

INOVAÇÃO INDUZIDA E OS LIMITES À MODERNIZAÇÃO  
NA AGRICULTURA BRASILEIRA\*

Affonso Celso Pastore  
Eliseu R. de Andrades Alves  
Juarez A. B. Rizzieri

---

\* Revista de Economia Rural XIV, Tomo 1. Anais da XII Reunião Anual da Sociedade Brasileira de Economia Rural, Porto Alegre, 22 a 24 de julho de 1974, Insumos Modernos para a Agricultura.



# INOVAÇÃO INDUZIDA E OS LIMITES À MODERNIZAÇÃO NA AGRICULTURA BRASILEIRA

*Affonso Celso Pastore*  
*Eliseu R. de Andrade Alves*  
*Juarez A. B. Rizzieri*

## 1 — INTRODUÇÃO

A agricultura brasileira vem sustentando taxas anuais de crescimento do produto superiores a 5% ao ano ao longo das duas últimas décadas. Esse ritmo de crescimento tem se mantido bastante estável no tempo, sendo mesmo superior às taxas verificadas na maioria dos demais países. Não obstante é um setor que preocupa na formulação da política econômica, principalmente em razão do fato de que os níveis de produtividade agrícola no Brasil são ainda muito reduzidos, indicando que não se explorou adequadamente toda a contribuição deste setor para o desenvolvimento.

Ainda que a agricultura tenha preenchido várias funções positivas no processo de desenvolvimento econômico, como a geração de divisas pela exportação, a produção de alimentos e matérias-primas, e uma transferência de capital para os setores urbanos (<sup>1</sup>), sua contribuição ainda poderia ser maior se a produtividade média da mão-de-obra tivesse se elevado mais rapidamente. Certamente as disparidades de renda entre os setores agrícola e urbano seriam menores se isso ocorresse, e muito provavelmente a concentração na distribuição pessoal de rendas seria mais tênue.

Acredita-se que ainda não foram adequadamente exploradas as inúmeras potencialidades de crescimento que derivam do setor agrícola. Mas para isso seria necessário modificar o enfoque da política econômica com relação ao setor, dando uma ênfase muito maior ao progresso técnico que a ele pode ser dirigido. Significa que devem ser aumentados os investimentos na geração de novas técnicas, quer provocando a elevação da produção por unidade de área, quer gerando uma maior utilização de capital por trabalhador. Significa que é necessário encarar o desenvolvimento agrícola, não somente do ponto de vista do crescimento extensivo do produto bruto do setor, mas principalmente incorporando técnicas que permitam utilizar mais eficientemente os dois fatores tradicionais, terra e mão-de-obra.

---

(<sup>1</sup>) São essas as tarefas da agricultura no processo de desenvolvimento econômico idealizadas por JOHNSTON e MELLOR (1961).

A agricultura brasileira certamente foi e tem sido a maior responsável pela geração de divisas através da exportação, mostrando inclusive uma grande elevação da receita de divisas ao longo dos últimos anos. Vários autores anteriores apontaram o fato de que a acumulação de capital nas áreas de agricultura comercial foram responsáveis pela criação de uma capacidade de investimento na indústria. Evidências anteriores claramente demonstram que a longo prazo a demanda e a oferta de alimentos têm caminhado em ritmos satisfatórios, e que as relações de troca entre agricultura e indústria têm declinado no tempo, indicando que parte dos ganhos de produtividade do setor agrícola têm sido transferidos para os demais setores da economia, elevando-se o nível de bem estar do país.



Na literatura corrente sobre a agricultura duas são as medidas utilizadas com maior frequência para indicar a evolução da produtividade: o produto por trabalhador empregado (Y/N), e a produção por unidade de área (Y/A), existindo entre os dois a relação de identidade.

$$(1) \quad (Y/N) = (Y/A) (A/N)$$

onde (A/N) é a relação área-homem.

A utilidade dessa decomposição deriva da possibilidade de se identificar as fontes de crescimento da produtividade da mão-de-obra. GRILICHES (1971) sugere que "devido às condições tecnológicas particulares da produção agrícola, essas duas componentes de crescimento (a produção por área e a relação área-homem), são razoavelmente independentes, pelo menos em certo intervalo, e podem ser discutidas separadamente. A produção por unidade de área cresce principalmente em função de melhorias biológicas nas variedades, da utilização mais intensa de fertilizantes, inseticidas e pesticidas, do aumento dos investimentos em irrigação, da melhoria de práticas de cultivo, etc. A maior utilização de força mecânica por trabalhador permite explorar mais eficientemente a quantidade e a qualidade da mão-de-obra empregada, elevando o número de hectares cultivados por empregado agrícola.

Como tem evoluído a produtividade agrícola no Brasil nas duas últimas décadas? Os dados do quadro 1 procuram responder a essa indagação. Nele figuram as taxas anuais de crescimento do produto por área, da relação área-homem e do produto por trabalhador, no período que se estende de 1960 a 1970, para o Brasil como um todo e para três regiões isoladas, o Nordeste do país, a região Centro Sul da qual foi excluído o Estado de São Paulo, e finalmente o Estado de São Paulo separadamente <sup>(2)</sup>.

A região Nordeste inclui os estados que vão desde o Piauí e Maranhão no meio Norte, até os Estados de Espírito Santo e Bahia, no leste. A região Centro Sul engloba os Estados de Minas Gerais, Rio de Janeiro, Mato Grosso e Goiás, e os demais estados da região Sul do País, com exceção de São Paulo. Reconhece-se que existem dentro de cada uma dessas sub-regiões, diferenças marcantes de meio físico e nas próprias práticas agrícolas. A escolha derivou do fato de que

---

<sup>(2)</sup> Construíram-se índices de produção incluindo produtos para o Brasil, para a região Nordeste, para a região Centro Sul e finalmente produtos para São Paulo. Utilizou-se uma fórmula Laspeyres com base móvel de ponderação, de forma a levar em consideração as alterações na estrutura produtiva, e com base de comparação no período 1948-52 = 100. Os dados utilizados foram os do ETEA (antigo SEP) do Ministério da Agricultura, e para São Paulo do Instituto de Economia Agrícola da Secretaria da Agricultura do estado. Os dados de população são os dos censos agrícolas de 1960 e 1970. Embora os índices sejam de produção anual, as taxas anuais de crescimento foram calculadas tomando-se uma média de cinco anos em torno do período base e uma média de cinco anos em torno do período atual, de forma a minimizar o impacto das flutuações climáticas.



evidências anteriores <sup>(3)</sup> mostraram que o crescimento da produção na região Nordeste foi quase exclusivamente extensiva até o final dos anos sessenta, sem incorporar mudanças tecnológicas significativas, enquanto que o crescimento do produto nos estados do Centro Sul e em São Paulo parece derivar progressivamente da maior incorporação de novas tecnologias. Na terminologia de SCHULTZ (1967) a agricultura nordestina seria caracterizada como essencialmente "tradicional", enquanto que os estados do Centro Sul e São Paulo apresentam agriculturas em "transformação".

QUADRO 1. – Taxas Anuais de Crescimento da Produção Agrícola e suas Fontes, Brasil e Regiões, 1940-70

Componente	Região	Período	
		1950-60	1960-68
Aumento da produção por área $\frac{\Delta Y}{A}$ $Y/A$	Brasil	1,77	2,03
	São Paulo	3,76	4,79
	Centro Sul	1,55	2,09
	Nordeste	0,48	0,62
Aumento da relação área-homem $\frac{\Delta A}{N}$ $A/N$	Brasil	0,54	1,96
	São Paulo	-0,05	0,62
	Centro Sul	1,62	1,99
	Nordeste	0,16	3,14
Aumento da mão-de-obra rural $\frac{\Delta N}{N}$	Brasil	3,53	1,36
	São Paulo	1,21	-1,32
	Centro Sul	3,39	1,68
	Nordeste	4,39	1,65
Aumento da produção agrícola $\frac{\Delta Y}{Y}$	Brasil	5,84	5,35
	São Paulo	4,92	4,09
	Centro Sul	6,56	5,76
	Nordeste	5,03	5,40

Para adicionar um volume maior de informações o quadro 1 apresenta também as taxas anuais de crescimento da mão-de-obra empregada no setor, que adicionada à taxa anual de crescimento do produto por homem fornece a taxa anual de crescimento da produção das lavouras <sup>(4)</sup>.

Na década 1950-60 a produção agrícola brasileira elevou-se principalmente em função do aumento da área cultivada. Esta foi responsável por 70% do crescimento da produção, restando 30% desse crescimento para serem explicados

<sup>(3)</sup> Ver a esse respeito DELFIM NETTO, e outros (1965) e PATRICK (1972).

<sup>(4)</sup> Concentramo-nos apenas na produção de lavouras devido às dificuldades em se estimar o fluxo de produção derivado da pecuária.



pela elevação da produção por unidade de área. A elevação do produto por trabalhador foi responsável por 40% do crescimento, cabendo ao nível de emprego os restantes 60%.

A nível regional verificam-se diferenças com relação à média brasileira. No Estado de São Paulo o crescimento da produtividade da terra foi responsável pela quase totalidade do aumento da produção e do produto por homem; na região Centro Sul do País a contribuição desse fator foi um pouco menor, enquanto que no nordeste o crescimento foi puramente extensivo, com aumentos insignificantes no produto por área e no produto por homem.

Na última década os padrões alteram-se de forma significativa. Eleva-se a contribuição do produto por área em todas as regiões, com exceção do Nordeste. Cai sensivelmente a taxa de absorção de mão-de-obra, que inclusive é negativa em São Paulo, e eleva-se a contribuição da taxa de crescimento da relação área-homem.

É natural comparar tais taxas de crescimento com as verificadas nos demais países. HAYAMI e RUTTAN (1971) compilaram dados agregados para grupos de países classificados como desenvolvidos, intermediários e menos desenvolvidos, encontrando-se os resultados reproduzidos na tabela II, ao lado dos dados da última década para o Brasil. As taxas de crescimento da produção por trabalhador são extremamente semelhantes, no Brasil, à dos grupos de países desenvolvidos e intermediários, e nitidamente superiores às dos países menos desenvolvidos. Da mesma forma ocorre uma grande semelhança, à exceção do Nordeste, para as taxas anuais de crescimento do produto por unidade de área. Destaca-se o fato de que o Estado de São Paulo apresenta sempre um crescimento mais dinâmico, superando inclusive a performance média dos países mais desenvolvidos.

Analisando os níveis de produtividade, contudo, os resultados não se mostram tão encorajadores quanto os anteriores. Os mesmos dados compilados por HAYAMI e RUTTAN evidenciam que tomando-se qualquer um dos dois indicadores, os níveis de produtividade do Brasil são bem inferiores aos encontrados nos países de melhor desempenho.

Os dados evidenciam alguns países com elevados índices de produto por homem, que apresentam, apesar disso, baixos níveis de produção por unidade de área, como se constata nos casos de Estados Unidos, Canadá, Nova Zelândia e Austrália, por exemplo. Por outro lado, existem países, como Japão e China, entre outros, para os quais os níveis de produção por área são elevados, mas o produto por homem não chega a se aproximar dos níveis constatados para os países de melhor performance. Essas evidências ilustram o fato de que é possível elevar a produção por homem, ainda que a produção por área cresça relativamente pouco, o que tem de ser realizado através de uma mecanização mais intensa. Mostram também que ainda que o desempenho em termos do produto por área seja excelente, o produto por trabalhador pode ficar em níveis mais reduzidos se não for possível substituir a força humana pela mecânica.

É importante notar que nenhuma dessas trajetórias pode ser julgada como "superior", antes que informações adicionais sejam fornecidas sobre a escassez relativa de fatores de produção. HAYAMI e RUTTAN (1971) formulam a hipótese de que os países escolhem, no processo de desenvolvimento de sua agricultura,



aquelas tecnologias que poupam os fatores escassos.

São exatamente os países com escassez relativa de terra que enveredaram

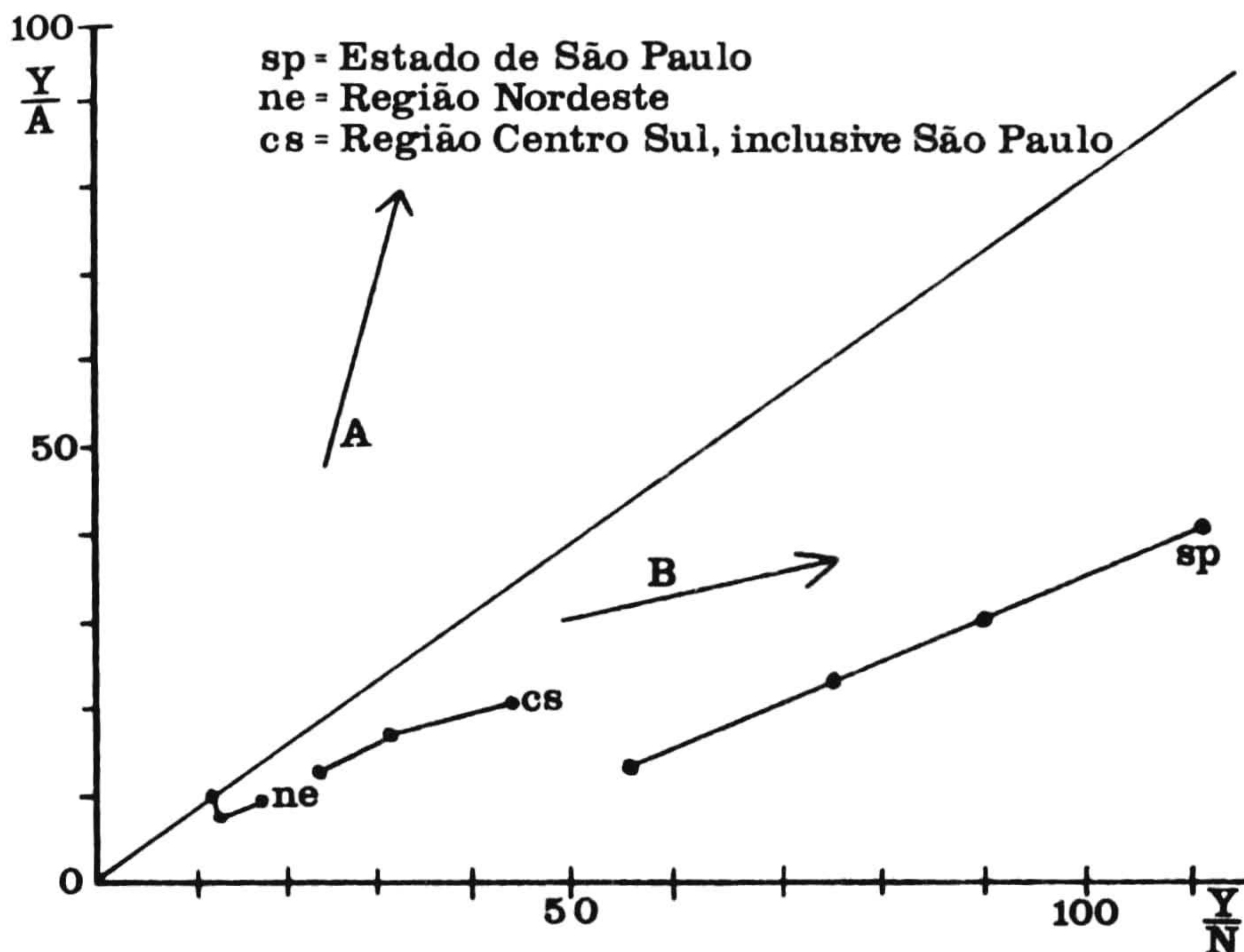


FIGURA 1. – Padrões de Progresso Tecnológico da Agricultura Brasileira.

QUADRO 2. – Taxas Anuais de Crescimento da Produção por Trabalhador e da Produção por Área, 1955-65 <sup>(1)</sup>

Grupos de países	y/N	y/A
Países desenvolvidos	4,7	2,1
Países intermediários	4,4	2,0
Países menos desenvolvidos	1,4	2,1
Brasil	4,0	2,0
Centro Su <sup>1</sup>	4,1	2,1
São Paulo	5,4	4,8
Nordeste	3,8	0,6

<sup>(1)</sup> Os dados foram compilados por HAYAMI e RUTTAN (1971), pag. 74. No grupo dos países desenvolvidos foram incluídos a Austrália, Bélgica, Canadá, Dinamarca, França, Alemanha, Países Baixos, Nova Zelândia, Suécia, Noruega, Suíça, Reino Unido e Estados Unidos. No grupo de países menos desenvolvidos incluem-se Brasil, Ceilão, Colômbia, Índia, México, Peru, Filipinas, Síria, Taiwan, Turquia e República Árabe Unida. No grupo dos países intermediários incluem-se Argentina, Áustria, Chile, Finlândia, Grécia, Irlanda, Israel, Japão, Portugal, África do Sul, Espanha e Venezuela.



QUADRO 3. – Área a Mão-de-Obra, Produção Agrícola Estimada, 1955-65

País	Output por hectare unidade de trigo		Output por trabalhador unid. de trigo	
	1955	1965	1955	1965
1 – Argentina	0,36	0,41	34,7	42,9
2 – Austrália	0,07	0,10	80,6	125,8
3 – Áustria	1,92	2,63	21,2	39,2
4 – Bélgica (e Luxemburgo)	5,50	6,98	38,6	71,8
5 – Brasil	0,48	0,63	8,1	10,4
6 – Canadá	0,59	0,75	58,7	115,2
7 – Ceilão	2,49	3,02	3,8	4,5
8 – Chile	0,45	0,49	11,7	13,4
9 – Colômbia	0,80	0,81	8,3	9,0
10 – Dinamarca	4,00	5,02	36,9	55,7
11 – Finlândia	1,73	2,29	24,7	38,2
12 – França	2,21	2,95	25,1	45,4
13 – Alemanha, Fed. Rep.	3,56	4,49	28,5	49,6
14 – Grécia	0,99	1,53	7,9	12,1
15 – Índia	0,94	1,13	2,4	2,2
16 – Irlanda	1,37	1,63	16,4	24,3
17 – Israel	2,36	2,54	14,8	38,9
18 – Itália	2,64	3,31	10,8	20,1
19 – Japão	7,02	7,54	7,7	13,1
20 – Lúbia	0,04	0,05	n.a.	n.a.
21 – México	0,21	0,29	4,1	5,5
22 – Holanda	6,18	8,28	31,6	53,2
23 – Nova Zelândia	1,01	1,33	113,4	166,7
24 – Noruega	3,01	3,15	26,4	33,4
25 – Filipinas	1,63	1,39	3,7	4,1
26 – Portugal	1,59	1,83	7,3	8,6
27 – Sul da África	0,14	0,17	9,9	12,6
28 – Espanha	1,10	1,21	8,5	12,2
29 – Suíça	2,23	2,69	36,7	50,1
30 – Suécia	2,87	3,18	23,3	31,5
31 – Síria	0,38	0,43	9,4	11,2
32 – China	7,85	11,92	6,7	8,1
33 – Turquia	0,48	0,68	6,3	7,6
34 – RAU	0,56	7,75	3,7	4,6
35 – Inglaterra	1,70	2,33	34,2	57,3
36 – USA	0,74	0,87	71,2	123,5
37 – Venezuela	0,24	0,29	6,9	10,6
38 – Iugoslávia	0,82	1,28	n.a.	n.a.



por tecnologias aumentadoras de produção por unidade de área. Os países com abundância relativa de terra e escassez relativa de mão-de-obra procuraram padrões de crescimento poupadores do fator trabalho e utilizando intensivamente o fator capital (mecanização), gerando relações área-homem elevadas e um nível alto de produto por trabalhador.

O Brasil pode ter se utilizado de fontes de crescimento do produto que fossem mais eficientes do ponto de vista da dotação de fatores. Em outras palavras, o produto agrícola pode ter se elevado, utilizando-se os fatores relativamente mais abundantes, de forma a manter o nível global de produção próximo do ponto de máxima eficiência, ainda que em períodos localizados de nossa história a produção tenha se elevado quase que somente em extensão.

É claro que qualquer tentativa de se copiar, em um país com escassez de terras, as tecnologias adotadas em países com escassez de mão-de-obra, conduziria a uma alocação imperfeita de recursos e a um grave problema de desemprego. Analogamente a utilização de tecnologias poupadoras de terra em países com abundância desse fator levariam à consequência de se ter a terra como fator redundante, com a agricultura consumindo mais capital, que poderia ser aplicado nos demais setores da economia.

A hipótese de HAYAMI e RUTTAN vai mais longe, apontando que as tecnologias são geradas obedecendo a escassez relativa de fatores. No caso de que essas inovações sejam produzidas por firmas ligadas ao mercado, o sistema de preços indicaria onde estão os retornos mais elevados. No caso de novas técnicas produzidas por instituições oficiais de pesquisa o mercado não seria, através do motivo de maximização dos lucros, o indicador das inovações mais econômicas. Uma interação entre pesquisadores e agricultores, através do que os autores denominaram de "mecanismo dialético", indicariam as melhores oportunidades de inovações.

Para expor essa hipótese eles partem da idéia de uma função de produção na qual os níveis de tecnologia estão variando, denominada "meta-production function". Para expor o conceito pode-se partir da hipótese de uma inovação biológica combinada com a utilização de fertilizantes. Na figura 2 representa-se, na parte A a curva de resposta de uma particular variedade (denominada I) ao uso de fertilizantes. A curva de resposta II mostra o crescimento do produto derivado e uma variedade mais eficiente na conversão de fertilizantes em produto.

Para tornar a exposição mais geral supõe-se que as funções de produção apresentem reversão de fatores, isto é, que abaixo de um determinado nível crítico de utilização de fertilizantes a produtividade marginal da variedade I é superior à da variedade II.

Se os preços dos fertilizantes estiverem suficientemente elevados no nível  $P_x^0$ , por exemplo, ainda que a variedade II estivesse disponível ela não seria adotada, pois a taxa de retorno sobre os investimentos nessa inovação biológica seriam inferiores à da variedade mais "tradicional". Se os preços dos fertilizantes baixarem para  $p_x^1$  podem ser imaginadas duas hipóteses. Primeiramente a de que a variedade II ainda não existisse, mas as estações experimentais passam a pesquisar inovações biológicas mais eficientes na conversão de fertilizantes em produto, e ao final de algum tempo criam a variedade II. A curto prazo a demanda



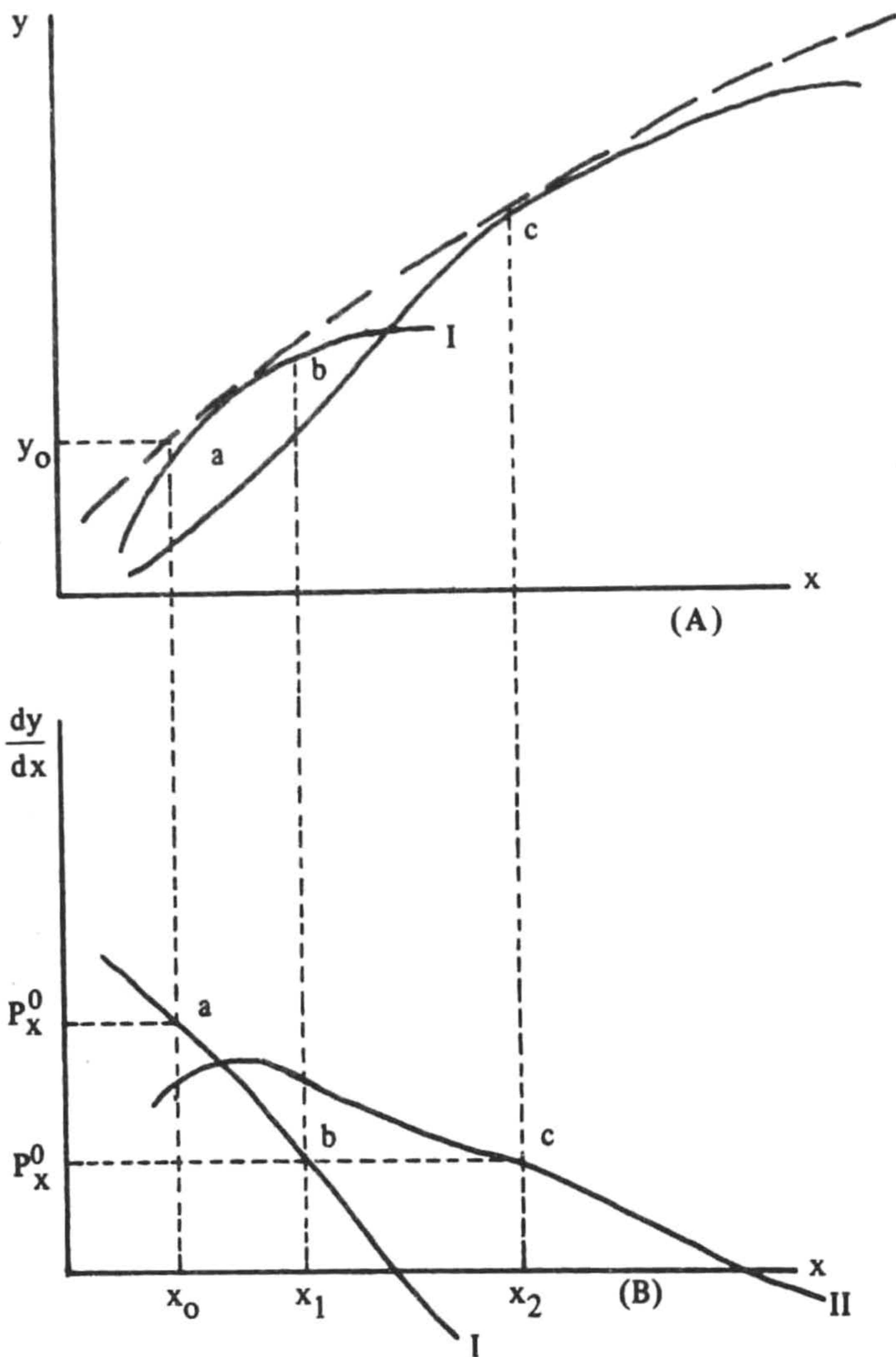


FIGURA 2. — Curva de Resposta de Variedade ao Uso de Fertilizantes e Curva de Resposta ao Crescimento do Produto Derivado a Variedade mais Eficiente na Conversão de Fertilizante em Produto.

de fertilizantes se elevará do ponto a para o b, na parte B do gráfico, crescendo o produto agrícola sobre: função e produção de curto prazo I. Quando a nova variedade é criada inicia-se seu processo de adoção, e ao final a demanda de fertilizantes terá se elevado até  $x_1$ , crescendo o produto até o ponto c.

Se as inovações biológicas forem induzidas desta forma ocorrerá um crescimento positivamente correlacionado entre a quantidade de inovações biológicas



e a utilização mais intensiva de fertilizantes, e a curva que passa pelos pontos a e c será a função de produção envoltória (a meta-production-function), sobre a qual os níveis tecnológicos estão variando.

Na hipótese de que a variedade II já existisse nos arquivos dos Institutos de Pesquisa, estaríamos diante de uma situação na qual os preços dos fertilizantes eram tais que inibiam a sua adoção. Somente no ponto em que eles se reduziram para  $p_x^1$  é que o processo de adoção pode ser iniciado.

A mesma figura pode ser utilizada para se entender um processo de inovações mecânicas. Neste caso, a produção de um particular produto y (constante a variedade) é obtida com um fator variável, a mão-de-obra, x, em dois níveis de tecnologias mecânicas. No primeiro, a produtividade marginal da mão-de-obra é dada no nível I de mecanização, e na segunda tecnologia ao nível II. Uma redução dos custos dos insumos mecânicos relativamente aos preços do produto e à taxa de salários induzem os agricultores a adotá-los, elevando-se a demanda de tratores e crescendo a produtividade por homem empregado. Neste caso, a área cultivada crescerá com uma utilização mais intensa de tratores, ocorrendo uma correlação positiva entre a utilização dos dois insumos à medida em que o setor se desenvolve.

O deslocamento da curva do nível I para o nível II não ocorre somente em função da quantidade de capital que se eleva, mas também em função da qualidade desse capital e dos fatores com os quais ele se combina. Uma eficiência empresarial mais elevada, acarretando uma utilização mais racional das máquinas, a maior densidade de implementos por tratores, etc., fazem com que a mesma quantidade de tratores por homem, permita um nível mais elevado de produção.

É claro que se os preços relativos dos fatores refletirem a sua escassez relativa, a agricultura poderá crescer ao longo de uma trajetória eficiente, por qualquer um dos dois caminhos, isto é, aumentando a produção por unidade de área ou elevando a relação área-homem, ou então por qualquer combinação das duas fontes de elevação.

Em casos como o da economia japonesa, em que existe escassez de terra e relativa abundância de mão-de-obra, a trajetória seguida seria a representada pela flecha A na figura 2. No caso de uma agricultura como a americana, com relativa abundância de terra e escassez de mão-de-obra, a trajetória seguida se aproximaria com a da flecha B, da figura.

No caso brasileiro não se pode falar em escassez relativa de terra, pois na maior parte do período em análise, pelo menos, o País caracterizou-se por uma oferta relativamente elástica de terra. Nem ocorre de forma generalizada o caso de escassez de mão-de-obra, onde freqüentemente se encontram situações características de subemprego e não de utilização plena desse fator. Entretanto, dados os estímulos generalizados à utilização de capital deve-se esperar uma tecnologia mais próxima da verificada na economia americana, do que na japonesa. Isso é o que evidenciam os dados do gráfico 2.

Constata-se claramente que uma agricultura como a de São Paulo conheceu uma elevação sensível da produção por homem empregado e algum crescimento da produção por unidade de área. Na região Centro Sul, exclusive São Paulo, a natureza do crescimento foi semelhante à de São Paulo, mas certamente com muito menor intensidade. No caso do Nordeste os ganhos de produtividade medidos por qualquer um dos dois critérios foram inegavelmente menores, e estamos diante de uma



agricultura que ainda não conseguiu encontrar os caminhos de seu progresso técnico.

A relativa abundância de terra certamente permite um crescimento da produtividade por homem, através do fenômeno da mecanização agrícola. Mas, claramente a mecanização é uma tecnologia relativamente mais poupadora de mão-de-obra do que as inovações biológico-químicas, e a sua adoção, sem que se gere um desemprego generalizado, fica condicionada à capacidade de absorção de mão-de-obra pelos demais setores da economia. Nesse sentido parecem corretas as observações do Prof. Paiva, quando condiciona a taxa de inovações tecnológicas ao crescimento dos demais setores da economia. Entretanto, é preciso analisar quais as fontes dessas inovações. Elas podem derivar exatamente do crescimento do setor industrial e urbano do país, absorvendo um contingente de mão-de-obra a taxas crescentes, o que induziria o progresso tecnológico na direção da mecanização e neste caso o problema do desemprego não se colocaria.

### 3. — ALGUMAS EVIDÊNCIAS HISTÓRICAS

Durante um longo período, a linha mestra da política agrícola no Brasil constituiu-se de um conjunto de medidas que estimulou o crescimento da produção, através do alargamento da fronteira agrícola, procurando reduzir a um mínimo o emprego de capital no setor e assegurar a captação de um excedente agrícola apto a atender à demanda interna e ao mercado internacional.

Terra é abundante no Brasil. Trabalho poderia ter sido escasso, mas a escravidão evitou isto, enquanto durou. Num longo período que se estende da abolição da escravatura até os nossos dias, o crescimento da força de trabalho da agricultura acompanhou o crescimento da demanda por alimentos e fibras. Não se configurou, assim, situações de escassez de trabalho.

Houve problemas no auge dos ciclos econômicos. Mas estes se localizaram em algumas partes do território nacional. O deslocamento do excedente de mão-de-obra de outras regiões, principalmente no Nordeste, evitou que se verificasse escassez prolongada. Tal é o caso do ciclo da borracha, que induziu um movimento migratório do Nordeste para a Região Amazônica; dos ciclos do café, que direcionaram o movimento migratório do Nordeste para os estados do Rio de Janeiro, São Paulo e Minas Gerais. Com a abertura da fronteira agrícola do Paraná, contingentes enormes de população do Rio Grande do Sul, Minas Gerais e Nordeste para lá se deslocaram. Desta forma, as correntes migratórias tiveram notável influência, evitando problemas de escassez de mão-de-obra nas regiões de atividades agrícolas intensas.

Escolheu-se a expansão da fronteira agrícola e não de investimentos em pesquisas capazes de economizar terra, as de natureza químico-biológica. É preciso notar que foi nesse período que se enfatizou a industrialização substitutiva da importação, e possivelmente seria conveniente que a agricultura se baseasse nos fatores terra e trabalho e que não concorresse com a indústria por capital, fator considerado escasso. Deve-se notar, também, que a construção de rodovias servia a um propósito triplo: alargava a fronteira agrícola, criava melhores facilidades para circulação dos bens produzidos pela indústria e reduzia as perdas de alimentos.

Tanto as ferrovias, estradas e investimentos em infra-estrutura, como a



produção de inovações biológico-químicas por parte do Governo assemelha-se a bens públicos colocados pelo Governo à disposição dos agricultores. Obviamente, a decisão do Governo em investir na produção de um desses bens públicos, deve pautar-se pelos retornos marginais sociais, produzidos por cada um dos investimentos alternativos. É duvidoso que nas primeiras fases do crescimento de nossa agricultura, os investimentos em pesquisas genéticas tivessem taxas marginais sociais de retorno, superiores às dos investimentos em estradas, principalmente se computarmos nos retornos líquidos destas, aqueles não apropriados diretamente pela agricultura.

A linha mestra da política agrícola, ao longo da história, teve assim o sentido de estimular a conquista da fronteira agrícola e por isto conduziu a uma agricultura pouco capitalizada e com base nos recursos terra e trabalho, abundantes no país. Dada a dotação dos fatores, não se pode acusar esta política de irracional. Antes, ela ajusta-se bem ao modelo desenvolvido por HAYAMI e RUTTAN.

Ao lado das políticas ditadas pela linha mestra, tomaram-se desde o início algumas medidas para aumentar a produtividade dos fatores terra e trabalho. Cuidou-se de assegurar um desenvolvimento, é verdade, muito limitado, das instituições de ensino e de pesquisa em ciências agrárias. Pesou nesta decisão a necessidade de solucionar problemas regionais e de criar reservatório de conhecimentos que pudessem ser usado e ampliado quando o desenvolvimento econômico o exigisse<sup>(5)</sup>. As idéias que ganharam corpo na Europa no início do Século XIX foram transplantadas para o Brasil com pequeno atraso. Entretanto, floresceram aqui só muito mais tarde, porque as pesquisas que induziram, visaram a poupar terra, fator de oferta inelástica na Europa, mas não no Brasil. No começo daquele século, a Inglaterra

---

(5) As preocupações com a pesquisa e ensino das ciências agrárias datam do Império. O Instituto Agronômico de Campinas, instituição modelar da pesquisa brasileira, foi criado em 1887. Em 1812, D. João VI recomendava a criação de um curso de agricultura técnico e prático, na Bahia. Em 1814, é criado, no Rio de Janeiro, um curso de agricultura. Entre 1859 e 1861, são criados, por sucessivos decretos do Imperador, vários Institutos de Agricultura nas Províncias da Bahia, Pernambuco, Sergipe, Fluminense e Sul-Riograndense. Estes institutos tinham como objetivo o fomento e o ensino prático da agricultura. Por falta de auxílio financeiro, tiveram vida efêmera e não chegaram a funcionar os cursos previstos. A exceção foi o Instituto Baiano de Agricultura. Graças a um imposto sobre o açúcar e outros gêneros, criado pela Assembléia Provincial da Bahia, conseguiu os recursos necessários. Por iniciativa deste instituto, foi criada, em 1875, a Imperial Escola Agrícola da Bahia, que entrou em funcionamento no início de 1877 e diplomou a primeira turma em 1880. Escola Eliseu Maciel entrou em funcionamento em 1883. A Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz foi inaugurada em 1901 e a Escola Superior de Agricultura de Lavras, em 1908. Estes são os principais eventos do período 1875 a 1909, classificado por Pinto Lima, et. al. como período de implantação das ciências agrárias e da pesquisa no Brasil (LIMA, et. al., 1961).

Nos períodos seguintes, verificou-se a criação de escolas de agronomia e veterinária pelos diversos estados e nas décadas de 50 a 60, a federalização das mesmas. Em tempos recentes, o Ministério da Educação assumiu a responsabilidade do ensino das ciências agrárias que na maioria dos casos, estava sob a jurisdição do Ministério da Agricultura.

Na década de 60 e início desta, outro fato marcante foi a criação dos cursos de pós-graduação. Possibilitaram o ensino de alto nível nas ciências agrárias e, assim, a preparação de um número crescente de cientistas em adição aos graduados no exterior, principalmente nos Estados Unidos da América.



era o centro das ciências agrárias. Contudo, o modelo institucional escolhido foi o mais próximo do alemão, onde o Estado assume as responsabilidades da pesquisa e ensino. A Alemanha já havia socializado, àquele tempo, as atividades de pesquisa e ensino agrário, enquanto que a Inglaterra as mantinha sob a égide da iniciativa particular.

A fronteira agrícola não se esgota de súbito, ocorrendo seu fechamento mais precocemente em algumas regiões do que em outras. O Centro-Oeste e o Norte são, agora, as regiões mais promissoras para a expansão desta fronteira. Ao lado disto, a industrialização caminhou muito mais rapidamente no complexo São Paulo—Guana-  
bara, sendo natural que os governos dos estados, que presenciaram o fechamento da fronteira agrícola e industrialização mais precoces, instalassem sua rede de pesquisa, assistência técnica e ensino das ciências agrárias. Estas decisões dos estados representaram desvios do curso traçado pela linha mestra e visaram a responder às pressões de natureza regional. Todavia, à exceção de São Paulo, não causaram impacto sobre a produtividade dos fatores terra e trabalho.

A partir do meado da década de 50, os estados perdem o interesse nas atividades de pesquisa e procuram passar para o governo federal a responsabilidade do ensino das ciências agrárias. Ajustam-se, assim, à política de industrialização do país, a qual visualizava, como melhor alternativa para a agricultura brasileira, uma tecnologia essencialmente baseada nos fatores terra e trabalho (SIMONSEN, 1963).

A preocupação com pesquisas agrícolas foi, entretanto, característica de alguns estados. Entre os que foram capazes de criar e sustentar suas instituições, estão: São Paulo, Rio Grande do Sul, Pernambuco e Minas Gerais, sendo que a rigor somente São Paulo teve algum sucesso.

Em São Paulo encontra-se uma atmosfera favorável à modernização da agricultura, desenvolvendo-se um serviço de pesquisas razoavelmente sofisticado e uma infra-estrutura de assistência técnica, de comercialização e crédito agrícola capazes de dinamizar a agricultura. AYER e SCHUH descobriram que São Paulo investiu mais em pesquisas de algodão que os Estados Unidos, com retornos muito elevados, equivalentes a uma taxa interna de 90% (AYER e SCHUH, 1972). Esta é superior às obtidas por GRILLICHES para as pesquisas de milho híbrido (GRILLICHES, 1958); por PETERSON, para as pesquisas no campo da avicultura (PETERSON, 1967); e por EVENSON para os investimentos em pesquisa e extensão nos Estados Unidos (EVENSON, 1967). Estes estudos encontraram taxas que oscilaram entre 20 e 35%.

Em períodos mais recentes as condições favoráveis do mercado internacional e o elevado crescimento da demanda interna passaram a exigir um incremento da oferta que excedia as possibilidades de expansão da fronteira agrícola. Compreendeu-se que a estratégia da política agrícola precisava ser mudada. Esta política deverá continuar a favorecer a expansão da fronteira agrícola mas surgem também como prioritários aspectos ligados à modernização.

O crescimento inusitado da demanda representou, assim, o elemento novo de interação entre as autoridades, que decidem a política econômica, de um lado, e os agricultores, indústrias e técnicos, que assistem a agricultura, de outro. A resultante foi o redirecionamento da política agrícola, tendo agora dois objetivos: expansão da fronteira agrícola e aumento da produtividade dos fatores terra e trabalho.



era o centro das ciências agrárias. Contudo, o modelo institucional escolhido foi o mais próximo do alemão, onde o Estado assume as responsabilidades da pesquisa e ensino. A Alemanha já havia socializado, àquele tempo, as atividades de pesquisa e ensino agrário, enquanto que a Inglaterra as mantinha sob a égide da iniciativa particular.

A fronteira agrícola não se esgota de súbito, ocorrendo seu fechamento mais precocemente em algumas regiões do que em outras. O Centro-Oeste e o Norte são, agora, as regiões mais promissoras para a expansão desta fronteira. Ao lado disto, a industrialização caminhou muito mais rapidamente no complexo São Paulo—Guana-  
bara, sendo natural que os governos dos estados, que presenciaram o fechamento da fronteira agrícola e industrialização mais precoces, instalassem sua rede de pesquisa, assistência técnica e ensino das ciências agrárias. Estas decisões dos estados representaram desvios do curso traçado pela linha mestra e visaram a responder às pressões de natureza regional. Todavia, à exceção de São Paulo, não causaram impacto sobre a produtividade dos fatores terra e trabalho.

A partir do meado da década de 50, os estados perdem o interesse nas atividades de pesquisa e procuram passar para o governo federal a responsabilidade do ensino das ciências agrárias. Ajustam-se, assim, à política de industrialização do país, a qual visualizava, como melhor alternativa para a agricultura brasileira, uma tecnologia essencialmente baseada nos fatores terra e trabalho (SIMONSEN, 1963).

A preocupação com pesquisas agrícolas foi, entretanto, característica de alguns estados. Entre os que foram capazes de criar e sustentar suas instituições, estão: São Paulo, Rio Grande do Sul, Pernambuco e Minas Gerais, sendo que a rigor somente São Paulo teve algum sucesso.

Em São Paulo encontra-se uma atmosfera favorável à modernização da agricultura, desenvolvendo-se um serviço de pesquisas razoavelmente sofisticado e uma infra-estrutura de assistência técnica, de comercialização e crédito agrícola capazes de dinamizar a agricultura. AYER e SCHUH descobriram que São Paulo investiu mais em pesquisas de algodão que os Estados Unidos, com retornos muito elevados, equivalentes a uma taxa interna de 90% (AYER e SCHUH, 1972). Esta é superior às obtidas por GRILLICHES para as pesquisas de milho híbrido (GRILLICHES, 1958); por PETERSON, para as pesquisas no campo da avicultura (PETERSON, 1967); e por EVENSON para os investimentos em pesquisa e extensão nos Estados Unidos (EVENSON, 1967). Estes estudos encontraram taxas que oscilaram entre 20 e 35%.

Em períodos mais recentes as condições favoráveis do mercado internacional e o elevado crescimento da demanda interna passaram a exigir um incremento da oferta que excedia as possibilidades de expansão da fronteira agrícola. Compreendeu-se que a estratégia da política agrícola precisava ser mudada. Esta política deverá continuar a favorecer a expansão da fronteira agrícola mas surgem também como prioritários aspectos ligados à modernização.

O crescimento inusitado da demanda representou, assim, o elemento novo de interação entre as autoridades, que decidem a política econômica, de um lado, e os agricultores, indústrias e técnicos, que assistem a agricultura, de outro. A resultante foi o redirecionamento da política agrícola, tendo agora dois objetivos: expansão da fronteira agrícola e aumento da produtividade dos fatores terra e trabalho.



Vários são os caminhos através dos quais podem ocorrer inovações tecnológicas na agricultura. De um lado, elas podem ser geradas pela melhoria de qualidade ou pelo barateamento relativo de alguns fatores de produção transacionados no mercado, como nos casos de máquinas agrícolas e fertilizantes. O progresso tecnológico na indústria química, a descoberta de novos tipos de tração mecânica e de implementos mais eficientes, a geração de novos processos de produção desses insumos que reduzam seus custos, etc., são benefícios que são apropriados pelo setor agrícola.

Existem, por outro lado, novas tecnologias produzidas pelo próprio Governo, cujos custos não são cobrados diretamente dos agricultores, mas sim pagos pela sociedade como um todo. Colocam-se nesta categoria as novas variedades e sementes produzidas pelos institutos oficiais de pesquisa, a melhoria da qualidade da mão-de-obra gerada pelos investimentos em educação e os próprios resultados das atividades de extensão agrícola.

Parte dessas inovações tecnológicas são “incorporadas” nos novos insumos colocados à disposição dos agricultores, e parte delas podem ser “desincorporadas”, aumentando de forma “neutra” o grau de eficiência produtiva dos fatores já utilizados.

Tradicionalmente estimam-se as causas dos diferenciais de produtividade entre regiões, países ou períodos de tempo em uma mesma região, através de funções de produção que exprimem o produto agrícola em função da quantidade e da qualidade dos vários fatores utilizados na atividade. As análises de GRILLICHES para os Estados Unidos e de HAYAMI em comparações internacionais, são exemplos de tentativas utilizando-se estimativas de funções de produção.

No caso brasileiro, as dificuldades de obtenção de informações sobre a utilização de vários insumos ao nível regional impedem a repetição desse exercício, mas mesmo assim algumas aproximações podem ser realizadas (<sup>6</sup>).

Vamos aceitar a sugestão de GRILLICHES de que a função de produção possa ser “separada” na forma

$$(4.1) \quad Y = (y/A)A$$

$$(4.2) \quad A = F(N,T)$$

$$(4.3) \quad (y/A) = g(\text{fert.}, \text{sem.}, \text{qual. da mão-de-obra, mix. de produtos} \dots)$$

A primeira relação diz simplesmente que o produto agrícola é dado pela produção por unidade de área multiplicada pela área cultivada. A segunda introduz a hipótese de que a área cultivada pode ser alterada incorporando-se mais mão-de-obra, mais máquinas, ou qualquer combinação dos dois fatores. A terceira mostra que o produto por área é uma função da quantidade e da qualidade de sementes e variedades, do uso de fertilizantes, da qualidade da mão-de-obra, da composição do produto, e certamente, de diferenciais do meio físico entre regiões.

(<sup>6</sup>) Os vários censos agrícolas proporcionam informações sobre o produto agrícola, área cultivada, mão-de-obra empregada, estoques de tratores por estado. Entretanto, não existem informações sobre a utilização de fertilizantes, despesas em pesquisa e extensão, qualidade e idade das máquinas, estoques de animais de trabalho, etc.



É claro que na relação (4.2) poderíamos incluir as qualidades do capital e da mão-de-obra. Com a mesma quantidade de trabalhadores e de máquinas, a área cultivada pode ser mais elevada, se as máquinas forem mais "novas", mais eficientes e tiverem uma quantidade maior de implementos por máquina e se a capacidade gerencial média da região for mais elevada e se a qualidade da mão-de-obra for superior. A impossibilidade momentânea de se introduzir explicitamente essas variáveis explicativas da qualidade nos leva a omiti-las, com a consciência de que isso deve provocar um viés para cima nos coeficientes de capital e da mão-de-obra na função estimada.

Se (4.2) puder ser aproximada por uma função homogênea de grau 1, ela pode ser reescrita na forma

$$(4.2)' \quad (y/N) = f(T/N)$$

na qual o produto por trabalhador depende apenas da quantidade de máquinas por trabalhador. O que supõe é que as regiões que possuem uma maior densidade de máquinas por trabalhador têm também maiores níveis de qualificação da mão-de-obra e maior qualidade dos equipamentos. Dessa forma a relação (4.2)' é a "meta-production-function" de HAYAMI e RUTTAN, na qual a tecnologia está variando com as quantidades dos fatores.

Os dados dos censos agrícolas de 1950 a 1970 permitem estimar (4.2) em um "cross-sections" por estado. Os resultados estão apresentados no quadro 4.

QUADRO 4. — Relação entre a Área Cultivada, Emprego Agrícola e Estoques de Tratores, Brasil, Censos Agrícolas de 1950, 60 e 70

Ano do censo	Coeficiente				R <sup>2</sup>	p
	Constante	$\alpha$ N	$\beta$ T	$\alpha + \beta$		
1950	22,11	0,865 (7,546)	0,182 (3,117)	1,047	0,920	18
1960	49,01	0,810 (8,521)	0,206 (4,789)	1,016	0,930	18
1970	60,93	0,782 (6,647)	0,226 (4,614)	1,008	0,880	18

Verifica-se que não existem evidências de economias de escala na função, e que os coeficientes de mão-de-obra e de capital mostram uma grande estabilidade entre censos. Esses resultados permitem explicar os diferenciais de área cultivada por trabalhador entre estados, e admitindo-se que quando um estado de baixa relação T/N atinja o nível verificado no estado mais desenvolvido, as qualidades do capital e da mão-de-obra tenham evoluído na mesma direção, a relação permite prever qual será a nova relação área-homem.

Para uma mesma densidade de (T/N), e com o ajustamento correlato das qualidades, o produto por homem poderá ser maior ou menor dependendo do que ocorrer com a produção por unidade de área. Substituindo (4.2)' em (4.1) obtem-se

$$(4.4) \quad y/N = (y/A) f(T/N)$$



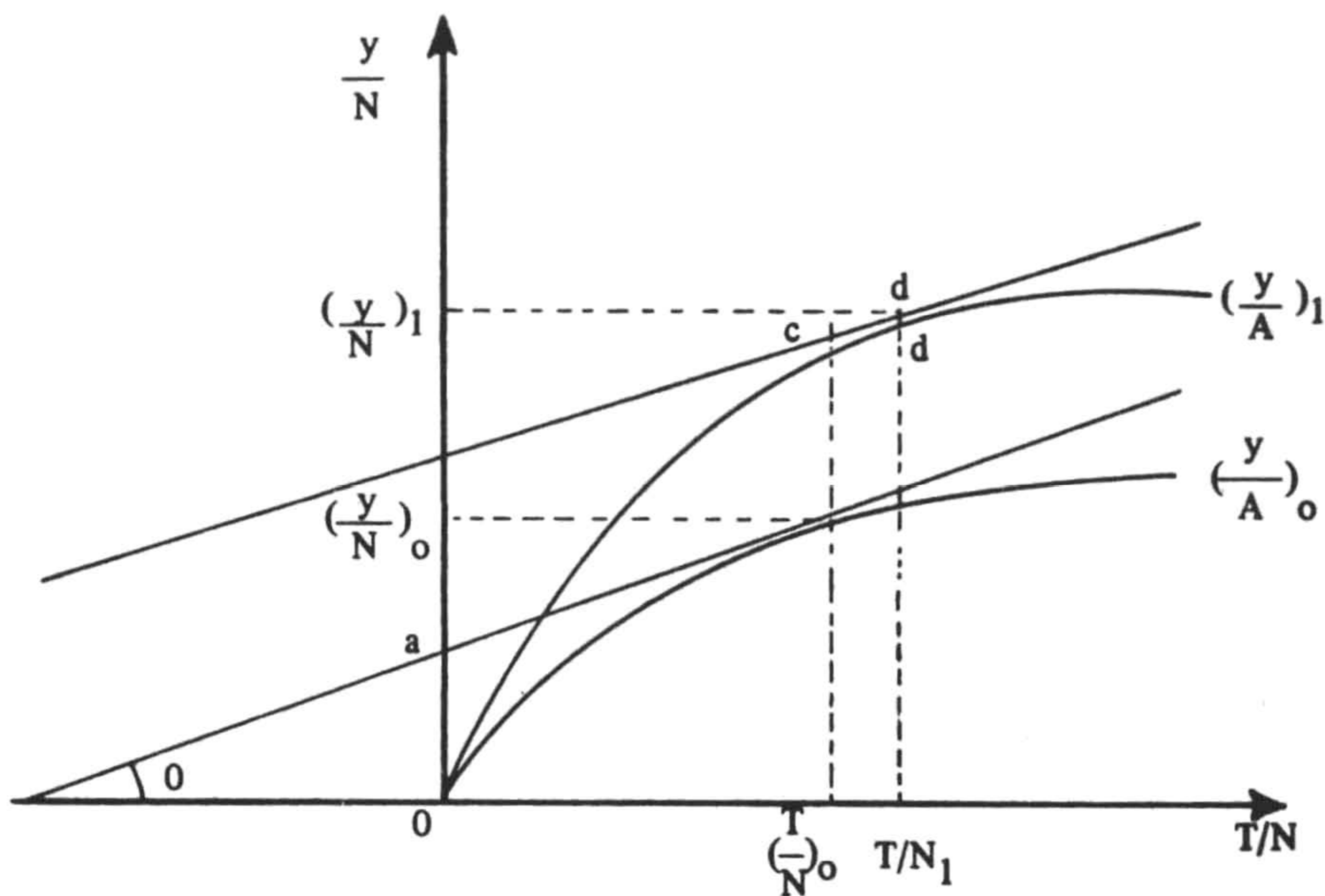
o que permite exprimir as produtividades marginais do capital e da mão-de-obra na forma

$$(4.5) \quad \frac{\partial y}{\delta T} = \left(\frac{y}{A}\right) f'_{T/N}$$

$$(4.6) \quad \frac{\partial y}{\delta N} = \left(\frac{y}{A}\right) f \left(\frac{T}{N}\right) \left(\frac{T}{N}\right) \left(\frac{y}{A}\right) f'_{T/N}$$

Na figura a seguir são representadas as situações de equilíbrio. Dado um grau de mecanização  $(T/N)_0$  e fixado o nível  $(y/A)_0$  de produção por unidade de área, tem-se um nível de produto por trabalhador. A distância ao fornece a produtividade marginal da mão-de-obra e o ângulo  $\theta$  a produtividade marginal do capital. Se eventualmente os fatores estiverem sendo remunerados aos níveis das produtividades marginais, estaremos diante de uma situação de equilíbrio.

A existência de economias de escala na indústria de máquinas certamente reduz os preços relativos de capital comparativamente à mão-de-obra e conduz a uma maior acumulação de capital no setor, elevando-se o grau de mecanização e o produto por trabalhador. Se esta for a única fonte de progresso, o setor agrícola estará se desenvolvendo enquanto persistir o barateamento dos bens de capital. Se o setor urbano demandar quantidades crescentes de mão-de-obra, elevando continuamente os salários rurais, estaremos diante de uma segunda fonte de desenvolvimento, que ocorrerá ao lado de liberações crescentes de mão-de-obra agrícola. Esse é o tipo de desenvolvimento que ocorre nas agriculturas com escassez relativa de mão-de-obra. E, se paralelamente à terra for um fator abundante, não existirá uma indução para poupar terra, persistindo  $(y/A)$  constante no tempo.





Ainda que os preços dos bens de capital não se reduzam, é possível aumentar o produto por trabalhador através de aumentos da produção por unidade de área. Neste caso elevar-se-á a produtividade marginal da mão-de-obra, e o estoque de capital por trabalhador crescerá até o ponto em que a produtividade marginal do capital se iguale ao preço de aluguel do capital, induzindo-se também alguma mecanização adicional. O crescimento do produto por homem, derivado apenas da nova variedade, será adicionado de um novo aumento, provocado pela mecanização induzida. Se o capital for relativamente escasso, elevar-se-ão os preços desses bens, e a mecanização (T/N) poderá crescer, permanecer constante ou reduzir-se.

Em regiões onde a densidade de máquinas por trabalhador já é elevada, a mecanização alterará relativamente pouco a relação área-homem (caso de São Paulo), enquanto que em regiões onde a densidade de tratores por trabalhador é baixa, a relação área-homem crescerá de forma mais sensível (caso do Nordeste). Obviamente, as taxas marginais de substituição entre mão-de-obra, em termos absolutos, será mais elevada nas áreas de menor densidade de máquinas. Esses cálculos podem ser realizados através da função de produção estimada com os dados dos três censos, combinando "cross-sections" com séries temporais, cujos resultados são

$$A_{jt} = 58,07 N_{jt}^{0,831} T_{jt}^{0,157} \quad R^2 = 0,90 \quad n = 54$$

(12,747)                      (6,263)

No quadro 5 apresentam-se as taxas marginais de substituição para alguns estados, em vários períodos do tempo.

$TMST_{N/T} =$  N.º de pessoas deslocadas pela incorporação de uma unidade adicional de trator.

QUADRO 5. — Taxas Marginais de Substituição para alguns Estados, Brasil, 1950, 1960 e 1970

Estado	1950	1960	1970
São Paulo	76,0	12,1	4,3
Rio Grande do Sul	90,7	16,4	6,9
Paraná	345,5	47,5	22,5
Minas Gerais	475,0	89,8	44,0
Bahia	3.167,0	594,2	311,8
Ceará	3.167,0	760,0	358,4
Maranhão	4.750,0	3.800,0	1.900,0

Os resultados são, em geral, consistentes com as constatações da seção II. Em São Paulo e no Centro Sul, apesar da elevação da densidade de máquinas por trabalhador, a relação área-homem foi responsável por uma parcela relativamente menor do crescimento do produto por homem no que a região Nordeste do País.

Por outro lado, o fato de que no Nordeste não se constatam variações no produto por área, indica que o produto por homem somente poderá persistir cres-



cente, enquanto os preços relativos dos bens de capital persistir declinando. Nas demais regiões do país alguma mecanização adicional é induzida pelo próprio aumento do produto por unidade de área.

Note-se que a correlação entre mecanização e aumento do produto por unidade de área, não é proveniente do fato dessas tecnologias se combinarem a coeficientes constantes, mas sim do fato econômico de que uma altera os retornos da outra. Esse fato também é consistente com as evidências do quadro 6, que mostra que o crescimento do produto por área pode se realizar independentemente da mecanização, e esta independentemente de tecnologia poupadoras de terra.

É importante explorar um pouco as evidências recentes sobre a escassez relativa de fatores de produção. Se se tomar um estado como o de São Paulo, os dados indicam claramente que a mão-de-obra está se tornando gradativamente mais escassa, com as taxas de salário crescendo relativamente aos preços dos produtos agrícolas, enquanto que os preços dos bens de capital estão declinando ao longo do tempo (quadro 6) (7).

Os preços da mão-de-obra relativos aos preços do capital que oscilavam em torno de 1 por volta de 1963 a 1965 estão agora oscilando em torno de 3,3, em 1973. Claramente indica-se uma força sensível à favor das tecnologias mais intensivas de capital.

Note-se que dentro do Estado de São Paulo constata-se as evidências mais claras de crescimento do produto por unidade de área, devidos em parte aos efeitos dos investimentos em pesquisas, o que certamente eleva as produtividades marginais da mão-de-obra e do capital. Se existem economias de escala na indústria de bens de capital, conjugadas com uma escassez relativa de mão-de-obra, o progresso tecnológico derivado dos investimentos em pesquisas agrônômicas conduzirá a uma acumulação progressiva de capital, e a uma redução da absorção de mão-de-obra.

Para as demais regiões do país os dados referentes a salários são mais escassos. A Fundação Getúlio Vargas apenas iniciou a publicação dessas informações posteriormente a 1966. Os dados do quadro 6, entretanto, indicam uma constância dos salários até 1970, aproximadamente, e algumas evidências de seu crescimento após esse ano. Essas evidências são contudo bastante fracas, configurando-se possivelmente uma situação em que a mão-de-obra torna-se relativamente mais escassa, apenas nas regiões em que a atração do setor urbano é mais elevada.

É inegável, contudo, que os preços dos bens de capital declinaram para todas as regiões, e isso certamente indica uma tendência à mecanização da agricultura.

Evidências localizadas de escassez de terras são relativamente antigas. CLINE (1970) apresenta dados de custos de aluguel de terras de arroz no Rio Grande do Sul crescentes, no tempo, em termos de preços dos produtos agrícolas (8). Experiências recentes nas áreas de trigo do Rio Grande mostram que as maiores elevações dos preços daquele produto estão positivamente correlacionadas com a

---

(7) As taxas de salário são as levantadas pelo Instituto de Economia Agrícola da Secretaria da Agricultura, enquanto que os dados de preços de tratores referem-se aos preços do trator de 75HP. Em ambos os casos o deflator utilizado foi o de preços recebidos pelos agricultores, calculado com os dados do próprio IEA.

(8) Ele atribui essas elevações, contudo, aos efeitos da especulação sobre as terras, derivadas da tentativa de manter os valores reais dos ativos em razão das altas taxas de inflação.



QUADRO 6. – Custo do Trator e da Mão-de-Obra na Agricultura Paulista

Ano	Custo do trator			Salário			Preços Relativos (6) / (3)
	Corrente (1)	Cr\$ de 1971. (2)	Índice 1963-65 (3)	Corrente (4)	Cr\$ de 1971 (5)	Índice 1963-65 (6)	
1963	3.144,00	36.137,90	98,56	0,362	4,14	88,84	0,90
1964	6.311,00	38.018,00	103,68	0,764	4,59	98,50	0,95
1965	9.355,00	35.842,90	97,75	1,369	5,24	112,44	1,15
1966	10.633,00	29.618,70	80,78	1,789	4,96	106,43	1,31
1967	13.561,00	29.352,80	80,05	2,492	5,39	115,66	1,44
1968	16.192,00	28.209,00	76,94	3,287	5,73	122,96	1,59
1969	18.978,00	27.385,20	74,69	3,970	5,73	122,96	1,64
1970	19.120,00	23.036,10	62,83	5,135	6,18	132,61	2,11
1971	21.898,00	21.898,00	59,72	6,445	6,44	138,19	2,31
1972	24.786,00	21.202,70	57,82	8,380	7,16	153,64	2,65
1973	26.439,00	18.450,10	50,32	9,900	7,66	164,37	3,26



elevação do custo da terra (<sup>9</sup>). Dados do Instituto de Economia Agrícola para São Paulo também evidenciam elevações sensíveis nos custos reais da terra (quadro 6). Significa que em regiões localizadas existem pressões para o desenvolvimento de tecnologias poupadoras de terra, e que possivelmente, o mercado está indicando a necessidade de se iniciarem investimentos mais pesados, na geração de técnicas aumentadoras da produção por unidade de área.

## 5 – EXPLICAÇÕES ALTERNATIVAS DAS BAIXAS PRODUTIVIDADES

Uma hipótese muito popular na década dos 60 responsabilizava a estrutura agrária prevalescente na maioria dos países sub-desenvolvidos, pela incapacidade da agricultura em crescer e diversificar a sua estrutura produtiva, pelo fato da produtividade média dos fatores tradicionais, terra e mão-de-obra ser reduzida.

Devido ao fato de que a maioria dos países sub-desenvolvidos viviam em climas inflacionários bastante agudos, ao lado de um mercado de capitais altamente imperfeito, a terra seria retida não somente como um ativo que aplicado na atividade agrícola gerasse um fluxo de renda, mas também como um ativo capaz de guardar valor defendendo a riqueza de seus proprietários da deterioração gerada pela inflação. Claramente o fato de que os grandes proprietários rurais poderiam derivar ganhos de capital pela simples retenção de terra como um ativo, sem que necessariamente procurassem explorá-las economicamente, reduzia o acesso à terra por parte dos agricultores interessados em explorá-la.

Por outro lado, as altas taxas de crescimento populacional, aliadas à incapacidade dos demais setores da economia, em absorver elevados contingentes de mão-de-obra eleva-se a pressão demográfica sobre determinadas áreas agrícolas, fragmentando as propriedades (<sup>10</sup>).

Como consequência, resultaria uma estrutura dual de emprego. De um lado permaneceriam as pequenas propriedades, em áreas mais densamente povoadas, e utilizando intensamente o trabalho familiar em agriculturas de subsistência, operando a um nível de produtividade marginal do trabalho, presumivelmente inferior à taxa de salários. De outro estariam as grandes propriedades, relativamente pouco exploradas em atividades agrícolas e demandando uma pequena quantidade de mão-de-obra.

O setor agrícola estaria, assim, operando em um ponto interior do conjunto de possibilidades de produção, e uma reforma agrária se justificaria como uma política visando aumentar a produtividade dos fatores de produção já utilizados, deslocando a produção para a fronteira eficiente.

Várias são as linhas empíricas visando detectar ineficiências ligadas ao tamanho e à estrutura da propriedade. A primeira delas refere-se ao teste de existência de economias de escala nas funções de produção. Ele foi realizado de forma bastante extensiva, no Brasil, por CLINE (1970) concluindo que não existem razões para se

---

(<sup>9</sup>) Ver a esse respeito LANGONE (1972).

(<sup>10</sup>) Utilizando-se os dados dos censos agrícolas no Brasil é possível mostrar que existe uma correlação inversa e significativa entre o contingente populacional do estado *j* e a proporção de propriedades acima de 10 ha. Isto é, quanto maior a densidade demográfica, seria maior a fragmentação de propriedades.



rejeitar a hipótese de que as funções de produção (estimadas por cross-sections entre fazendas) são homogêneas de grau um nos fatores.

A inexistência de economias de escala nas funções de produção para a agricultura é hoje uma hipótese bastante difundida, embora existam autores como GRILLICHES (1964), por exemplo, que cheguem a contestá-la, apresentando evidências de sua existência nos Estados Unidos. Acredita-se, entretanto, que o teste realizado pela estimação de funções de produção com dados provenientes de "cross-sections" entre fazendas, ilustre muito pouco o problema. Se as fazendas estiverem operando em um ponto próximo ao de equilíbrio de livre competição, com os preços aproximadamente iguais aos custos médios, qualquer que fosse a "verdadeira função de produção" para as várias fazendas, a função estimada com os dados de mercado seria aproximada por uma função homogênea de grau um. Como consequência é aceita a hipótese de retornos constantes em escala.

Uma segunda linha de argumento enfatiza a ineficiência alocativa que seria gerada pela estrutura de propriedade. Contrariamente ao que se deveria esperar em uma economia sensível ao mercado, supõe-se que as alterações de preços relativos (de produtos e fatores) não provocariam uma forte repercussão no setor, produtor de produtos agrícolas. A razão para essa ausência de resposta (ou para a pequena resposta) estaria na estrutura agrária prevalescente na maioria dos países sub-desenvolvidos. Argumenta-se que os países seriam denominados "de um lado por vastos latifúndios não capitalistas, cujos proprietários não estariam interessados na maximização dos lucros, ou por minifúndios, onde os agricultores mal conseguiriam ganhar a sua subsistência e não estariam integrados na economia de mercado mais ampla" (11). Mesmo que ocorressem amplas alterações de preços relativos nem a oferta agrícola nem a alocação de fatores se modificariam, pois as instituições gerariam um tipo de comportamento dos agricultores, desvinculado dos estímulos de mercado.

Esse argumento foi sendo gradativamente destruído pela publicação de uma série de resultados empíricos, para vários países, que mostravam que não existem razões para se rejeitar a hipótese de que ao nível da tecnologia existente, os agricultores alocam eficientemente os recursos (12). No caso do Brasil, estudos anteriores evidenciaram que não existem razões para se rejeitar a hipótese de que os agricultores respondem a preços, independentemente do grau de desenvolvimento da região em que estejam inseridos (13).

Uma terceira linha de testes é a desenvolvida por SOUZA, SCHATTAN e mais recentemente por CLINE, visando demonstrar que a produção por área ou alternativamente o valor adicionado por área, declina com o tamanho da propriedade. Com base nessas evidências, argumenta-se existindo um certo grau de ociosidade da terra, que varia com o que as propriedades maiores seriam menos eficientes pelo tamanho da propriedade, sendo recomendável a redução do tamanho médio das propriedades no Brasil.

---

(11) Ver a esse respeito BAER, W. (1968) e GRUNWALD, J. (1961).

(12) Situam-se nessa linha os trabalhos de HOPPER (1965), SAHOTA (1968) e CHENNAREdy (1967).

(13) Ver a esse respeito PASTORE (1971), BRANDT e DELFIN NETTO e outros (1955).

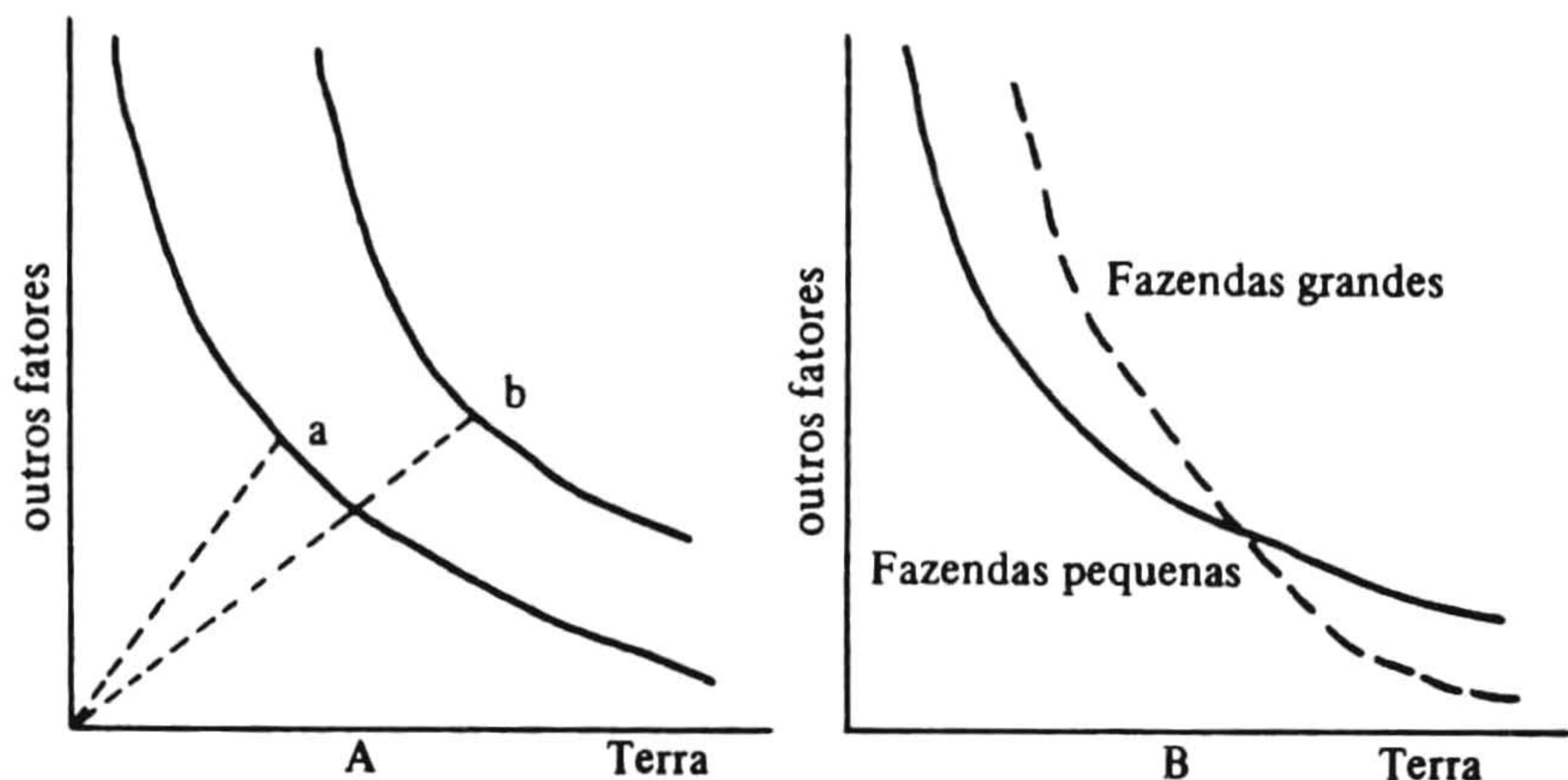


Testes desta natureza, contudo, têm de ser encarados com um certo cuidado. A primeira objeção a esses resultados prende-se ao fato de que a qualidade da terra pode ser inferior em propriedades maiores do que em propriedades menores. A esse respeito apenas CLINE realiza uma tentativa de analisar a relação entre o valor adicionado por unidade de área e o tamanho, mantendo constante a qualidade da terra entre fazendas, ao incluir o preço médio da terra como um argumento de suas funções. Resta, contudo, a indagação de como varia a qualidade da terra dentro de cada fazenda, o que pode explicar uma parcela desse grau de ociosidade.

Por outro lado é preciso lembrar que fazendas são unidades de produção múltipla, produzindo simultaneamente vários produtos e, presumivelmente, com várias alternativas tecnológicas, que ficam condicionadas, em parte, pela composição particular de seu produto agregado.

Admita-se que as propriedades pequenas dediquem-se à produção de certos produtos com tais níveis "normais" de preços que viabilizem a utilização de tecnologias poupadoras de terras. Admita-se também que as maiores propriedades produtoras que se utilizassem fertilizantes, certamente conduziram a retornos pequenos ou mesmo negativos. Neste caso a intensidade de insumos será menor. Em nenhum dos casos caracteriza-se uma ineficiência. Apenas caracteriza-se o fato de que a composição dos produtos da unidade determina a intensidade de fatores, e se ele estiver correlacionado com o tamanho da fazenda, o teste apresenta um viés inerente.

Finalmente é preciso ter em conta que as funções de produção podem ser, não homotéticas ou variar entre tamanhos, apresentando reversão de fatores, ambas com as mesmas conseqüências sobre o comportamento do valor adicionado por unidade de área em função do tamanho. Nas figuras a seguir, apresenta-se na primeira uma função não homotética, enquanto que na segunda apresentam-se isoquantas com reversão de fatores. No primeiro caso, para a mesma estrutura de preços relativos, o valor adicionado por unidade de área iria declinando com o tamanho, enquanto que na segunda verifica-se que para a mesma estrutura de preços relativos é possível ter fazendas pequenas e grandes, ambas utilizando os fatores de produção, eficientemente, tanto no ponto de vista tecnológico, quanto do econômico.





A mesma discussão que se esboçou há alguns anos no Brasil ocorreu também na Índia com a publicação de estudos extremamente semelhantes aos realizados no Brasil. YOUTOPOULUS e outros apresentaram várias evidências de reversões de fatores e de que as funções de produção são não homotéticas, indicando que algum cuidado adicional deve ser tomado nesta direção. Infelizmente CLINE não estima suas funções para fazendas pequenas e grandes, impedindo o teste da reversibilidade. Esta é uma pesquisa da maior importância que deve ser realizada pelos economistas agrícolas.

HAYAMI e RUTTAN realizando uma resenha sobre a reforma agrária chegaram à conclusão de que não existe, nem tamanho de propriedade, nem tipo de arranjos ótimos no que respeita a posse de terra, do ponto de vista da modernização da agricultura (HAYAMI e RUTTAN, 1971). Há exemplos de crescimentos notáveis de produtividade, tanto em pequenas como em grandes propriedades, num regime onde o agricultor é dono da terra, e noutro em que subsistem formas de arrendamento (<sup>14</sup>). Tudo depende do funcionamento dos mercados de capital e trabalho e de capacidade que a economia tem para absorver a mão-de-obra liberada do campo, pelos crescentes da produtividade. Consideram estes dois autores, que a reforma agrária não engendrará crescimento auto-sustentado de produtividade na agricultura estagnada.

Na presença de evidências de terras férteis retidas, apenas para a geração de ganhos de capital, enquanto que os agricultores efetivamente produtivos dispõem de propriedades menores, em terras de pior qualidade, não restam dúvidas de que reformas agrárias localizadas seriam eficientes. É claro, entretanto, que os aumentos de produtividade (desprezando-se a redução momentânea derivada da quebra de uma estrutura para a geração de outra) serão únicos e para sempre. Para gerar um processo de aumento de produtividade auto-sustentado, é claro que alterações tecnológicas mais fundamentais são necessárias.

A constatação de que existem agriculturas tradicionais, ao lado das evidências de que a alocação de recursos é eficiente ao nível da tecnologia disponível, levou SCHULTZ a formular uma hipótese alternativa. Ele admite que a causa principal dos índices de baixa produtividade não deriva, nem da estrutura agrária, nem de sua alegada consequência, a incapacidade dos agricultores em responder aos estímulos de preços, mas sim de que as taxas de retorno sobre os investimentos em tecnologias mais modernas são baixas para os agricultores. Um "pacote" de novas técnicas pode ser considerado eficiente se a produtividade média dos fatores tradicionais terra e mão-de-obra tornar-se mais elevada. Porém, não está garantido que ela seja economicamente mais eficiente, pois dados os preços dos fatores modernos de produção a taxa de retorno sobre esse investimento pode ser inferior à dos investimentos em tecnologias tradicionais.

A hipótese de SCHULTZ pode ser colocada à prova estimando-se, em vários tipos de agriculturas tradicionais e em transformação, as taxas de retorno sobre os

---

(<sup>14</sup>) Os próprios resultados empíricos de CLINE evidenciam que não existem razões para acreditar que as produtividades dos fatores se alterem com a forma de propriedade da terra. Em outros termos, os arranjos de exploração, por parte de proprietários ou arrendatários, não alteram significativamente a produtividade média dos fatores terra e mão-de-obra.



investimentos em tecnologias tradicionais e modernas.

A única tentativa realizada no Brasil de pesquisas nesta direção foi, para nosso conhecimento, o trabalho de SILVA DIAS (1971), detendo-se nas taxas de retorno sobre os investimentos em pecuária de corte no extremo sul do País. Ele demonstra que as técnicas de criação com pastagens extensivas mostra-se economicamente mais rentável para os agricultores, do que as técnicas de confinamento, ainda que fisicamente a produtividade desta última seja mais elevada.

Modernizar a agricultura significa aumentar a oferta de fatores "modernos", capazes de elevar substancialmente a produção por trabalhador e a produção por unidade de área. Se tais fatores forem comercializados no mercado, como tratores, fertilizantes, inseticidas, etc., seus preços devem declinar em termos de preços dos produtos agrícolas. Se forem fatores não transacionados, do tipo de bens públicos, como as inovações biológicas, a educação da mão-de-obra, etc., o Governo deve aumentar quantitativamente a sua oferta.

SCHULTZ enfatiza a oferta de fatores de produção como forma de quebrar o equilíbrio da agricultura tradicional. HAYAMI e RUTTAN desenvolvem uma hipótese procurando mostrar como são gerados determinados tipos de tecnologias. Claramente são facetas diferentes de um mesmo problema, e essas hipóteses nada têm de incompatíveis.

A agricultura tradicional pode ocorrer em qualquer nível de produtividade dos fatores tradicionais. Basta para isso que os preços relativos de fatores e produtos persistam imutáveis, sem a geração de inovações autônomas, para que os modos de produção persistam ao longo das gerações. A transformação da agricultura implica continuamente em alterações nos retornos dos investimentos em fatores modernos.

A hipótese da inovação induzida procura mostrar como cada país geraria essas inovações.

É claro que os erros de política econômica podem bloquear vários incentivos ao setor agrícola, prendendo-a no estágio da agricultura tradicional, ou impedindo inovações induzidas.

Ao longo do tempo, contudo, verificaram-se exemplos de que a política econômica penalizou o setor agrícola, sem gerar condições para um barateamento progressivo dos fatores modernos transacionados no mercado, e sem produzir investimentos em pesquisas que permitissem o crescimento do produto por unidade de área.

A política de substituição de importações, ao proteger o setor industrial, gerou ineficiências que elevaram os custos dos insumos agrícolas modernos, em termos de preços dos produtos agrícolas. Ao lado disso o setor absorveu outras penalizações importantes. As políticas, visando baratear o custo do capital para a indústria, dificultaram a exportação de produtos agrícolas, através da supervalorização da taxa cambial, de quotas de exportações, ou simplesmente pela proibição de exportação de produtos alimentícios, a fim de garantir "preços baratos" para os consumidores.

THOMPSON (1968), avaliando os efeitos de uma taxa cambial mais favorável, notou que seria possível elevar substancialmente as exportações de milho, ocorrendo, naturalmente, uma redução do consumo interno. Mais recentemente, MENDONÇA (1971) mostrou que o "pessimismo de elasticidades" de demandas de produtos agrícolas, no mercado internacional, não se sustenta se decidirmos exportar produtos



agrícolas não tradicionais. Existem amplos mercados ainda muito pouco explorados para uma série de produtos agrícolas, e, se os incentivos econômicos foram adequadamente dirigidos ao setor, é possível gerar excedentes exportáveis, capazes de aumentar a receita de divisas do país, ao lado de um aumento da produtividade média da mão-de-obra empregada no setor.

As análises de MENDONÇA mostram ainda que o custo doméstico de se produzir um dólar pela exportação de produtos agrícolas não tradicionais é bem inferior ao custo social da divisa, indicando os benefícios que a economia, como um todo, pode derivar de uma política cambial adequada e de investimentos, visando os aumentos de produtividade no setor.

Só em períodos mais recentes é que se constata a queda dos preços de alguns insumos agrícolas importantes. Os preços de máquinas e equipamentos agrícolas, ao longo dos últimos anos, têm declinado de forma visível. Entretanto, o mesmo sucesso não foi conseguido no caso dos preços de fertilizantes, onde o Brasil não conseguiu, efetivamente, superar os complexos problemas de suprimento desse insumo.

Finalmente, é preciso mencionar que em vários períodos localizados do tempo o Governo tentou conter o processo inflacionário pelos seus efeitos, e não pelas suas causas, controlando-se os preços dos produtos alimentícios. Isso, certamente, reduziu as taxas de retorno dos investimentos dos agricultores, desestimulando alguns investimentos e provavelmente causando parte das crises de abastecimento.

Em resumo, afirma-se que a agricultura não se modernizou, porque a política econômica reduziu as expectativas de lucros dos agricultores e, de modo geral, era impeditiva ou, no mínimo, não estimulava o aumento da produtividade. Entre os autores que esposam estas idéias, no que respeita ao Brasil, estão SCHUH (1968) e NICHOLLS (1970) e SMITH (1972).

Num contexto mais geral, alinham-se os nomes de SCHULTZ (1965) e MELLOR (S.D.). SCHULTZ chegou mesmo, enfaticamente, a responsabilizar o fundamentalismo industrial pelo fracasso de muitos planos de desenvolvimento econômico dos países sub-desenvolvidos. Afirmou que os economistas da linhagem clássica tinham melhor concepção do comportamento dos agricultores, relativamente à habilidade de gerar poupanças e de contribuir para o crescimento econômico. Lamenta que a agricultura tenha sido negligenciada pelos estudiosos do processo de crescimento econômico, os quais, com poucas exceções, fizeram da indústria o tema central de sua análise, não obstante o fato de todos os países terem um setor agrícola geralmente considerado, nos de renda mais baixa, o mais importante.

Essa corrente do pensamento não considera a estrutura agrária como óbice à modernização. Acha que o próprio processo de transformação da agricultura se encarregará de se ajustar à mesma. Reconhece, entretanto, que há lugar, em certos casos, para uma reforma agrária de caráter limitado.

## 6 – LIMITES À MODERNIZAÇÃO

Recentemente a literatura foi enriquecida pela discussão iniciada com o trabalho de PAIVA e complementada pelas interpretações e discussões de NICHOLLS e SCHUH, sobre os limites à modernização do setor agrícola. PAIVA sugere a existência de um “mecanismo de auto-controle”, através do qual a agricultura atingiria um “grau adequado de modernização”, a partir do qual as forças de mercado inibiriam



o crescimento da produtividade agrícola, prendendo-a em um nível inferior, e caracterizado pela existência simultânea de técnicas modernas e tradicionais.

Ele argumenta que uma inovação tecnológica (uma vez adotada pelos agricultores) tende a gerar grandes elevações da produtividade física dos fatores tradicionais (terra e mão-de-obra), com o conseqüente aumento da produção. Devido à baixa elasticidade (preço e renda) da demanda de produtos agrícolas, os preços dos produtos agrícolas sofrem uma substancial redução, condicionando um atenuamento dos incentivos à adoção de nova técnica. À medida em que prossegue a disseminação da técnica moderna por um número maior de agricultores, ocorre uma redução dos preços dos insumos tradicionais (terra e mão-de-obra), elevando-se novamente a vantagem econômica das técnicas tradicionais, devido principalmente ao fato de serem as técnicas modernas poupadoras desses fatores.

A análise de PAIVA contém, implicitamente, as hipóteses cruciais sobre a inovação tecnológica, que condicionam parte de suas conclusões. Desde que a validade dessa hipótese não pode ser questionada do ponto de vista teórico, dependendo de evidências empíricas não disponíveis no momento, parece-nos conveniente analisar o modelo com e sem a inclusão de tais hipóteses.

Concentremo-nos, primeiramente, em uma inovação tecnológica do tipo neutro. Para tanto, representemos no gráfico uma curva de custos de uma empresa típica produzindo com técnicas tradicionais (curva I). Podemos partir de uma situação de equilíbrio de longo prazo com os agricultores, utilizando os fatores e vendendo o produto ao nível de máxima eficiência tecnológica e econômica. Se a produção estiver sendo realizada para todas as firmas no ponto "a", por um período de tempo bastante longo, e com os preços de produtos e fatores constantes, teremos caracterizado a situação de equilíbrio que SHULTZ denominou de "Agricultura tradicional".

É criada uma nova tecnologia (uma nova semente), que desloca as curvas de custos médios em marginais para a posição II e, admite-se que os custos médios e marginais da nova tecnologia sejam sempre inferiores ao da tradicional.

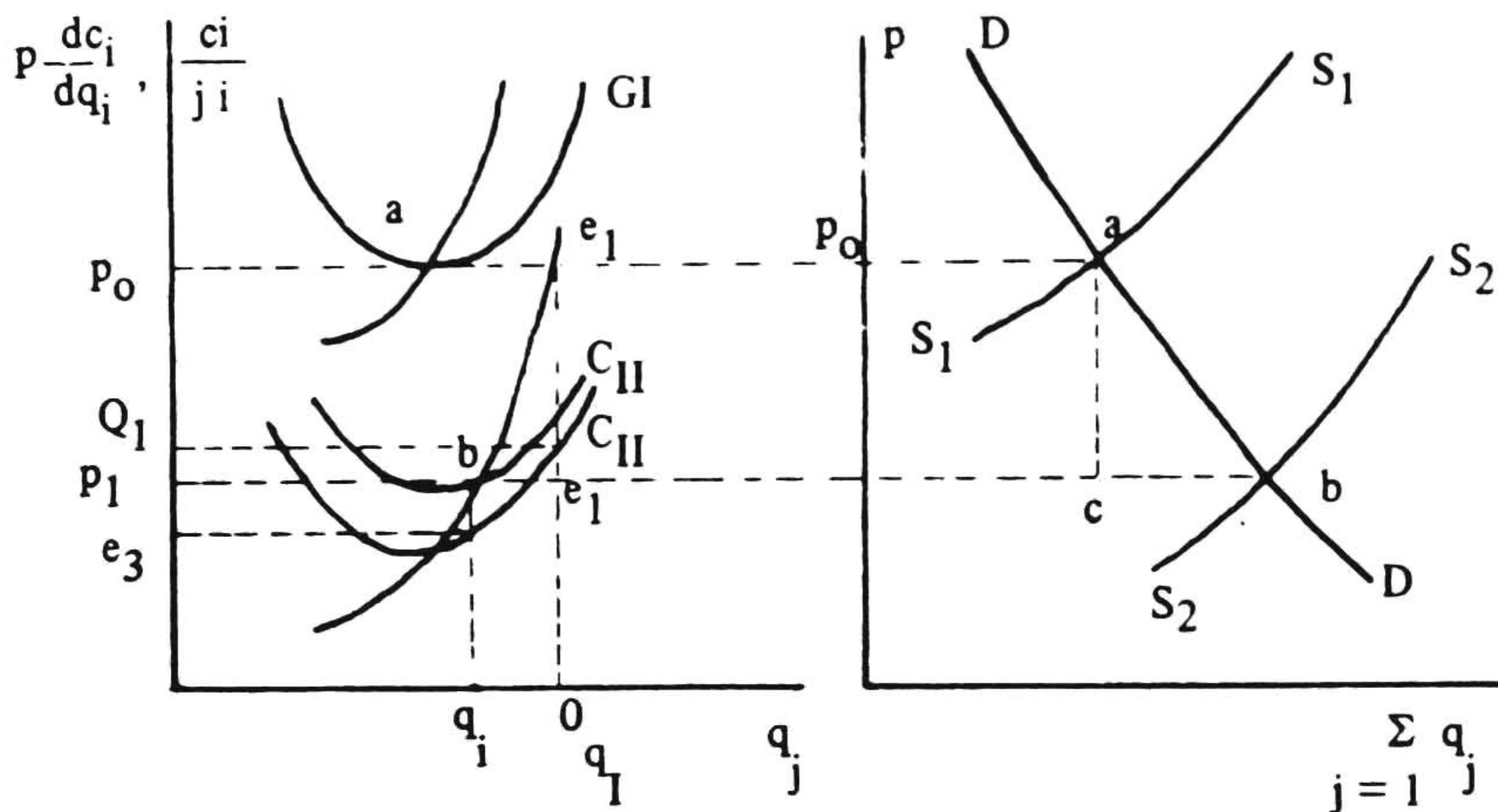
Se o agricultor "inovador" tiver informações completas sobre a nova tecnologia, sendo suficientemente qualificado e puder utilizá-la ao nível máximo de eficiência técnica e econômica, seus custos médios declinam para a posição da curva  $C_{II}$ . Se tivesse deficiências de informações, menor grau de qualificação, inexperiência com a nova técnica, etc., produziria com uma curva de custos médios mais elevados, como  $C_{III}$ , por exemplo. Se estes custos adicionais foram fixos, a curva de custos marginais será a mesma, alterando-se apenas a de custos médios.

O mercado encontra-se em equilíbrio no ponto "a", na parte S do gráfico, com um número dado de agricultores tradicionais. Se ninguém mais adotasse a nova tecnologia, o agricultor inovador internalizaria, no primeiro instante, a quase-renda pela área  $e_1 e_2 e_2' P_0 = R_1$ . Se novos agricultores adotaram a nova técnica, a curva de oferta de mercado irá gradativamente se deslocando para a direita, com os preços relativos declinando, tanto mais rapidamente, quanto mais rápido for o processo de novos agricultores para a técnica "moderna" e, claramente, da própria elasticidade-preço da demanda. Cada agricultor poderá formular suas expectativas de como evoluirá a sua quase-renda no tempo. Sem perda de generalidade pode-se admitir que essas expectativas sejam uma função do tempo, obtendo-se o benefício, em termos de valor presente da adoção da nova técnica, dado por:

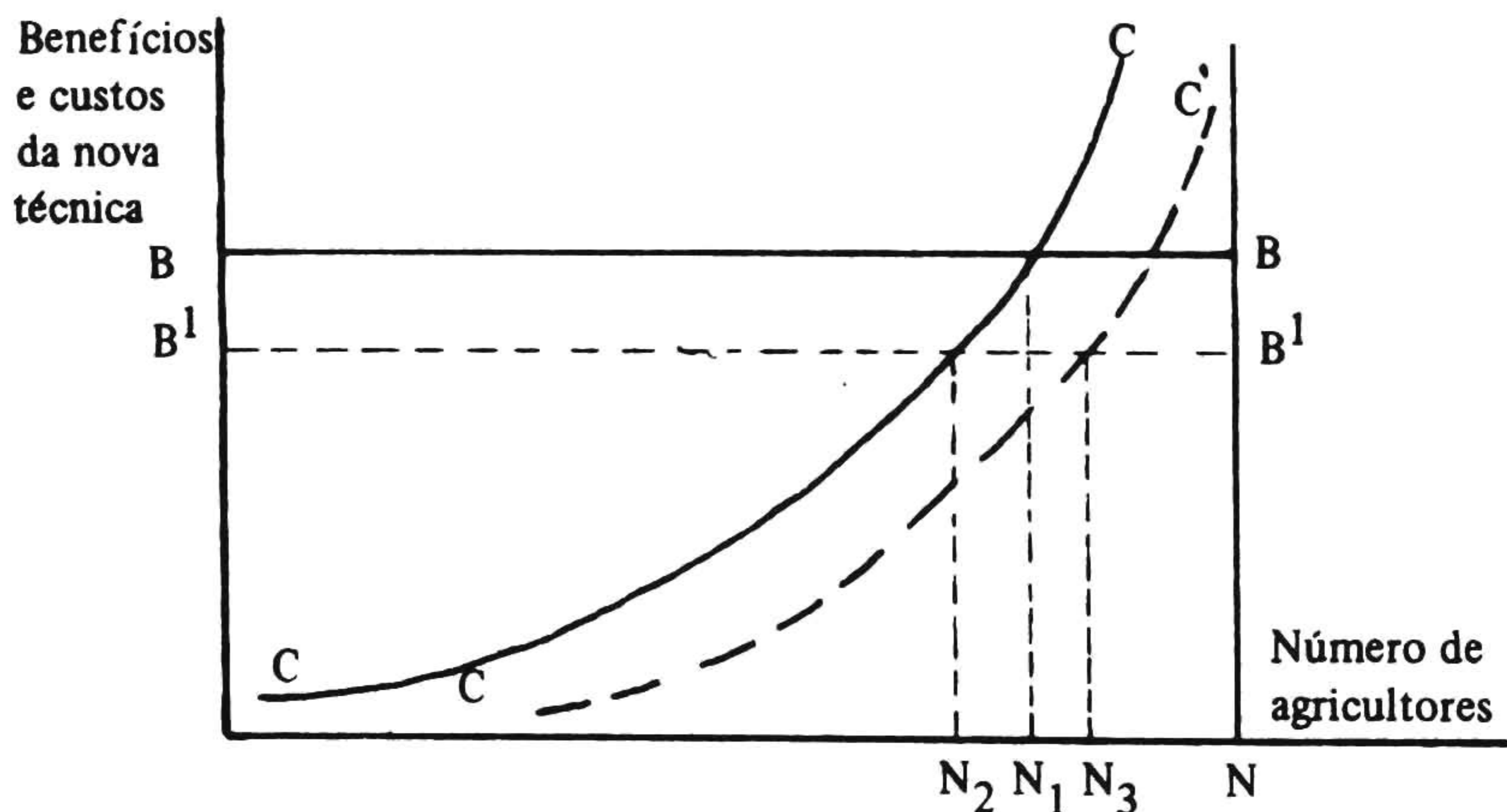


$$B = \int_{t_0}^{\infty} R(t) e^{-rt} dt$$

Esse é o valor do benefício para o agricultor tecnicamente mais eficiente (cuja curva de custos médios é  $C_{II}$ ). Para agricultores com custos médios mais elevados, o benefício líquido será menor. Podemos, entretanto, trabalhar com benefícios "brutos" e custos adicionais (a diferença entre  $C_{II}$  e  $C'_{II}$ ) separadamente, o que permite uma exposição mais simples, nas figuras a seguir.



Os agricultores podem ser analisados, tanto os de menores como os de maiores custos adicionais, colocando-se no eixo vertical os benefícios brutos e os custos, ambos em termos de valor presente e no eixo horizontal, o número de agricultores. O benefício líquido, em termos de valor presente, será dado, para cada agricultor, pela distância vertical entre as linhas BB e CC.





Dados os benefícios e custos da nova técnica, teremos determinado, na intersecção das curvas BB e CC tanto o número de agricultores que inovarão como os que não inovarão. É claro que, à medida que mais agricultores inovarem, a curva de benefícios declinará, reduzindo-se o número de agricultores dispostos a inovar. É essa a essência do argumento de PAIVA.

Algumas questões, contudo, deixaram de ser exploradas. Primeiramente, não se deve esperar que os diferenciais de custos persistam, permanentemente, ao longo do tempo. O processo de "aprender-fazendo", a redução dos custos de informação, a transmissão de conhecimentos através de processos de extensão e difusão, certamente reduzirão a curva CC, atingindo, eventualmente, a posição C'C'. Neste caso ao longo do tempo não se pode dizer que mais ou menos agricultores terão indução a inovar. Tudo depende de como evoluam as curvas de custos e de benefícios brutos. Em segundo lugar, não se pode admitir que o número de agricultores seja constante ao longo do tempo. Novos agricultores podem ser atraídos, quer de dentro do próprio setor agrícola, quer de outros setores da economia. Neste caso, o próprio limite N da curva CC pode ser alterado, com um motivo a mais para a sua deslocação.

Nesse tipo de interpretação, contudo, não é possível um equilíbrio com a existência de uma agricultura "dual", coexistindo técnicas modernas com as tradicionais. Os agricultores serão forçados a inovar. Eventualmente, alguns persistirão com técnicas tradicionais, enquanto encararem a queda de preços relativos e transitórios e, se tiverem recursos para persistir, produzirão com prejuízos por algum tempo. Passado esse período, ou são forçados a inovar, ou serão punidos pelo mercado. Se o equilíbrio entre oferta e demanda de mercado realizar-se por algum tempo acima de  $P_0$ , também teremos a existência conjunta das duas técnicas. Estas, contudo, não são situações de equilíbrio e, somente poderão existir por períodos limitados de tempo.

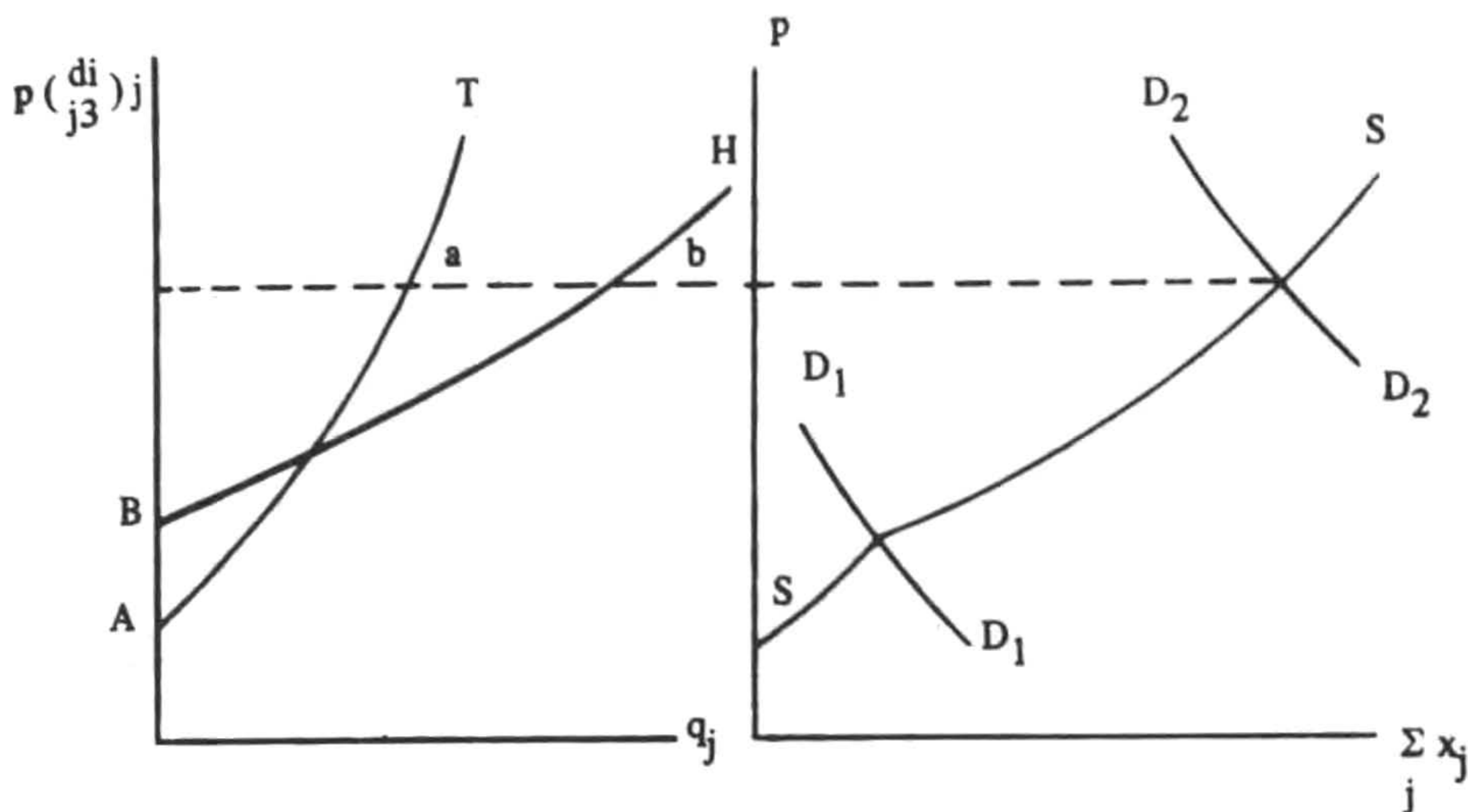
A distribuição dos diferenciais de custos entre agricultores determinará como se distribuirão os benefícios da nova técnica entre os consumidores e os agricultores. Admitindo-se que o agricultor tecnologicamente menos eficiente tenha uma curva de custos médios igual a  $C'_{II}$ , os preços declinaram até o nível  $P_1$ . Neste caso, os consumidores terão um ganho de bem-estar medido pela área abc, na parte B do gráfico, e os agricultores mais eficientes internalizarão a renda diferencial dada pela área  $P_1 e_3 e'_3 q^1_j$ , que será permanente, se persistirem as diferenças de eficiência entre agricultores. Se elas desaparecerem, todos os benefícios irão para os consumidores.

As hipóteses de PAIVA sobre as curvas de custos marginais das duas técnicas são, contudo, diversas, o que fica claro da observação de seus gráficos e das interpretações posteriores de NICHOLLS e CONTADOR. Ele admite que as curvas de custos marginais se cruzem, na forma das figuras a seguir.

Dando-se o preço  $P_0$  para o benefício líquido da técnica moderna, no momento em que o agricultor procura decidir se inova ou não, verifica-se a diferença entre as áreas  $P_0 bB$  e  $P_0 aA$ . Claramente se o "excedente do produtor" moderno for superior ao "excedente do produtor" tradicional, existirão incentivos para adotar a técnica moderna. Momentaneamente poderão existir ambos os agricultores (pois ambos têm um "excedente do produtor" positivo), mas esta é uma situação de equilíbrio de curto prazo, onde claramente a proporção de agricultores tradicionais e moder-



nos está indeterminada.



O argumento de PAIVA é que se os preços declinarem eventualmente para  $P_1$  (ou porque a demanda está na posição  $D_1D_1$ , ou porque a oferta deslocou-se para a direita) o setor reverterá para a agricultura tradicional.

É claro que essa reversão para a agricultura tradicional, e também qual será o equilíbrio de longo prazo depende da posição das duas curvas de custos médios. Se a técnica tradicional tiver um custo médio mínimo inferior à moderna, a agricultura reverterá inteiramente para a tradicional. Se ocorrer o inverso, ao final teremos somente a técnica "moderna". Se ambos os custos forem iguais, teremos um equilíbrio "dual".

A dualidade poderá ocorrer também com imperfeições de mercado, limitando-se o acesso ou entrada de novos, limite este estabelecido pelos já tradicionais agricultores, conhecedores das vantagens da técnica "moderna". Se os mecanismos de extensão e difusão forem ineficientes, e os agricultores tradicionais não puderem adquirir qualificações suficientes para utilizar eficientemente a técnica moderna, não se poderá adotar a tecnologia moderna.

Qual dessas duas interpretações é a mais correta, depende apenas de qual seja a melhor hipótese sobre as funções de produção. Se a técnica "moderna" apresentar custos médios sempre mais baixos do que a tradicional, a primeira interpretação é válida. Se as funções de produção gerarem curvas de custos marginais que se cruzem, a segunda estará correta. Antes de se aceitar o argumento de PAIVA, portanto, são necessárias investigações adicionais sobre ambas as funções de produção.

Nesse tipo de investigação empírica, contudo, é preciso cuidado na análise. A produtividade média dos fatores tradicionais pode crescer, mantida constante a função de produção, desde que se alterem os preços relativos dos fatores. Se os preços da terra crescerem relativamente aos preços dos fertilizantes, a terra será poupada, e se o custo do capital baratear relativamente ao custo da mão-de-obra, será poupado o fator trabalho. Mudanças dos preços relativos dos fatores podem induzir mudanças tecnológicas (alterações da própria função de produção), que



poupam ainda mais os fatores escassos.

A hipótese e as evidências apresentadas por HAYAMI e RUTTAN indicam que dada a dotação de fatores, é possível descobrir tecnologias (novas funções de produção), que sejam mais eficientes e mais baratas. Se, eventualmente o capital estiver se tornando mais abundante relativamente à mão-de-obra, e o preço da terra persistir mais barato, relativamente ao custo dos fertilizantes, é claro que uma tecnologia dita "moderna" e que seja poupadora de terra não apresentará, muito possivelmente, vantagens econômicas. A direção das inovações deveria seguir, neste caso, o curso das tecnologias poupadoras de mão-de-obra. Da mesma forma se os preços dos fertilizantes caíssem relativamente aos preços da terra, mas a taxa de salários declinassem relativamente ao custo do capital, tecnologias ditas "modernas" que poupassem mão-de-obra seriam relativamente ineficientes.

A análise das vantagens técnicas "modernas" e "tradicionais" implica, dessa forma, na escolha da inovação mais "racional" do ponto de vista da dotação de fatores. Feita a escolha correta, é duvidoso que existam limites à modernização, como mostram as evidências para os países apresentados na seção 2.

Os limites à modernização apareceriam em função da irracionalidade alocativa e de geração de inovações, e não da existência de um controle fatal ao sistema de preços.



## REFERÊNCIAS

- AYER, H.W. & SCHUH, G.E. Social rates of return and other aspects of agricultural research: the case of cotton research in São Paulo, Brazil. Am. J. Agric. Econ., 54(4):557-77, 1972.
- CLINE, W.R. Economic consequences of land return in Brazil. Amsterdam, North-Holland Publishing Co., 1970.
- DELFIN NETTO, A. et al. Agricultura e desenvolvimento econômico no Brasil. São Paulo, ANPES, 1965. 212 p. (Estudos ANPES, 5).
- EVENSON, R. The contribution of agricultural research to production. J. Farm Econ., (49):1415-25, dez. 1967.
- GRILICHES, Z. Research expenditures, education, and the aggregate production Am. Econ. Rev., 54:961-74, 1964.
- GRILICHES, Z. Research costs and social returns: hybrid corn and related innovations. Journal of Political Economy. 66:419-31, out. 1958.
- JOHNSTON, B.F. & MELLOR, J. W. "The Role of Agriculture in Economic Development". American Economic Review, September 1961, pp. 563-593.
- LANGONI, C.G. Os efeitos distributivos da política agrícola. Ext. rural (73):16-9, jan. 1972.
- LIMA, J.P. et al. Técnicas para o desenvolvimento da agricultura. Brasília, EMBRATER, 1961.
- NICHOLLS, W.S. A fronteira agrícola na história recente do Brasil: O Estado do Paraná, 1920-65. R. Bras. Econ., 24(4):33-64, out. dez. 1970.
- PASTORE, A.C.. A oferta de produtos agrícolas no Brasil. Estudos Econômicos, São Paulo, 1(3):35-69, mar. 1971.
- PETERSON, W.L. Returns to poultry research in the United States. J. Farm Econ., 49(3):656-69, 1967.
- SAHOTA, G. "An Economic Analysis of Internal Migration in Brazil". Journal of Political Economy, 76(2):218-245. April, 1968.



- SCHUH, G.E. "Effect of Some Economic Development Policies on Agricultural Development. American Journal of Agricultural Economics, 50(5): 1283-94, December, 1968.
- SCHULTZ, T.W. A transformação da agricultura tradicional. Rio de Janeiro, Zahar Editores, 1965.
- SIMONSEN, M.H. Salários, dualismo e desemprego estrutural. R. Bras. Econ. (4):27-75, dez, 1963.
- SMITH, G.W.A. Brazilian agricultural policy: 1950-67. In: ELLIS, H. Essays on the economy of Brazil. Berkeley, University of California Press, 1972.
- THOMPSON, R.L. The impact of Brazil's exchange rate policy and other restrictive policies on its exports of corn. s.l., Purdue University, 1968. Tese Mestrado.