distribuição e manejo da água através da irrigação. As invenções biológicas exigem, para que sejam bem sucedidas do ponto de vista econômico, o aporte de insumos químicos e defensivos em condições especiais - e mecanizadas - de cultivo. As relações de complementaridade entre as diferentes tecnologias se evidenciam através do uso.

A capacidade de potencialização de um princípio ativo, em um defensivo ou pesticida, relaciona-se às diversas formas de aplicação, que é como se dá a articulação com a indústria de equipamentos. Como observa Naidin, o maior uso de herbicidas orgânicos exigiu, também, o desenvolvimento paralelo do equipamento para aplicação do produto, que por sua vez estimulou vendas na indústria de máquinas e de implementos agrícolas específicos. À medida que o mercado de herbicidas se expandia

modificavam-se as práticas de cultivo agrícola, com a introdução dos equipamentos modernos nesta atividade.

Em contrapartida, a introdução da colheita mecanizada gerou uma série de "desequilíbrios técnicos" ao longo das diversas etapas do processo produtivo, uma vez que tais máquinas só podem ser utilizadas sob determinadas condições - como, por exemplo, quando a plantação está livre de ervas daninhas. Isso exigiu a introdução de herbicidas, para que se pudesse atingir o incremento de produtividade no processo de mecanização da colheita.

## Bibliografia

- Abernathy, W. e Utterback, J. (1975), "A Dynamic Model of Product and Process Innovation" in *Omega*, vol. 3 No. 6.
- ABIMAQ/SINDIMAQ (1986-1988), Indústria de Máquinas e Implementos Agropecuários, Ano IV No. 14, SP.
- Allen, P. (1988), "Evolution, Innovation and Economics" in Dosi (1988).
- Amato, J. (1985), "A Indústria de Máquinas Agrícolas no Brasil-Origens e Evolução", in *Revista de Administração de Empresas*, 25(3): 57-69.
- ANAGRI (1982), Catálogo de Máquinas e Implementos Agrícolas, SP.
- ANFAVEA (1986), Indústria Automobilística Brasileira. Uma Indústria em Marcha, SP.
- ANFAVEA (1988), Indústria Automobilística Brasileira. Anuário Estatístico (1957-1987), SP.
- ANFAVEA (1985), Agricultura e Mecanização, SP.
- Arrow, K. J. (1962), "The Economic Implications of Learning by Doing", in *Review of Economics Studies*, No. 29.
- Arthur, B. (1990), "Positive Feedbacks in the Economy", in *Scientific American*, February, 1990.
- Arthur, B. (1988), "Competing Technologies: an overview", in Dosi (1988).
- ALRS (1983), Relatório da Comissão Especial sobre Máquinas e Implementos Agrícolas, Documento da Assembleia Legislativa do Rio Grande do Sul.
- Bain, J. (1954), Barriers to New Competition, Harvard UP.
- Bain, J. (1959), Industrial Organization, J. Wiley, NY.
- Baker, E. J. (1931), "A Quarter Century of Tractor Development" in Agricultural Engineering, 12 NY, mencionado por Sahal, (1983).

- Barber, C. (1969), Special Report of Prices in Tractors and Combines in Canada and Other Countries, Royal Commission, Ottawa.
- Barber, C. (1971), Report of the Royal Commission of Farm Machinery, Queens Printer, Ottawa.
- BRDE (1978), Estudo de Viabilidade Tecnológica da Indústria de Máquinas e Implementos Agrícolas, PA.
- BRDE (1982), O Desenvolvimento da Indústria de Máquinas e Implementos Agrícolas do Rio Grande do Sul, P.A.
- Brewster, J.M. (1950), "The Machine Process in Agriculture and Industry", in Journal of Farm Economics, Vol XXXII.
- Caves, J. (1972), American Industry: Structure, Conduct, Performance, Englewood Cliffs, NJ.
- Castro, Ana (1988), Crescimento da Firma e Diversificação de produtos: O Caso Agroceres. Tese de Doutorado apresentada ao Instituto de Economia/UNICAMP.
- CENEA (1985), O Centro Nacional de Engenharia Agrícola no Período 1980-1984, Relatório Técnico Administrativo, SECOM/SG.
- Centeno, A. (1986), Informação Tecnológica e Qualidade Industrial, Núcleo Setorial de Informações Maquinaria Agrícola (Convênio STI/Cientec/IPT).
- Contador, C. e Pereira, L. (1984), Insumos Modernos na Agricultura Brasileira, IPEA/INPES, Texto para Discussão No. 65.
- Cophitorne, L. (1974), "The Pattern of International Trade in Farm Machinery" in Canadian Journal of Agricultural, Ottawa.
- Cyert, R.M. e Mowery, D.C. (1989), "Technology, Employment and U.S. Competitiveness" in Scientific American, May/1989, NY.

- Jahab, S. (1985), The Agriculture Machinery and Implemment Industry in Brazil, Tese de Doutorado apresentada em Yale.
- David, P. (1966), "The Mechanization of Reaping in the Ante-Bellum Midwest" in Rosovsky, H. Essays in Honour of Alexander Gerschenkron, Wiley, reproduzido por Rosenberg (1971).
- David, P. (1970), "Learning by Doing and Tariff Protection" in Journal of Economic History.
- Derry, T. e Williams T. (1960), Short Story of Technology: From the Earliest Times to A.D. 1900, Oxford UP.
- Dosi, G.; Winter S. e Teece, D. (1989), Toward a Theory of Corporate Coherence: Preliminary Remarks, Terni, Italy.
- Dosi, G. (1982), "Technological Paradigms and Technological Trajectories: a Suggested Interpretation of the Determinants and the Directions of Technical Change", in Research Policy, vol 11.
- Dosi, G. (1988), "The Nature of Innovative Process" in Dosi, G. e outros, Technical Change and Economic Theory, Pinter, London.
- Dosi, G.; Coricelli, F. e Orsenigo, L. (1989), Microeconomic Dynamics and Macro Regularities: An "Evolutionary" Approach to Technological and Institutional Change.
- Dosi, G.; Freeman, C. Nelson; Silverberg, G. e Soete, L. (1988), Technical Change and Economic Theory. Pinter Publishers, NY.
- EMBRAMEC (1979), Estudo sobre a Indústria de Tratores, Núcleo de Fomento, Coordenação de R. Pecanha.
- EMBRAMEC (1980), Estudo sobre a Indústria de Colheitadeiras. Núcleo de Fomento, Coordenação de R. Pecanha.

- EMBRAPA/CPATSA/II (1983), Tratorização da Agricultura Brasileira, Coordenação de H.Lall.
- ESALQ/FEALQ (1985), Relatório Final do Projeto Mini-Trator Agrícola, Piracicaba, SP.
- FARSUL (1986), Mecanização Agrícola, Porto Alegre.
- FECOTRIGO (1986), Produção Necessária para a Aquisição de Máquinas e Implementos Agrícolas, PA.
- EEE/CODESUL (1979), A Mecanização da Agricultura do Rio Grande do Sul (1929-1975), Coordenação de D.Andreoli e M.Benetti, PA.
- Fellner, W. (1961), "Two Propositions in a Theory of Induced Innovations" in Economic Journal, 1971.
- Fonseca, M.G. (1986), A Indústria de Máquinas e Implementos Agrícolas, Convênio FECAMP/IPEA/SEPLAN.
- Freeman, C. (1974), La Teoría Económica de la Innovación Industrial, Penguin Alianza, Madrid, (1975).
- Fundação de Ciência e Tecnologia/CIENTEC (1983), Diagnóstico do Setor de Máquinas e Implementos do Rio Grande do Sul, Coordenação de Amílcar Centeno, PA.
- Gibbons, M.; Coombs, R.; Saviotti, P. e Stubbs, P.C. (1982), "Innovation and Technical Change. A Case Study of the U.K. Tractor Industry, 1957-77", in Research Policy, 11(289-310).
- Griliches, Z. (1960), Hybrid Corn: An Exploration in the Economics of Innovation, in Rosenberg (1971).
- Hippel, E. von (1982), "A Customer Active Paradigm for Industrial Product Idea Generation", in Baker, J. (1979), Industrial Innovation, Macmillan.
- Landau, R. (1988), "U.S. Economic Growth" in Scientific America, June 1988, NY.

- Lewontin, R. e Levins, R. (1985), Evolução, Einaudi.
- Lewontin, R. (1985), Mutação e Seleção, Einaudi.
- Lundvall, B.A. (1988), "Innovation as an Interactive Process: from User-Producer Interaction to the National System of Innovation" in Dosi, (1988).
- Katz, J. e outros (1986), "Desarrollo y Crisis de la Capacidad Tecnológica Latinoamericana. El Caso de la Industria Metalmeccanica". Estudios sobre Desarrollo Tecnológico. BA.
- Kudrle, R. (1975), Agricultural Tractor, A World Industry Study, Ballinger, Cambridge.
- Kuhn, T. (1977), The Essential Tension: Selected Studies in Scientific Tradition and Change, University of Chicago.
- Kuhn, T. (1975), A Estrutura das Revoluções Científicas, Perspectiva, SP.
- MacDonald, N.B. (1970) Farm Tractor Production Costs: A Study in Economies of Scale, Royal Commission of Farm Machinery.
- Mansfield, E. (1961), "Technical Change and Rate of Imitation" in Econometrica, 29 (741-765).
- Martel, P. (1975), The 1965 Ford Tractor Engine Family, citado por Kudrle (1975).
- Martinussen, D. (1970), Revenues, Costs and Profits in The Farm Machinery Industry, Royal Commission of Farm Machinery.
- Massey (1985), Prospecto de Oferta Pública de Ações Preferenciais, SP.
- Massey (1984) Projeto de Nacionalização e Capitalização da Massey Ferguson Perkins S.A., SP.



- Maxion(1987-1989), Boletim Mercadológico, Mialhe, L.G. (1974). Evolução e Posição Atual do Mercado de Máquinas e Implementos Agrícolas nos País, SP.
- MIC/STI(1984), Avaliação Tecnológica da Indústria de Mecânica Agrícola nos Estados de São Paulo, Goiás e Minas Gerais, STI/CIT, Brasília.
- Mitchell, I. (1981) Industry Commentary, Wertheim e Co, N.Y.
- Ministério da Agricultura(1967), Plano Nacional de Mecanização Agrícola, Planame, Brasília,
- Nelson, R e Winter, S. (1977), "In Search of a Useful Theory of Innovations" in Research Policy, Vol 6.
- Nelson, R. e Winter, S. (1982), An Evolutionary Theory of Economic Change. The Belknap Press of Harvard UP.
- Naidin, L. (1985), Tecnologia e Concorrência Industrial na Indústria de Defensivos Agrícolas, Tese de Mestrado CPDA/UFRRJ.
- Neufeld, E.P. (1969), A Global Corporation. History of International Development of Massey-Ferguson, University of Toronto P, citado por Kudrie(1975).
- Pavitt, K. (1984), "Sectoral Patterns of Technical Change. A Taxonomy and a Theory" Research Policy, Vol 13.
- Porter, M. (1989), Vantagem Competitiva. Campus, RJ.
- Possas, M. (1985), Estruturas de Mercado em Olinda, Hucitec, SP.
- Ramalho, Y.; Souza, J.O. e Guerreiro, M.A. (1988), Mudanças Estruturais nas Atividades Agrárias: Uma Análise das Relações Intersetoriais no Complexo Industrial Brasileiro, DEEST/BNDES.
- Rasmussen, W. (1982), "The Mecanization of Agriculture" in Scientific American, September, 1982, NY.

- ssmussen, W (1962), "The Impact of Change in American Agriculture, 1882-1962", Journal of Economic History, (12), 1962.
- ece, A. (1969-1970), "The Shape of the Farm Tractor", Proceedings of the Institution of Mechanical Engineers 184, reproduzido por Kudrle (1975).
- enius, K. (1985), Traktoren. BLV, Verlagsgesellschaft Munchen, DLG Verlag Frankfurt (Main).
- rich, R. (1989), "The Quiet Path to Technological Preeminence. How to Turn Technology into Industrial Competitiveness" in Cientifica American, October/1989, NY.
- ogin, L. (1931), The Introduction of Farm Machinery in its Relation to the Productivity of Labor in the United States During the Nineteenth Century, University of California Press.
- oyal Commission on Farm Machinery (1970), Studies No. 1, 2, 3, 4, 5, 6, 8, 10, e 12. Queen's Printer, Ottawa.
- Rosemberg, N. (1971) The Economics of Technological Change. Penguin.
- Rosemberg, N. (1982) Inside the Black Box: Technology and Economy, Cambridge UP.
- Rosemberg, N. (1976), Perspectives on Technology, Cambridge UP. (Versão Castelhana Ed. G. Gilli, Barcelona (1979).
- Ruchleimer, M. B. e Capistrano, M. C. (1985), Estratégia de Crescimento e Desenvolvimento de Tecnologia em Uma Empresa Nacional - O Caso Muller (Mimeo), RJ.
- SIMERS (1984), Estatísticas de Produção de Colheitadeiras e Implementos, PA.

SIMERS(1985) Evolução Recente e Sugestões Estratégicas de Desenvolvimento da Indústria de Máquinas e Implementos Agrícolas do Brasil, PA.

Schumpeter, J.A. (1939), Business Cycles, MacGraw-Hill, (1964).

Schumpeter, J.A. (1959), History of Economic Analysis, Oxford UP, NY.

Schumpeter, J.A. (1950) "The Instability of Capitalism" in Rosenberg, The Economics of Technological Change, (1971).

Schumpeter, J.A. (1943), Capitalismo, Socialismo e Democracia, Zahar, RJ (1984)

Solow, R. (1957), "Technical Change and the Agregate Production Function" in Review of Economics and Statistics.

Solow, R.; Lester, R; Thurow, L.; Berger, SeDertouzos, M. (1989), "Toward a New Industrial America", Scientific American, June/1989, NY.

Sahaal, D. (1981), Patterns of Technological Innovation, A Wesley, NY.

Sahal, D. (1981), "The Farm Tractor and the Nature of eTechnological Innovation", Research Policy, Vol. 10.

Schmookler, J. (1966), Invention and Economic Growth, Harvard UP, Cmbridge.

Schmookler, J. (1962), Economics Sources of Inventive Activity, in Rosenberg (1971).

Schwartzman, D. (1970), "Oligopoly in the Farm Machinery Industry" in Royal Commission of Farm Machinery Industry, Ottawa.

Simon, H. (1977), Models of Discovery, Dordrecht: D.Reidel, Amsterdam.

UNCT/ONU (1983), Transnational Cooperation in the Machine and Equipment Industry. United National Center on Transnational Studies, NY.

UNCTAD/ITC/GATT (1983), The Development of Trade in Selected Agriculture Machinery and Implements Among Developing Countries, Geneve.

UNCTAD/ITC/BATT (1982), The Capital Goods and Industrial Machinery Sector in Developing Countries: Issues in the Transfer and Development of Technology, Geneva.

UNCTAD (1982), Technology Problems in The Manufacture of Capital Goods of Low Technological Complexity, Trade and Development Board, Geneva.

UNCTAD (1982), Technology Issues in the Capital Goods Sector: A Case Study of the Leading Industrial Machinery Producers in Brazil, Coordenação de Fábio Erber, Trade and Development Board, Geneva.

Usher, A.P. (1954), A History of Mechanical Inventions, Harvard UP.

Vernon, R. (1966), "International Investment and International Trade in the Product Cycle", in Q.J.E., Vol 80.

Vinício, C.S. (1986), Máquinas Agrícolas Brasileiras, Normalização e Qualidade. NSI/IPT/Cientec, (Monografia apresentada no IX Seminário Brasileiro de Controle de Qualidade, S.P. 1985).

White, L. (1971), The Automobile Industry Since 1945, Harvard UP.

Williamson, O.E. (1975), Markets and Hierarchies: Analysis and Antitrust Implications, Free Press NY, citado por Lundvall, 1988.

Wright, K. (1990), "The Shape of Things to Go", Scientific American, May, 1990.