

Título do capítulo CAPÍTULO 5
**DETERMINANTES DA TECNOLOGIA
AGRÍCOLA NO BRASIL**

Autores (as) Claudio R. Contador

DOI

Título do livro TECNOLOGIA E DESENVOLVIMENTO
AGRÍCOLA

Editor (es) Claudio Roberto Contador

Volume

Série IPEA/INPES. Monografia, 17

Cidade

Editora Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada (Ipea)

Ano 1975

Edição 1^a

ISBN

DOI

© Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada – **ipea** 1975

As publicações do Ipea estão disponíveis para *download* gratuito nos formatos PDF (todas) e EPUB (livros e periódicos). Acesse: <http://repositorio.ipea.gov.br>

As opiniões emitidas nesta publicação são de exclusiva e inteira responsabilidade dos autores, não exprimindo, necessariamente, o ponto de vista do Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada ou do Ministério do Planejamento, Desenvolvimento e Gestão.

É permitida a reprodução deste texto e dos dados nele contidos, desde que citada a fonte. Reproduções para fins comerciais são proibidas.

V

DETERMINANTES DA TECNOLOGIA AGRÍCOLA NO BRASIL *

CLAUDIO R. CONTADOR **

5.1

Introdução

O modelo de “inovações induzidas” popularizado por Hayami e Ruttan ¹ e diversos outros autores ² teve um impacto importante

* Trabalho apresentado no Ciclo de Palestras de Economia Regional, patrocinado pela Associação dos Economistas do Sul de Mato Grosso, Campo Grande, em abril de 1975, e, posteriormente, no Seminário de Pesquisa Econômica da Escola de Pós-Graduação em Economia/EPGE da Fundação Getúlio Vargas, em maio de 1975. Agradeço os comentários recebidos em ambas ocasiões. A responsabilidade é, naturalmente, exclusiva do autor.

Do Instituto de Pesquisas do IPEA.

¹ Yujiro Hayami e V. W. Ruttan, *Agricultural Development: An International Perspective* (Baltimore: The Johns Hopkins Press, 1971).

² Na realidade, diversos trabalhos com idéias semelhantes datam do mesmo período. Veja, por exemplo, Zvi Griliches, “The Demand for Fertilizer: An Economic Interpretation of a Technical Change”, in *Journal of Farm Economics*, vol. 40 (agosto de 1958), pp. 591-606; William Fellner, “Two Propositions in the Theory of Induced Innovations”, in *Economic Journal*, vol. 71 (junho de 1961), pp. 305-308, e “Profit Maximization, Utility Maximization and the Rate and Direction of Innovation”, in *American Economic Review*, vol. 56 (maio de 1966), pp. 24-32.

e salutar na literatura sobre o desenvolvimento agrícola. Ao salientarem o papel da escassez relativa de fatores e conseqüentes preços relativos desfavoráveis ao emprego de fatores escassos, os autores chamaram a atenção para o processo induzido, pelo qual são geradas inovações agrícolas que apontam a direção provável que a tecnologia agrícola deve assumir para que se possa desenvolver.

Assim, uma economia carente em terras aproveitáveis mas com farta disponibilidade de mão-de-obra — como, por exemplo, o Japão — seria incentivada (induzida) a desenvolver e empregar inovações biológicas e químicas que permitissem a substituição da terra por fontes alternativas de nutrientes. Por outro lado, uma economia com escassez relativa de mão-de-obra e oferta abundante em terras — como os Estados Unidos até a I Guerra Mundial — procuraria desenvolver inovações mecânicas que substituíssem o fator trabalho carente e permitissem uma maior produção por homem.³

Uma vez gerada, a nova técnica passa por um processo de difusão e adoção pelos agricultores e regiões que reúnem as condições economicamente mais propícias. O processo não é imediato⁴ e exige paralelamente que firmas particulares e agências de extensão rural estejam dispostas a produzir e divulgar a nova informação. Na maioria das vezes, a nova semente, ou nova tecnologia, tende a ser específica à localização, o que dificulta sua transferência e divulgação por regiões diferentes. Assim, a divulgação de uma nova técnica pode exigir um prévio esforço de experimentação e adaptação às condições locais, tanto ambientais quanto à oferta relativa de fatores. Aquelas regiões onde os fatores de produção, que a nova espécie ou tecnologia pretende substituir, são menos escassos, e/ou que reúnem condições diversas à aplicação direta da nova espécie ou técnica, serão “retardatárias” naquele processo específico de modernização.

O modelo de Hayami e Ruttan procurou sintetizar o mecanismo natural que explica a direção assumida pela tecnologia agrícola no

³ É interessante observar que a direção do avanço tecnológico inverteu-se nas décadas recentes. O Japão começou a mecanização da sua agricultura enquanto os EUA preocupam-se com novas variedades. Tais fatos não refutam a hipótese do modelo, pois refletem simplesmente o término da abundância de mão-de-obra no Japão e o limite das fronteiras agrícolas nos EUA.

⁴ Por exemplo, Griliches mostrou que o emprego da semente híbrida de milho foi gradativo e no sentido das regiões mais propícias para as menos propícias, ao mesmo tempo em que a nova semente tornava-se mais barata. Zvi Griliches, “Hybrid Corn and the Economics of Innovation”, in *Science*, vol. 132 (junho de 1960), pp. 275-280.

decorrer do tempo e a intensidade do avanço técnico. Ademais, o raciocínio é também útil para explicar as diferenças da tecnologia gerada e adotada entre diferentes países e regiões.

As evidências empíricas tendem a confirmar o modelo das “inovações induzidas”. Hayami e Ruttan testaram o modelo com séries temporais dos EUA e Japão. No Brasil, o problema foi abordado por Pastore, Alves e Rizzieri ⁵ e pesquisas futuras deverão complementar o teste do modelo.

Embora Hayami e Ruttan visualizem a inovação e mudança tecnológica como variáveis endógenas — raciocínio claramente oposto ao avanço tecnológico schumpeteriano autônomo — o modelo não esclarece até que ponto os produtores rurais empregarão as novas técnicas. ⁶ Ou seja, Hayami e Ruttan preocuparam-se em desenvolver um modelo no qual ficava explicado o processo de geração de novas técnicas. Preocuparam-se, portanto, com a oferta de novas técnicas, e implicitamente assumiram — *à la Say* — que a oferta de técnicas geraria a sua própria demanda, ou, em outras palavras, a *inovação* incentivaria sua própria *adoção*.

Não há razões, entretanto, para que isto aconteça. Pelo contrário, é mais provável que estabelecimentos que detêm determinadas condições favoráveis reajam ao aparecimento de novas técnicas com a sua adoção. Outros, entretanto, mesmo com a informação dessas técnicas, mostrar-se-ão mais relutantes ou claramente indiferentes à adoção. Naturalmente, por detrás desse comportamento existem argumentos econômicos de divergências entre estabelecimentos quanto aos preços relativos de fatores e produtos; capacidade de decodificar as informações técnicas; extensão dos estabelecimentos; proporção da renda bruta apropriada pelo fator terra; acesso a fatores complementares aos insumos modernos; capacidade financeira para novos investimentos; receptividade da cultura ou atividade predominante a mudanças tecnológicas, etc.

Este trabalho pretende identificar empiricamente as variáveis e a respectiva contribuição para a explicação da ampla dispersão na

⁵ Affonso Celso Pastore, Eliseu R. de Andrade e Juarez A. B. Rizzieri, “A Inovação Induzida e os Limites à Modernização na Agricultura Brasileira”, apresentado na XII Reunião Anual da Sociedade Brasileira de Economistas Rurais (SOBER), Porto Alegre, julho de 1974.

⁶ Veja as observações de G. Edward Schuh, “Modernização e Dualismo Tecnológico na Agricultura: Alguns Comentários”, in *Pesquisa e Planejamento Econômico*, vol. 3 (março de 1973), pp. 51-94, quanto ao modelo de Ruy M. Paiva.

adoção observada de tecnologia em estabelecimentos localizados em mesmas regiões. Ou seja, o estudo preocupa-se com a explicação do processo de *adoção*. Os resultados ora apresentados foram explorados anteriormente num trabalho mais extenso sobre a rentabilidade e tecnologia em sete Estados brasileiros.⁷ Nesta oportunidade são oferecidos esclarecimentos adicionais e interpretações mais detalhadas.

A Seção 5.2 descreve as amostras dos dados e a construção da variável *proxy* para a tecnologia. A seção seguinte aborda a especificação do modelo a ser testado e cuida da explicação empírica da “multiplicidade tecnológica”, visualizada estaticamente entre estabelecimentos. A Seção 5.3 preocupa-se em quantificar quão rápido é o avanço tecnológico para uma determinada mudança nos preços relativos ou fatores determinantes da tecnologia. Finalmente a Seção 5.4 conclui o trabalho e lista algumas implicações dos resultados.

5.2

Informações sobre o Modelo e suas Variáveis

5.2.1

As Amostras

A análise empírica está baseada nas informações coletadas pelo Centro de Estudos Agrícolas do IBRE/Fundação Getúlio Vargas em 1962/64 e 1969/70 em sete Estados brasileiros: Ceará, Pernambuco, Espírito Santo, Minas Gerais, São Paulo, Santa Catarina e Rio Grande do Sul. Com as informações do Censo de 1960, foram selecionados 1.771 estabelecimentos, segundo a técnica de amostragem por *cluster*. O tamanho da amostra foi dividida em conglomerados (*clusters*), cada qual com um número igual de componentes. O pri-

⁷ Claudio R. Contador, *Tecnologia e Rentabilidade na Agricultura Brasileira*, Coleção Relatórios de Pesquisa (Rio de Janeiro: IPEA/INPES, 1975), n.º 28.

meiro levantamento foi realizado em 1962/64 com a coleta de informações nos 1.771 estabelecimentos selecionados.⁸

Os estabelecimentos compreendidos no levantamento 1969/70⁹ foram selecionados dentro da amostra de 1962/64. Ou seja, os estabelecimentos de 1969/70 correspondem a um subconjunto da amostra de 1962/64, com a inclusão de alguns novos estabelecimentos não compreendidos na apuração anterior. Os estabelecimentos comuns em ambos os levantamentos são em número reduzido, o que apresenta desvantagens para uma análise estática comparativa. A Tabela V.1 mostra a distribuição dos estabelecimentos pelos Estados, segundo os dois levantamentos. Note-se que alguns Estados, como Ceará e Minas Gerais, figuram com pouco mais de 30 estabelecimentos comuns em ambas as apurações.

TABELA V.1

TAMANHO DA AMOSTRA EM CADA LEVANTAMENTO

Estado	1962/64	1969/70	Estabelecimentos Comuns em Ambos os Levantamentos
Ceará	204	60	32
Pernambuco	242	67	55
Espírito Santo	207	59	50
Minas Gerais	193	61	32
São Paulo	454	129	102
Santa Catarina	235	66	39
Rio Grande do Sul	236	67	47
Total	1.771	509	357

Outro problema que tende a reduzir o número de observações aproveitáveis é a ausência de informações para um grande número de itens. Além disto, as respostas a muitos itens foram rejeitadas numa crítica preliminar aos dados.

⁸ "Pesquisa sobre as Condições Econômicas das Explorações Rurais; Instruções para o uso da Fita Magnética", IBRE/FGV, abril 1970.

⁹ "Pesquisa sobre as Explorações Rurais — 1969/70; Instruções para o uso do Arquivo CER 3", IBRE/FGV, junho de 1972.

5.2.2

Montagem do “Índice de Tecnologia”

Uma técnica de produção é dada pela relação funcional entre a quantidade dos fatores e o produto potencial, ou seja, é representada pela própria função de produção. Por si só, a não ser em casos extremos de complementariedade absoluta entre fatores, a técnica de produção nada diz sobre a utilização relativa dos fatores. A combinação dos fatores, por outro lado, resulta dos preços relativos visualizados pelos produtores. Assim, se o custo dos serviços de mão-de-obra é relativamente mais caro do que o do capital, o comportamento racional do produtor conduzirá a uma relação capital/trabalho relativamente mais elevada. Ao contrário, se a mão-de-obra é relativamente barata, a relação capital/trabalho será mais baixa. Note-se que a técnica escolhida, isto é, a função de produção, pode ser a mesma em ambas as situações. Por outro lado, uma mudança de técnica sem alteração no preço relativo dos fatores pode resultar numa diferente combinação de fatores.

Na prática, o “estágio tecnológico” é geralmente interpretado simplesmente como a combinação de fatores, ignorando-se completamente se tal combinação advém de uma função técnica que fornece a alternativa de poucas oportunidades de substituição entre fatores, ou se decorre de preços relativos estáveis entre fatores, ou, ainda, se resulta de deslocamentos no mapa de isoquantas. Assim, o maior emprego intensivo de terra e trabalho pouco qualificado na agricultura é confundido com uma “técnica tradicional”, enquanto o emprego intenso de insumos modernos, mecanização e serviços de mão-de-obra qualificada é interpretado como uma “técnica moderna”. É claro que a técnica ao determinar o formato do mapa de isoquantas pode restringir as combinações de fatores disponíveis ao produtor, mas este é um problema distinto.

Uma vez que a tecnologia observada é facilmente qualificável, enquanto a função técnica da qual originou-se não é tão facilmente detetada, é mais cômodo classificar os estabelecimentos entre “tradicionalistas” e “modernos”, segundo o emprego relativo de fatores dito tradicionais (terra e mão-de-obra não qualificada) *versus* os fatores mais sofisticados (capital moderno, insumos industriais, sementes melhoradas, mão-de-obra qualificada, etc.). Destarte, na análise empírica procuraremos simplesmente apontar as causas responsáveis pela diferença na combinação de fatores entre estabelecimentos, sem

distinguir se a tecnologia adotada resultou de preços relativos distintos para uma mesma isoquanta, isto é, uma mesma técnica, ou de técnicas distintas. Para evitar repetições freqüentes, os conceitos de técnica e tecnologia serão utilizados como sinônimos.

Outra simplificação grosseira — embora também teoricamente conveniente — é classificar dicotomicamente o estágio tecnológico. É lógico que a diferenciação entre “tradicional” e “moderna” é exagerada, pois negligencia todos os estágios intermediários entre as posições extremas. O objetivo desta seção é construir uma escala aproximadamente contínua de estágios tecnológicos que permita posicionar os estabelecimentos.

O estágio tecnológico de cada estabelecimento rural num determinado momento será qualificado através de “indicadores técnicos”. Em seguida, estes indicadores são agregados num índice, segundo determinados pesos. Naturalmente, tanto os indicadores como os pesos são passíveis de críticas, porém devemos adiantar que os resultados produzidos foram os que se apresentaram como mais consistentes com o conhecimento prático das condições tecnológicas das diversas regiões agrícolas no Brasil.

O formato da distribuição de técnicas permite conclusões importantes sobre as características do processo de difusão e adoção, e a idéia de construir um “indicador” de estágio tecnológico objetiva exatamente essa análise. Em princípio, a análise não é original no Brasil, pois já havia sido utilizada, com relativo sucesso, por Paiva em trabalho recente,¹⁰ e o leitor cuidadoso encontrará similaridade entre alguns itens. Tanto no estudo de Paiva como neste, os indicadores finais foram escolhidos após uma árdua experimentação, e existe uma razoável confiança em que as quantificações espelham as condições de “tecnologia” rural.

Foram selecionados dez itens, uns sob a forma de relações e outros expressos em valor, para a construção do indicador tecnológico de cada estabelecimento. Os itens expressos em unidades monetárias estão deflacionados a preços de 1963, segundo o deflator implícito das Contas Nacionais. A lista dos itens é a seguinte:

- g_1 — valor de adubo animal consumido por hectare;
- g_2 — valor de adubo vegetal consumido por hectare;
- g_3 — valor de fertilizante consumido por hectare;

¹⁰ Ruy Miller Paiva, “Modernização e Dualismo Tecnológico na Agricultura”, in *Pesquisa e Planejamento*, vol. 1, n.º 2 (dezembro de 1971), pp. 171-234.

- g_1 — valor de corretivos por hectare;
- g_2 — estoque de máquinas a tração animal por hectare;
- g_3 — consumo animal de alimentos de origem agrícola por valor total de animais;
- g_4 — consumo de gasolina e óleo *diesel* mais pagamentos de serviços de trator, por hectare;
- g_5 — valor de inseticidas por hectare;
- g_6 — valor total de medicamentos por valor de animais;
- g_{10} — estoque de veículos, tratores, e ceifadeiras por hectare.

Os pesos adotados (ω_i) foram escolhidos mais ou menos arbitrariamente. Aqueles indicadores que retratam com mais facilidade técnicas mais modernas — como o emprego de fertilizantes, corretivos, inseticidas e medicamentos, e máquinas e veículos a tração motor ¹¹ — assumiram peso $\omega = 0,12$, enquanto, os demais, os pesos $\omega = 0,08$ e $0,04$. ¹² Como base foi adotado o indicador médio calculado para os estabelecimentos dispostos no 5% do extremo superior no Estado de São Paulo em 1962/64. A base de cada indicador está representada por um asterisco. Ainda utilizando estas mesmas médias, indicadores similares foram estimados para os demais estabelecimentos, em todos os Estados. O mesmo critério foi repetido para a amostra de 1969/70, ainda com base nos estabelecimentos mais modernos de São Paulo em 1962/64. Esta metodologia favorece, portanto, uma análise comparativa da mudança tecnológica na agricultura, e permitirá, mais tarde, a identificação dos fatores que auxiliam ou limitam a difusão e/ou adoção.

O índice geral de tecnologia G segue então o formato convencional,

$$G_{j,t} = \sum_{i=1}^{10} \omega_i (g_{j,it} / g_i^*)$$

onde ω_i é o peso correspondente ao indicador i ($\sum \omega_i = 1$); $g_{j,it}$ o indicador i do estabelecimento j no momento t ; e g_i^* a base do indicador i (média para os estabelecimentos situados nos 5% da extremidade direita, a distribuição da variável g_i no Estado de São Paulo em 1962/64).

Um critério alternativo para identificar o estágio estático de

¹¹ Ou seja, g_3, g_4, g_7, g_8, g_9 e g_{10} .

¹² Respectivamente $\omega = 0,04$ para g_6 , e $\omega = 0,08$ para g_1, g_2 e g_5 .

tecnologia do estabelecimento seria a simples proporção do valor dos insumos comprados sobre o valor total dos insumos utilizados. Tal medida, bastante simples de construir, seria baseada no raciocínio de que a técnica tradicional é satisfeita basicamente com insumos produzidos no próprio estabelecimento, e a proporção seria zero, ou próxima a zero. No extremo oposto, estariam os estabelecimentos que utilizam apenas insumos comprados. A proporção seria igual a um, e estes estabelecimentos seriam reconhecidos como “modernos”.

Em comparação com o índice G definido em (1), a proporção de insumos comprados é pouco conveniente por dois motivos: (i) ignora a qualidade dos insumos comprados. Assim, uma vez que o estabelecimento esteja utilizando apenas insumos comprados, o seu estágio tecnológico seria identificado como “moderno e estacionário”, uma vez que a proporção é unitária. Mesmo os estabelecimentos que substituíssem os insumos comprados por novos tipos estariam identificados como modernos, da mesma forma que aqueles com tecnologia talvez até mesmo retrógrada, ainda que utilizando apenas insumos comprados; (ii) a proporção não inclui os serviços dos fatores de produção já existentes no estabelecimento. Assim, uma firma dotada de maquinaria e implementos modernos só seria considerada como tecnicamente moderna à medida que as despesas diretas com combustíveis, lubrificantes e demais insumos tivessem uma forte participação no valor total dos insumos.

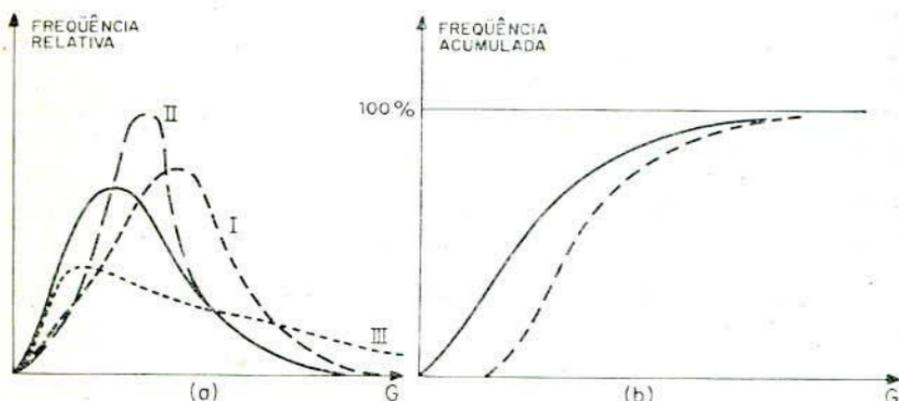
Dispondo o indicador tecnológico de cada estabelecimento G_j ao longo de uma linha horizontal, na extremidade direita encontrar-se-iam aqueles estabelecimentos dotados de uma ou mais das seguintes condições: preços relativos favoráveis à adoção de novos insumos; disponibilidade dos fatores complementares aos novos insumos; pequena aversão ao risco; informação abundante e barata sobre as técnicas disponíveis e sobre os preços de fatores e produtos, etc. Os estabelecimentos que reunissem algumas ou todas estas características seriam qualificados como “inovadores”. Por outro lado, na extremidade esquerda do índice G — ou seja, próximo à origem zero — encontrar-se-iam os estabelecimentos desprovidos das características acima. Naturalmente, entre estes extremos figura a grande maioria das observações, isto é, são raros os estabelecimentos que reúnem ou que são desprovidos de todas as condições acima.

A Figura V.1 sumaria as modificações no formato das funções de densidade de frequência em resposta às mudanças na tecnologia. Se o avanço tecnológico fosse de igual intensidade para todos os estabelecimentos portadores de tecnologia diferente, a função densidade com informações mais recentes acusaria um deslocamento quase pa-

ralelo para a direita, conforme ilustrado pela curva I na Figura V.1. Por outro lado, se a adoção de novas técnicas fosse mais intensa nos estágios tecnológicos mais baixos, o deslocamento seria mais forte na extremidade esquerda do índice G , conforme mostra a curva II, enquanto novas técnicas nos estabelecimentos mais modernos em tecnologia seriam percebidas como um maior deslocamento na extremidade direita da escala G , de acordo com a curva III.

FIGURA V.1

DISTRIBUIÇÃO TEÓRICA
DOS ESTABELECIMENTOS RURAIS
SEGUNDO O ESTÁGIO TECNOLÓGICO



Entretanto, a visualização do processo de modernização através das funções de densidade não é fácil, pois, na prática, a dispersão tecnológica é muito forte. Assim, é preferível analisar o avanço tecnológico através das distribuições de frequência, que mostram, a cada nível de tecnologia G , o percentual de estabelecimentos que apresentam estágios de modernização iguais ou menos avançados que o nível G . A Figura V.1 ilustra este raciocínio.

A Tabela V.2 apresenta a distribuição de frequência dos estabelecimentos segundo 10 classes de técnica arbitrariamente escolhidas. As frequências grifadas indicam a classe com maior frequência relativa de estabelecimentos. De um modo geral, os estabelecimentos estão concentrados na classe 0,2 — 0,5, com exceção de São Paulo, Santa Catarina e Rio Grande do Sul. Os resultados mostram que a distribuição de frequência é fortemente assimétrica, com

predominância de observações nos estágios iniciais de tecnologia. Por outro lado, é reduzida a frequência de estabelecimentos rurais no extremo superior de modernização, em particular nos Estados mais pobres. Assim, com índice de modernização superior a 2 em 1962/64, existem no máximo 5,2% do número de estabelecimentos nos Estados considerados pobres (Pernambuco, Ceará e Espírito Santo); em torno de 10% em Minas Gerais, Santa Catarina e Rio Grande do Sul; e mais de 23% em São Paulo. Já no levantamento 1969/70 a frequência de estabelecimentos com índice superior a 2 supera 7% no Ceará e Pernambuco, 17% em Santa Catarina e atinge 27% no Rio Grande do Sul. A julgar pelos dados, a frequência relativa de índice G acima de 2 decresce em Minas e São Paulo. Em princípio, esta evidência é estranha mas perfeitamente justificável pela mudança de atividade ocorrida em São Paulo. É fácil compreender que, devido ao método de construção do índice G , um estabelecimento anteriormente dedicado a culturas e orientado agora para pecuária tem o seu índice de modernização decrescido, uma vez que esta atividade emprega menos intensamente os insumos modernos. Na análise empírica da explicação do avanço tecnológico este fator será considerado explicitamente.

A Tabela V.2 permite ainda antever a intensidade do avanço tecnológico em três aspectos. O primeiro, é de que a frequência relativa dos níveis mais altos de tecnologia é sensivelmente superior no levantamento 1969/70, com exceção de Minas Gerais e São Paulo. Em segundo lugar, porque fenômeno oposto ocorre nos níveis tecnológicos mais baixos, ou seja, para técnicas menos avançadas que $G = 0,2$, o levantamento 1962/64 mostra sempre frequências relativas maiores do que em 1969/70. E em terceiro lugar, pela maior frequência relativa de estabelecimentos no intervalo 0,2 a 0,5, ou superior, com exceção de São Paulo.

A Tabela V.3 reproduz as principais medidas estatísticas para as distribuições, e as estimativas confirmam as evidências anteriores. O nível médio de tecnologia é superior nos Estados das regiões Leste e Sul, tanto em 1962/64 como em 1969/70, embora os dados mostrem que a modernização agrícola foi mais intensa, relativamente, no Nordeste do que nas demais regiões. Este resultado era esperado, uma vez que nos estágios mais primitivos da agricultura tradicional qualquer mudança de técnica tende a representar um grande salto em relação aos padrões anteriores.

As Figuras V.2 a V.9 comparam as distribuições de frequência acumuladas de estabelecimentos, segundo a tecnologia observada nas duas amostras. O eixo horizontal, em escala logarítmica, reproduz o estágio tecnológico expresso em logaritmos, e no eixo das abscissas

TABELA V.2

DISTRIBUIÇÃO DE FREQUÊNCIA DE ESTABELECIMENTOS RURAIS, SEGUNDO O ESTÁGIO TECNOLÓGICO

Intervalos do Índice G*	Pernambuco		Ceará		Espírito Santo		Minas Gerais		São Paulo		Santa Catarina		Rio Grande do Sul		Brasil	
	1962/64	1969/70	1962/64	1969/70	1962/64	1969/70	1962/64	1969/70	1962/64	1969/70	1962/64	1969/70	1962/64	1969/70	1962/64	1969/70
0 — 0,01	4,2	—	12,1	—	4,5	—	—	—	0,9	—	2,3	—	0,4	—	2,9	—
0,01 — 0,05	13,7	—	18,4	1,7	11,1	—	10,1	—	3,7	—	7,9	—	3,6	—	8,5	—
0,05 — 0,1	13,6	—	16,1	—	15,1	—	12,8	—	4,8	—	4,2	—	3,6	—	8,8	0,2
0,1 — 0,2	14,9	34,3	12,6	20,0	16,8	8,5	20,1	14,8	11,3	9,3	12,0	4,6	12,4	—	13,7	12,6
0,2 — 0,5	22,1	38,8	19,5	40,0	25,7	42,3	25,7	36,0	17,2	27,9	19,9	16,9	32,9	22,4	22,6	31,3
0,5 — 1,0	13,6	16,5	7,5	21,6	16,7	32,3	16,8	32,8	22,6	23,3	25,5	23,1	23,1	25,4	19,1	24,6
1,0 — 2,0	14,3	2,9	8,6	8,4	7,3	10,1	4,4	8,2	15,3	21,7	18,5	38,5	13,8	25,3	12,7	17,3
2,0 — 4,0	3,0	3,0	3,5	6,6	2,2	3,4	6,7	6,6	10,1	13,9	6,0	12,3	6,6	20,9	6,2	10,3
4,0 — 10,0	0,6	3,0	1,1	1,7	0,6	—	1,2	1,6	8,8	2,3	3,2	3,1	3,2	4,5	3,7	2,3
10,0 — 100,0	—	1,5	0,6	—	—	3,4	2,2	—	4,8	1,6	0,5	1,5	0,4	1,5	1,8	1,4
0 — 100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0

* Intervalos abertos à esquerda.

TABELA V.3

PARÂMETROS DA DISTRIBUIÇÃO DE FREQUÊNCIA, SEGUNDO O ESTAGIO TECNOLÓGICO

BASE: ESTABELECIAMENTOS NOS CINCO PERCENTIS SUPERIORES NO ESTADO DE SÃO PAULO EM 1962/64 = 100

Estados	Média		Moda		Mínimo		Máximo		Desvio- Padrão		Assimetria		Curtose		Coeficiente de Variação	
	1962/64	1969/70	1962/64	1969/70	1962/64	1969/70	1962/64	1969/70	1962/64	1969/70	1962/64	1969/70	1962/64	1969/70	1962/64	1969/70
Ceará	0,490	0,700	0,010	0,170	0,010	0,050	4,330	5,000	1,245	0,908	7,687	2,933	75,109	9,158	2,54	1,30
Pernambuco	0,527	1,031	0,090	0,170	0,010	0,170	6,050	26,430	0,755	3,419	3,595	6,530	18,843	44,533	1,43	3,32
Espirito Santo	0,443	1,068	0,060	0,420	0,010	0,170	4,620	12,010	0,617	2,022	3,251	4,357	14,327	19,151	1,39	1,89
Minas Gerais	0,875	0,864	0,120	0,170	0,020	0,170	19,340	8,900	2,273	1,320	5,504	4,202	33,809	20,738	2,60	1,54
São Paulo	2,613	1,403	0,180	0,210	0,010	0,170	92,200	32,930	7,863	3,094	7,971	8,517	75,885	82,444	3,01	2,20
Santa Catarina	0,998	1,519	0,050	1,130	0,010	0,170	18,070	15,130	1,717	2,061	5,905	4,890	47,794	28,222	1,72	1,36
Rio Grande do Sul	1,012	1,561	0,200	1,100	0,010	0,220	32,020	11,190	2,391	1,694	10,129	3,290	124,887	14,505	2,36	1,03
Brasil	1,262	1,203	0,010	0,170	0,010	0,050	92,200	32,930	4,455	2,390	13,198	8,150	224,54	88,222	3,53	1,92

FIGURA V.2

DISTRIBUIÇÃO ACUMULADA
DOS ESTABELECIMENTOS RURAIS,
SEGUNDO O ESTÁGIO TECNOLÓGICO
BRASIL

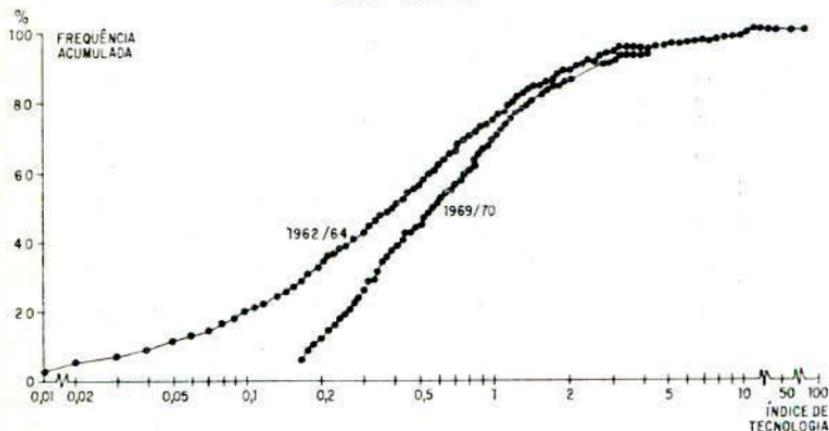


FIGURA V.3

DISTRIBUIÇÃO ACUMULADA
DOS ESTABELECIMENTOS RURAIS,
SEGUNDO O ESTÁGIO TECNOLÓGICO
CEARA'

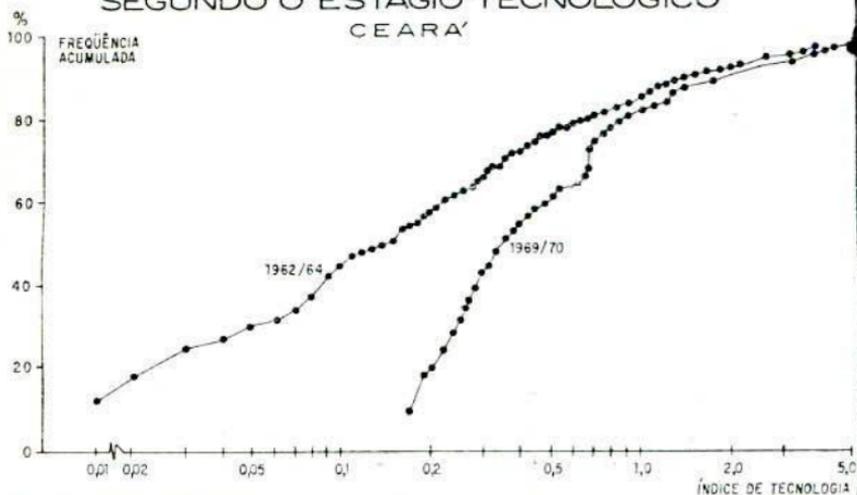


FIGURA V.4

DISTRIBUIÇÃO ACUMULADA
DOS ESTABELECIMENTOS RURAIS,
SEGUNDO O ESTÁGIO TECNOLÓGICO
PERNAMBUCO

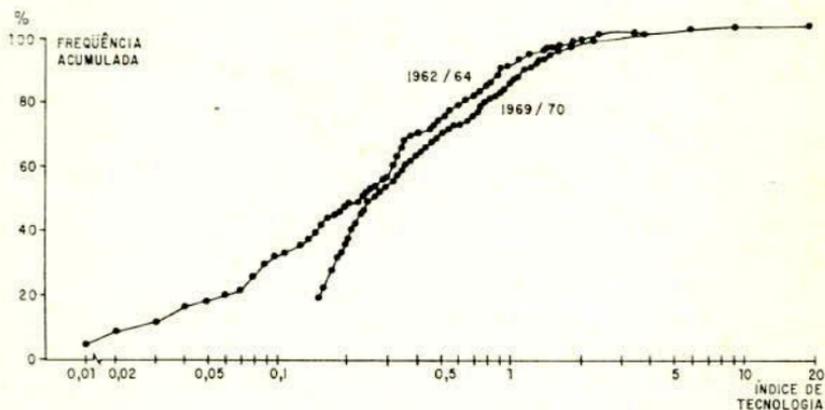


FIGURA V.5

DISTRIBUIÇÃO ACUMULADA
DOS ESTABELECIMENTOS RURAIS,
SEGUNDO O ESTÁGIO TECNOLÓGICO
ESPÍRITO SANTO

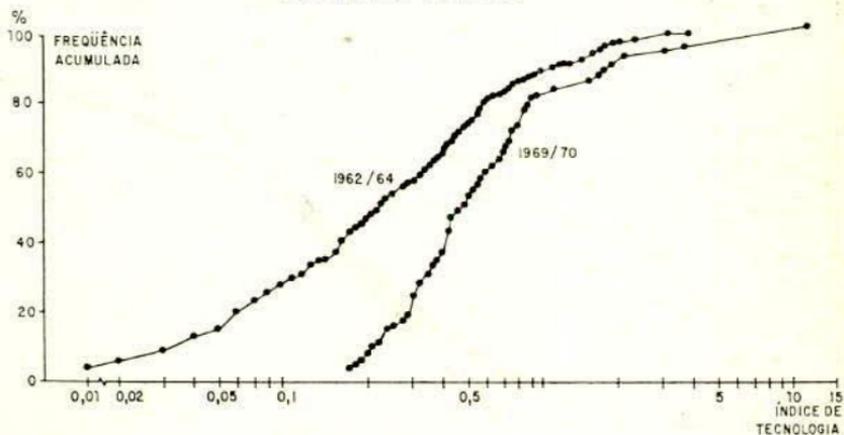


FIGURA V.6

DISTRIBUIÇÃO ACUMULADA
DOS ESTABELECIMENTOS RURAIS,
SEGUNDO O ESTÁGIO TECNOLÓGICO
MINAS GERAIS

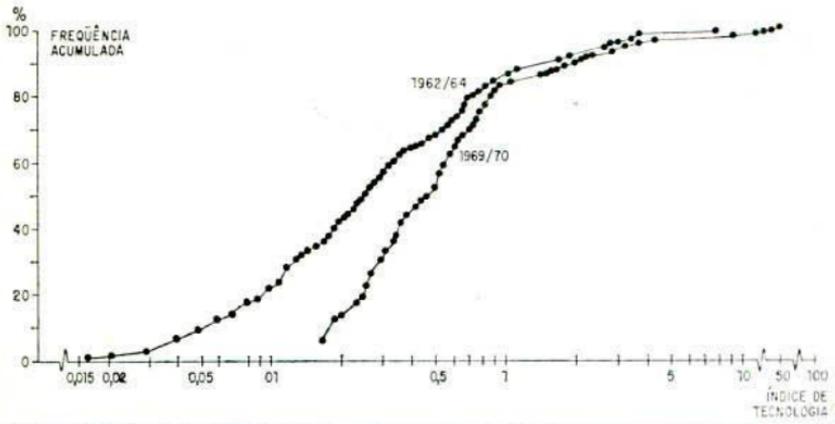


FIGURA V.7

DISTRIBUIÇÃO ACUMULADA
DOS ESTABELECIMENTOS RURAIS,
SEGUNDO O ESTÁGIO TECNOLÓGICO
SÃO PAULO

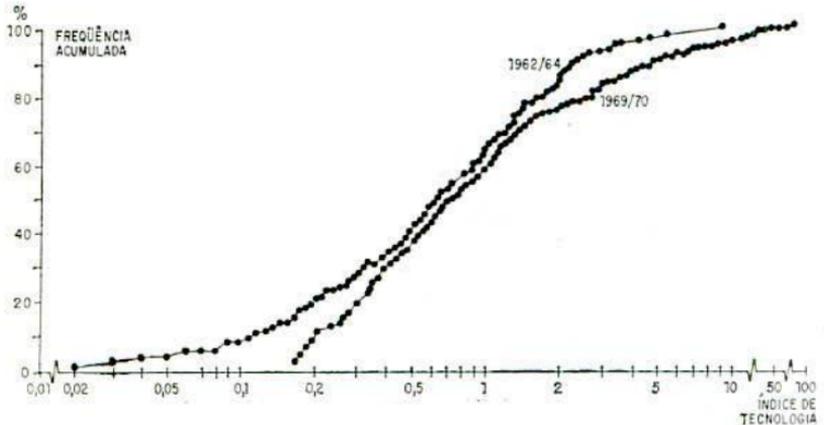


FIGURA V.8
 DISTRIBUIÇÃO ACUMULADA
 DOS ESTABELECIMENTOS RURAIS,
 SEGUNDO O ESTÁGIO TECNOLÓGICO
 SANTA CATARINA

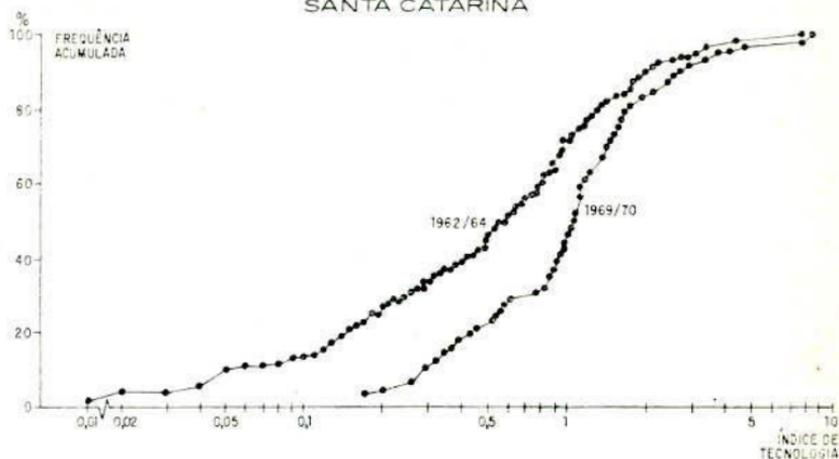
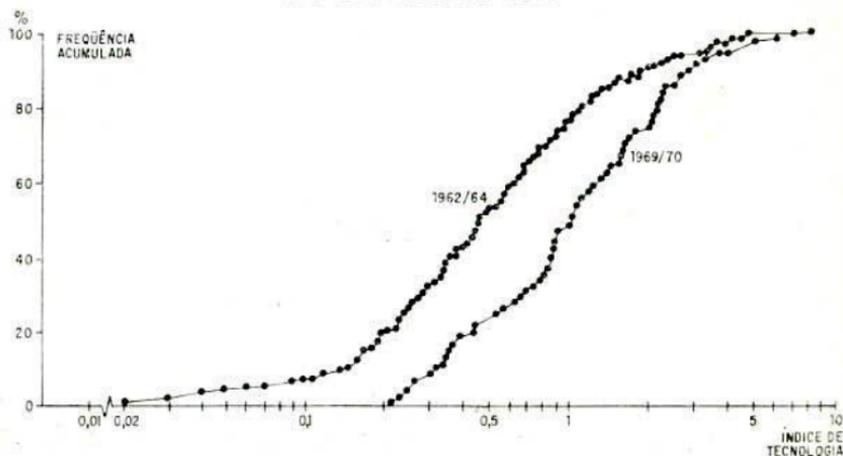


FIGURA V.9
 DISTRIBUIÇÃO ACUMULADA
 DOS ESTABELECIMENTOS RURAIS,
 SEGUNDO O ESTÁGIO TECNOLÓGICO
 RIO GRANDE DO SUL



figuram as frequências relativas acumuladas. Note-se que as funções com a amostra 1969/70 são todas deslocadas à direita das distribuições para 1962/64.

Conforme apontou o raciocínio teórico na Figura V.1, o avanço tecnológico nos estabelecimentos com técnicas tradicionais é ilustrado pelo maior afastamento entre as distribuições na extrema esquerda. Assim, a modernização nos estágios iniciais de tecnologia é mais intensa nos Estados do Ceará e Espírito Santo nas Figuras V.3 e V.5, respectivamente. Por outro lado, os avanços mais sensíveis no estágio "semimoderno" ocorreram nos Estados de Santa Catarina, Rio Grande do Sul, Pernambuco e, até certo ponto, no Ceará, como indicam as Figuras V.8, V.9, V.4 e V.3, respectivamente. Finalmente, os estabelecimentos de São Paulo, na Figura V.7, ao mesmo tempo que caracterizados por nível técnico mais avançado, demonstram um avanço acelerado nos níveis mais apurados de tecnologia. Na agregação geral, na Figura V.2, o avanço tecnológico aparenta ser melhor distribuído, ainda que com modernização mais intensa nos estágios mais baixos e decrescente ao melhorar a técnica.

Uma vez descrita a distribuição dos estabelecimentos quanto à tecnologia, resta responder a duas indagações:

- a) quais as variáveis que explicariam a dispersão de tecnologia em cada região;
- b) quais as variáveis associadas ao maior ou menor avanço ou estagnação tecnológica em cada estabelecimento rural.

Estas questões serão respondidas na Seção 5.3 a seguir.

5.3

Determinantes do "Pluralismo Tecnológico"

5.3.1

Identificação Formal dos Fatores Responsáveis

Nesta seção pretendemos examinar os fatores capazes de explicar a distribuição da tecnologia pelos estabelecimentos rurais, num

determinado momento. A análise é, portanto, estática. Considera dada a tecnologia de um estabelecimento típico, quer “tradicional”, quer “moderno”, e procura identificar as variáveis responsáveis por aquele estágio tecnológico. Na próxima seção, procuraremos analisar as variáveis que explicam o avanço tecnológico de um determinado estabelecimento entre 1962/64 e 1969/70. Tal análise será, portanto, dinâmica.

As decisões privadas que determinam o nível corrente de tecnologia resultam da interação de um grande número de fatores, alguns qualitativos, outros quantitativos, uns poucos de fácil e muitos outros de difícil identificação. Rigorosamente, o conjunto de variáveis explicativas deveria conformar-se a um raciocínio teórico e, a partir daí, as diversas hipóteses deveriam ser testadas. A construção de tal modelo teórico seria uma tarefa relativamente simples. Bastaria generalizar uma função de produção, não necessariamente homogênea linear, dependente do fator trabalho com diferente qualificação, da qualidade heterogênea do solo, capital, e tipos diferentes de insumos modernos. Em seguida, nas condições marginais de maximização de lucro, deduziríamos do preço do produto a “taxação” imposta pelo proprietário da terra ao produtor; ¹³ incorporariamos os custos de transporte aos preços dos insumos comprados e do produto; ¹⁴ e levaríamos em conta a existência de diferentes taxas de juro. ¹⁵ Poderia, então, ser demonstrado que a relação entre a quantidade de fatores modernos e fatores tradicionais — uma *proxy* para o índice *G* — dependeria dos rendimentos de escala (a serem medidos, por exemplo, pela *proxy* área total); a diferente qualificação gerencial (medida por educação do responsável); a produtividade marginal observada do capital empregado no estabelecimento (medida pela taxa de retorno do estabelecimento); o acesso a crédito institucional (a ser medido por uma *dummy*); e a distância dos centros urbanos

¹³ Conforme S. Cheung, “Private Property Rights and Share Cropping”, in *Journal of Political Economy*, vol. 76 (novembro/dezembro de 1968); e *The Theory of Share Tenancy* (Chicago: University of Chicago Press, 1969).

¹⁴ B. Ohlin, “Some Aspects of the Theory of Rent: von Thünen versus Ricardo”, in *Economics, Sociology and the Modern World: Essays in Honor of T. N. Caver* (Cambridge, Massachusetts, 1935); Edgar S. Dunn, Jr., *The Location of Agricultural Production* (Gainesville: Un. of Florida Press, 1954).

¹⁵ Ou seja, estamos considerando o não acesso ao crédito rural como idêntico à situação de taxas infinitas de juros.

e a qualidade do solo em uso. Uma variável *dummy* distinguiria ainda a atividade predominante (culturas, pecuária, ou ambas).¹⁶

A hipótese adicional é de que uma regressão linear múltipla representa um formato "aproximado" para a dependência entre tecnologia e as diversas variáveis:¹⁷

$$\text{Log } G_i = (\text{constante}) + \beta_S \text{Log } X_{S,i} + \beta_E X_{E,i} + \beta_C X_{C,i} + \\ + \beta_A X_{A,i} + \beta_R X_{R,i} + \beta_T \text{Log } X_{T,i} + \beta_{CC} X_{CC,i} + u_i \quad (2)$$

onde G_i é o índice de estágio tecnológico do estabelecimento i ; X_S , a escala de produção; X_E , as variáveis *proxy* para níveis distintos de educação (responsável analfabeto, alfabetizado, com educação primária, secundária e técnica ou universitária); X_C , a condição do responsável (proprietário, arrendatário, ocupante ou parceiro); X_A variável *dummy* para a atividade predominante (culturas, pecuária, ou ambas); X_R a taxa de retorno no capital fixo; X_T uma *proxy* quanto à localização e qualidade do solo (medida pelo preço médio de mercado do hectare); X_{CC} uma variável *dummy* para o acesso ao crédito; e u_i os distúrbios. Os parâmetros β representam os efeitos de cada uma das variáveis enunciadas.

Quanto ao sinal da dependência, é razoável supormos que a adoção de uma tecnologia mais avançada requeira, de um modo geral, níveis crescentes de educação. Ou seja, aqueles estabelecimentos gerenciados por analfabetos tendem a mostrar um estágio tecnológico mais baixo, enquanto os gerenciados por alfabetizados ou com educação mais elevada empregariam técnicas mais modernas. Tal ocorreria porque a educação tem a função de facilitar a aquisição

¹⁶ É de esperar que a colinearidade seja elevada entre algumas das variáveis consideradas independentes, por exemplo entre X_E e X_C ; X_S e X_E e X_E e X_R ; e X_E e X_{CC} . Não obstante, o modelo foi testado com todas as variáveis especificadas na equação (2). Para uma exposição mais detalhada de diversos experimentos, consulte Contador, *op. cit.*, Apêndice II-c.

¹⁷ A rigor, os coeficientes β deveriam ser estimados por um sistema simultâneo, como por mínimos quadrados em dois estágios, uma vez que as variáveis G_i , X_S , X_R , e em parte, X_{CC} são determinadas simultaneamente. Para minimizar o custo de computação os modelos neste trabalho foram estimados por mínimos quadrados em um estágio.

e a crítica, em prazo relativamente curto, das informações sobre novos insumos. Na ausência de educação, as informações sobre novos insumos e técnicas seriam negligenciadas ou absorvidas muito lentamente. Assim, a educação, em particular nos níveis mais baixos, é complementar à nova tecnologia, e seria importante tanto para a difusão de novos insumos como para melhorar a capacidade inovadora dos produtores.¹⁸ Portanto, embora as informações sobre novos insumos sejam previamente “decodificadas” pelos serviços de extensão rural e/ou pelos fornecedores interessados, para a sua adoção mais generalizada é ainda necessário um mínimo de alfabetização e habilidade, com efeitos marginais positivos na adoção.

O contrato formal entre o proprietário da terra e o responsável pelo estabelecimento — pessoas jurídicas distintas no caso de arrendamento, parceria, ocupação, etc. — é também importante para determinar a tecnologia empregada. Se o proprietário estipula a intensidade dos fatores que devem ser empregados, os limites da tecnologia factível são nítidos. Mas, caso as decisões de alocação de fatores sejam tomadas exclusivamente pelo responsável, a tecnologia observada tende naturalmente a estar num nível mais baixo do que no caso anterior. Assim, um responsável não proprietário, maximizador de lucro, seria incentivado a modernizar-se até o nível em que os retornos marginais previstos, descontada a “taxação” percentual, igualassem os custos da mudança.¹⁹ Portanto, quanto mais elevada a “taxação” contratual sofrida pelo produtor responsável, menos intensa é a modernização e mais tradicional tende a ser a técnica empregada. Neste raciocínio, a tecnologia mais avançada, mantidas constantes as demais variáveis, seria encontrada nos estabelecimentos onde o responsável é o próprio proprietário.

Por dois motivos a rentabilidade do estabelecimento é importante na determinação da tecnologia. Primeiro, porque estabelecimentos com rentabilidade reduzida ou negativa teriam limitações financeiras óbvias na aquisição de novas técnicas, e estariam mesmo menos desejosos de assumir o risco da mudança. O segundo aspecto decorre da própria dependência entre a tecnologia e a esperada taxa de retorno. Ou seja, níveis mais avançados de técnica serão desejados na medida em que estejam associados com a expectativa de retornos mais elevados. Portanto, e decorrente de ambos os motivos, podemos

¹⁸ Este impacto é conhecido na literatura como “efeito alocativo”. F. Welch, “Education in Production”, in *Journal of Political Economy*, vol. 78 (janeiro/fevereiro de 1970), pp. 35-59.

¹⁹ Este raciocínio é uma mera extensão da análise de Cheung, *op. cit.*

antecipar um efeito positivo de taxa (esperada) de retorno na tecnologia desejada.

A distância do estabelecimento rural aos centros urbanos é uma variável importante a ser considerada. Quanto mais distante dos centros urbanos, onde se localizam os principais mercados consumidores e, na maioria das vezes, os produtores e/ou distribuidores de insumos industriais, mais penalizado economicamente o estabelecimento tende a ser. Mesmo que utilize uma técnica tradicional, com reduzida dependência de insumos comprados, o preço recebido pelo produto será mais baixo devido aos seus custos de transporte. Se empregar uma técnica moderna, com dependência de insumos comprados, o preço relativo destes insumos será mais elevado, também devido aos custos de transporte. Conseqüentemente, um estabelecimento distante dos centros urbanos empregará, racionalmente, uma menor quantidade de fatores modernos, uma vez que seria exigida uma elevada produtividade marginal para compensar o alto preço real dos insumos, deflacionado ademais pelo preço mais baixo do produto.²⁰

Naturalmente, um aspecto negligenciado neste raciocínio acima é a diferença na qualidade do solo. As regiões agrícolas próximas aos centros urbanos tendem a ter menor fertilidade, devido à exploração agrícola intensa desde longa data. Regiões afastadas dos centros — as chamadas “terras novas” — são, por outro lado, mais férteis. Um solo mais fértil, menos carente de corretivos, numa região plana, exige investimentos relativamente mais baixos para a implantação de uma técnica moderna. Além disto, é possível que, nestas condições favoráveis, mesmo mantendo constante a distância ao mercado, a produtividade marginal dos insumos modernos seja tão elevada que aconselhe o seu uso. Contudo, tal fato não invalida o raciocínio anterior e seria conveniente distinguir os dois efeitos: distância e fertilidade do solo.

Infelizmente, é impossível introduzir esses efeitos isoladamente no modelo, pois os levantamentos não fornecem as distâncias e custo de transporte aos centros de consumo e de produção de insumos, nem

²⁰ A existência dos chamados “cinturões verdes” ao redor de centros urbanos mais importantes é uma decorrência deste fato. Os estabelecimentos que compõem o “cinturão verde”, dedicados de um modo geral à produção hortigranjeira, tendem a empregar uma técnica mais avançada do que os estabelecimentos mais distanciados. Mesmo nos Estados Unidos, o acesso facilitado ao mercado explica as disparidades regionais da renda e técnica. Veja T. W. Schultz, *The Economic Organization of Agriculture* (New York: MacGraw-Hill, 1953).

medida alguma da fertilidade e relevo do solo. Entretanto, é possível contornar ambas as carências por meio de uma *proxy* representada pelo preço médio de mercado por hectare da área do estabelecimento, ou seja, o valor de mercado das terras dividido pela área total.

Finalmente, resta comentar a provável influência da escala de produção no estágio tecnológico do estabelecimento. Observa-se frequentemente que existem nítidas vantagens para que técnicas mais avançadas sejam preferivelmente adotadas nos maiores estabelecimentos. Por exemplo, a mecanização só permite economias de escala quando aplicada em extensas áreas. O mesmo pode ser dito quanto à aplicação de fertilizantes, corretivos e inseticidas. Portanto, é esperado que o estágio de tecnologia esteja positivamente associado ao tamanho do estabelecimento.

5.3.2

Resultados Empíricos

A Tabela V.4 resume as regressões para o modelo (2) com dados *cross-section* de 1962/64 e 1969/70. Abaixo da estimativa de cada coeficiente da regressão encontram-se o seu erro-padrão e o coeficiente beta, ou seja, a contribuição de variável independente para a explicação da variância da variável dependente. Os coeficientes da regressão assinalados com um asterisco são significativamente diferentes de zero ao nível de 5%, pelo menos. A fim de permitir uma comparação entre regressões com amostras distintas, os coeficientes de determinação foram ajustados pelos graus de liberdade. e esta estatística (\bar{R}^2) figura, entre parênteses, abaixo do R^2 .

A julgar pelas evidências, o poder de explicação das variáveis incluídas no modelo pode ser considerado surpreendente; com a amostra 1962/64, na Tabela V.4, o menor coeficiente de determinação ocorre no Estado de São Paulo com o valor de 0,67, bastante satisfatório para uma análise *cross-section*, e o mais elevado no Rio Grande do Sul, com R^2 igual a 0,98. Observe-se também que estes valores não resultam de amostras reduzidas, e os \bar{R}^2 , corrigidos por graus de liberdade, pouco se modificam. O grau de liberdade mais baixo ocorre no Ceará com a proporção da variância explicada de

TABELA V.4

EXPLICAÇÃO DO NÍVEL TECNOLÓGICO DE ESTABELECIMENTOS RURAIS

$$\text{Modelo: } \log G_i = (\text{constante}) + b_1 \log X_{E_i} + b_2 X_{E_i} + b_3 X_{E_i} + b_4 X_{E_i} + b_5 X_{E_i} + b_6 \log X_{T_i} + b_7 X_{T_i} + b_8 X_{T_i} + b_9 X_{T_i} + u_i$$

A — AMOSTRA 1962/64

Estação	Constan-tes	Educação (b ₁)			Condição do Responsável (b ₂)			Atividade (b ₃)			Qualidade da Terra (b ₄)	Acesso a Crédito (b ₅)	R ² (R ²)	Ziro-Fadido	Graus de Liberdade	
		Escolas (b ₁)	Análise-beca (b ₂)	Alfabetiza-dos (b ₃)	Educação Primária Secundária	Proprie-tários	Arrenda-tários	Ocupar-tas	Culturas	Fecunda						Rentabi-lidade (b ₆)
Ceará	3.353	0.295* (0.221)	-0.023* (-0.099)	0.097* (0.051)	—	0.054 (0.34)	2.024* (0.37)	2.373 (1.37)	-0.079 (0.22)	-0.079 (-0.01)	-0.532 (-0.29)	1.219* (0.30)	1.619* (0.17)	0.891 (0.882)	1.109	154
Pernambuco	-3.777	1.422* (1.07)	0.330 (0.27)	1.503* (0.32)	-0.006 (-0.00)	1.544 (0.34)	2.556* (0.41)	1.527* (0.38)	1.383 (0.64)	1.383 (0.13)	-0.137 (-0.03)	2.253* (0.26)	2.763* (0.37)	0.786 (0.773)	1.042	179
Espirito Santo	-3.087	0.712* (0.18)	0.038 (0.31)	-0.000 (0.24)	0.495 (0.30)	3.023* (1.27)	0.080* (0.44)	—	—	—	0.338 (0.20)	1.971* (0.31)	0.422* (0.16)	0.739 (0.715)	1.142	176
Minas Gerais	-0.253	-0.110 (-0.11)	-0.337 (-0.03)	-0.755 (0.10)	-0.348 (-0.05)	-0.784 (-0.05)	-0.059 (-0.05)	-0.215 (-0.14)	-1.094 (-0.28)	-1.094 (-0.08)	0.281 (0.25)	0.521* (0.25)	—	0.838 (0.825)	1.217	160
São Paulo	-9.000	0.135* (0.04)	-0.150 (-0.02)	0.033 (0.17)	0.225 (0.26)	2.007* (0.67)	0.123 (0.22)	0.214 (0.03)	0.689 (0.02)	0.178 (0.54)	-0.708* (-0.17)	0.619* (0.08)	0.766* (0.32)	0.775 (0.688)	1.290	404
Santa Catarina	-3.766	0.447* (0.48)	-0.326 (-0.01)	-0.053 (-0.01)	—	0.516 (1.08)	0.585 (1.19)	-0.213 (-0.02)	-1.311 (-0.10)	-1.311 (-0.05)	-0.280 (-0.33)	1.459* (0.16)	—	0.455 (0.766)	1.281	188
Rio Grande do Sul	-3.022	1.148* (1.25)	-1.706* (-0.11)	2.490* (0.52)	5.527* (0.40)	1.120* (0.18)	0.090* (0.08)	0.371* (0.04)	0.333 (0.02)	0.333 (0.02)	0.403* (0.09)	8.144* (0.70)	2.239* (0.65)	0.669 (0.968)	0.258	201
Brasil	-8.846	0.271* (0.03)	-0.420* (-0.12)	0.233* (0.10)	0.313* (0.15)	0.356 (0.33)	0.015 (0.14)	0.042 (0.19)	0.397 (0.29)	0.397 (0.02)	0.050 (0.08)	1.037* (0.13)	0.650* (0.04)	0.734 (0.732)	1.316	1.541

Estados	Constantes	Educação (b)				Condição de Responsável (b)				Atividade (b)		Instalação de Terra (b)	Quantidade de Terra (b)	Acesso a Crédito (b)	E ² (R ²)	Graus de Liberdade
		Escolas (b)	Análises (b)	Alfabetizados (b)	Educação Primária (b)	Educação Secundária (b)	Propriedades (b)	Arruaças (b)	Ocupações (b)	Culturas (b)	Pecuária (b)					
Ceará	-2,555	0,031 (0,03) [0,02]	0,170 (0,16) [0,02]	0,239 (0,23) [0,03]	0,124 (0,15) [0,03]	0,172 (0,18) [0,00]	0,134 (0,18) [0,02]	0,156 (0,25) [0,01]	-0,328 (0,38) [-0,01]	—	—	0,521 (0,52) [0,02]	0,852* (0,84) [0,04]	0,585 (0,981)	0,325	32
Pernambuco	2,453	-0,046 (0,24) [-0,04]	-0,116 (0,23) [-0,01]	0,217 (0,23) [-0,03]	-0,190 (0,32) [-0,01]	—	-0,008 (0,26) [-0,00]	0,675 (0,25) [0,01]	-0,008 (0,48) [-0,00]	—	—	0,384* (0,12) [0,08]	0,902* (0,04) [1,04]	0,985 (0,981)	0,409	30
Espírito Santo	-0,500	0,032 (0,06) [0,02]	—	-0,022 (0,15) [-0,00]	—	0,310 (0,35) [0,08]	0,396 (0,38) [0,03]	-0,142 (0,37) [-0,01]	—	—	—	—	0,578* (0,03) [1,01]	0,982 (0,980)	0,458	33
Minas Gerais	-1,656	0,017 (0,03) [0,02]	-0,582* (0,22) [-0,03]	0,294 (0,18) [0,03]	0,622* (0,17) [0,08]	-0,600 (0,21) [-0,02]	0,283 (0,21) [0,03]	0,183 (0,21) [0,03]	0,293 (0,21) [0,01]	0,227 (0,26) [-0,03]	1,880* (0,28) [0,14]	—	0,530* (0,02) [1,04]	0,923 (0,990)	0,333	28
São Paulo	-0,411	-0,023 (0,03) [-0,02]	—	-0,007 (0,17) [0,01]	-0,104 (0,22) [-0,01]	0,445 (0,23) [0,01]	-0,034 (0,17) [0,00]	0,164 (0,27) [0,01]	0,797 (0,53) [0,01]	—	—	0,565* (0,31) [0,11]	0,825* (0,02) [0,98]	0,976 (0,973)	0,529	95
Santa Catarina	0,539	-0,040 (0,03) [-0,04]	-0,191 (0,12) [-0,03]	0,233 (0,12) [0,03]	0,254* (0,27) [-0,01]	-0,222 (0,24) [0,04]	0,519* (0,24) [0,01]	-0,598 (0,29) [-0,04]	-0,561 (0,30) [0,04]	0,797* (0,15) [0,08]	0,882 (0,19) [0,00]	2,240* (0,21) [0,13]	0,853* (0,01) [1,00]	0,995 (0,994)	0,255	45
Rio Grande do Sul	-2,146	0,229* (0,23) [0,02]	-2,966* (0,21) [-0,02]	1,507* (0,21) [0,03]	-0,800 (0,28) [-0,10]	0,197 (0,28) [0,01]	0,377 (0,26) [-0,05]	0,355 (0,25) [0,03]	-0,329 (0,52) [-0,01]	-0,273 (0,30) [-0,14]	0,050* (1,32) [0,43]	2,241* (0,24) [0,35]	0,565* (0,05) [0,67]	0,881 (0,878)	1,213	40
Brasil	0,766	0,031 (0,03) [0,01]	-0,098 (0,16) [-0,01]	0,094 (0,14) [0,01]	0,104 (0,17) [0,01]	0,541 (0,48) [0,02]	-0,115 (0,19) [-0,01]	-0,035 (0,20) [-0,00]	-0,100 (0,24) [0,00]	0,773* (0,25) [0,07]	0,608* (0,01) [0,10]	—	0,718* (0,02) [0,57]	0,016 (0,914)	0,997	373

NOTA: O erro-padrão de estimativa do parâmetro da regressão encontra-se entre parênteses. Os números em colchetes são valores de beta (produto do coeficiente de cada variável pela distribuição entre condições de paisão das variáveis independente e dependente). Coeficientes assinalados com um asterisco são significativamente diferentes de zero ao nível de 5% pelo teste, assumindo uma distribuição normal das variáveis e resíduos.

89%, e o maior número de graus de liberdade na regressão para o Brasil como um todo, com um \bar{R}^2 superior a 70%. O poder de explicação do modelo com dados de 1969/70 é ainda mais elevado, embora com menos graus de liberdade. A maioria dos parâmetros estimados com os dados da amostra de 1962/64 é significativamente diferente de zero, com sinal consistente com o que era esperado. Assim, o efeito-escala demonstra ser positivo, e relativamente elevado, em Pernambuco e Rio Grande do Sul, com elasticidades de resposta superiores à unidade.²¹ O valor de 1,42 para Pernambuco aparenta estar superestimado, mas poderia ser justificado pela existência predominante de pequenas propriedades com menos de cinco hectares. O Censo de 1960 mostra que cerca de 64% dos estabelecimentos rurais em Pernambuco medem até cinco hectares. A amostra de 1962/64, embora com distribuição menos concentrada, fornece a mesma evidência de que em Pernambuco predominam as pequenas propriedades, onde a modernização é menos econômica. Para o Rio Grande do Sul, o Censo e a Amostra confirmam que predominam os estabelecimentos médios, de 10 a 50 hectares. Assim, a justificativa para a elasticidade de 1,15 para o efeito-escala tem seus fundamentos no fato de que a mecanização é intensa até estabelecimentos com área inferior a 10 hectares, enquanto, nos demais Estados, uma mecanização semelhante tende a surgir em estabelecimentos maiores. No Espírito Santo, Santa Catarina, Ceará e São Paulo, a elasticidade assume os valores 0,71, 0,45, 0,26 e 0,13, respectivamente, todos significativamente diferentes de zero a 5%. Apenas em Minas Gerais o tamanho do estabelecimento demonstra não afetar a tecnologia adotada.

Os experimentos com a amostra 1969/70 indicam, de modo geral, estimativas consistentes com as evidências anteriores. O efeito-escala é significativamente diferente de zero ao nível de 5% apenas no Rio Grande do Sul e na amostra geral. Em ambos os casos, ainda que com sinal positivo, o valor do parâmetro decresce sensivelmente, de 1,15 para 0,23, no Rio Grande do Sul, e de 0,27 para 0,07, na amostra total. Também a contribuição da área do estabelecimento para a explicação da tecnologia adotada decresce na nova amostra.

Considerando a elasticidade média para o Brasil, a estimativa com a amostra 1962/64 indica que, mantidas constantes "algumas"

²¹ A elasticidade de resposta no modelo (2) quanto à variável independente está expressa em logaritmos e corresponde à própria estimativa do coeficiente da regressão. Para variáveis independentes em escala linear, a elasticidade corresponde ao produto do coeficiente da regressão pela variável independente.

das variáveis, um estabelecimento com o dobro do tamanho de outro apresenta na média um estágio tecnológico, medido pelo índice *G*, apenas 27% mais avançado. Por outro lado, em 1969/70, a sensibilidade ao tamanho do estabelecimento é sensivelmente menor. Nos mesmos estabelecimentos hipotéticos citados, a diferença apresenta ser de apenas 7% entre os respectivos índices de tecnologia *G*.

Níveis crescentes de educação demonstram, com bastante segurança, influenciar positivamente o estágio tecnológico. As evidências na Tabela V.4, com dados para 1962/64, deixam poucas dúvidas quanto à complementariedade entre educação e tecnologia. Assim, o sinal negativo para o efeito de responsáveis analfabetos, em particular para os Estados de Ceará, Rio Grande do Sul e a Amostra Geral, confirma o que era esperado. Responsáveis analfabetos, mantidas constantes as demais variáveis, são associados predominantemente à técnica tradicional. Os parâmetros positivos para Pernambuco e Espírito Santo não são significantes e, portanto, não rejeitam a conclusão acima.

Os estabelecimentos gerenciados por alfabetizados figuram em geral com nível tecnológico mais avançado do que os estabelecimentos com responsáveis analfabetos. Nos Estados de Ceará e Pernambuco e no Brasil em geral, os parâmetros são positivos e significativamente diferentes de zero, enquanto os coeficientes para as demais regiões não são significantes. Além disto, a diferença entre as estimativas dos parâmetros para alfabetizados e analfabetos indica o avanço tecnológico em cada estabelecimento associado com a melhor educação do responsável. Naturalmente, nesta hipótese não poderíamos manter constantes as demais condições complementares à tecnologia. Assim, a julgar pelas estimativas dos parâmetros, dois estabelecimentos idênticos, mas com responsáveis analfabeto e alfabetizado, respectivamente, acusariam uma diferença tecnológica, medida pelo índice *G*, acima de 100% no Ceará (0,697 mais 0,632) e Pernambuco (1,50 menos zero); mais de 300% no Rio Grande do Sul (2,40 mais 1,70); e 65% na Amostra Geral (0,23 mais 0,43). Esses resultados, se dignos de confiança, indicam cabalmente que a modernização rural pode ser sensivelmente acelerada com maior alfabetização e, naturalmente, maior acesso paralelo aos fatores complementares. Já a passagem de responsáveis apenas alfabetizados para educação primária completa tem um impacto menos sensacional. Apenas os parâmetros para o Rio Grande do Sul e Amostra Geral são significantes, e segundo estas estimativas o avanço tecnológico associado à diferença entre responsáveis com educação primária completa e os apenas alfabetizados é de aproximadamente 10% e sensivelmente inferior aos ganhos com a simples alfabetização.

Estas evidências do efeito-educação poderiam, em princípio, ser passíveis de críticas, uma vez que dependem da técnica de construção do índice de tecnologia *G*. Contudo, devemos lembrar que, independentemente da técnica de construção da *proxy* para a tecnologia, o avanço tecnológico com a simples alfabetização deverá predominar sobre os possíveis resultados de um programa mais ambicioso de educação primária completa para os responsáveis já alfabetizados. Infelizmente, as evidências para a educação secundária são menos relevantes devido à dificuldade de comparação com os níveis anteriores de educação. Apenas no Espírito Santo, São Paulo e Rio Grande do Sul os parâmetros são significantes e com valores elevados, mas não permitem comparações taxativas, uma vez que os coeficientes dos níveis de educação mais baixo não são significativamente diferentes de zero. Note-se também que, no Rio Grande do Sul, o parâmetro para o impacto na tecnologia adotada por responsáveis com educação secundária completa é inferior ao parâmetro semelhante para educação primária completa. Seria absurdo, entretanto, concluir que a educação secundária teria na modernização rural um efeito inferior ao da educação primária.

Infelizmente, os resultados com os dados de 1969/70 são insatisfatórios quanto ao efeito-educação, embora não rejeitem as conclusões anteriores para 1962/64. Apenas Minas Gerais, Santa Catarina e Rio Grande do Sul figuram com alguns coeficientes significantes e com sinais consistentes com as conclusões anteriores. É interessante observar que, na amostra 1962/64, o efeito-educação não era significativamente diferente de zero em Minas Gerais, e o mesmo pode ser dito para o impacto de responsáveis com educação primária completa em Santa Catarina. Assim, em Minas Gerais, o hiato tecnológico entre os estabelecimentos gerenciados por responsáveis com educação primária completa e os gerenciados por analfabetos, mantidas constantes as demais variáveis, é de aproximadamente 160%. No Rio Grande do Sul, o efeito-educação continua a ser substancial; a distância tecnológica entre responsáveis alfabetizados e analfabetos atinge 350%, inferior aos 400% na amostra 1969/70.

Em resumo, o efeito-educação na adoção de tecnologia, evidenciado com os experimentos para 1962/64, e não desmentido com os dados de 1969/70, demonstrou ser importante e confirmou ou pelo menos não rejeitou o que era previsto. A alfabetização rural, desde que paralela a uma mudança em outras condições, aparenta ter um impacto importante na modernização rural e, sem dúvida, nestes programas deveriam ser concentrados os maiores esforços. Além disto, seria errôneo concluir que a educação em nível superior à mera alfabetização é desnecessária nos meios rurais, pois ela possui um im-

portante papel em promover a migração e alocação mais eficiente do fator trabalho nas atividades não-rurais.

As relações contratuais entre o proprietário das terras e o responsável afetam de forma diferente o nível de tecnologia adotado. Os responsáveis proprietários tendem a empregar técnicas mais avançadas no Ceará, Pernambuco, Espírito Santo e Rio Grande do Sul. O arrendamento está, geralmente, associado a um nível tecnológico mais baixo, como evidenciam os resultados referentes a Pernambuco e Rio Grande do Sul em 1962/64, e os ocupantes não demonstram utilizar técnica moderna. No seu conjunto, essas evidências são bastante sensatas e confirmam mesmo idéias já existentes. As regressões para 1969/70 revelam que a propriedade do estabelecimento tem um efeito tecnológico significativamente diferente de zero apenas em Santa Catarina, com uma estimativa semelhante à da amostra 1962/64. Os demais parâmetros não são significantes e, portanto, não confirmam nem rejeitam os resultados da amostra anterior.

Na maioria das regiões, os coeficientes estimados para culturas e pecuária não são significativamente diferentes entre si ou de zero. A exceção importante ocorre no Rio Grande do Sul, com parâmetro positivo para culturas e negativo para pecuária, ambos significativamente diferentes entre si. De um modo geral, os coeficientes para pecuária são negativos e para São Paulo (em 1962/64), Rio Grande do Sul e Brasil em geral (em ambas as amostras) são significativamente diferentes de zero. Este resultado era esperado, uma vez que a tecnologia empregada na pecuária é relativamente convencional, sem grandes possibilidades de melhoria.

As estimativas para taxa de retorno são todas significativamente diferentes de zero ao nível de 5%, pelo menos. Em todos os casos, o sinal é positivo. Adotando taxas médias de retorno em cada

²² Agregando às demais variáveis uma variável genérica G podemos expressar o modelo (2) simplificadamente como:

$$G = \bar{G} c \frac{bX_R}{R}$$

A elasticidade de G em relação à taxa de retorno X_R é, então:

$$\frac{EG}{EX_R} = \frac{\frac{\partial G}{\partial X_R} X_R}{G} = \left(\bar{G} c \frac{bX_R}{R} \right) \frac{X_R}{G} = b \frac{X_R}{R}$$

As elasticidades mencionadas foram calculadas com respeito ao retorno médio X_R do Estado.

Estado, a elasticidade ²² mais baixa ocorre em Minas Gerais, com 0,02, e a mais alta, no Rio Grande do Sul, com 0,85.

A evidência de que o nível tecnológico depende da taxa de retorno do estabelecimento repete-se com a amostra 1969/70. O valor do estatístico *F* para a taxa de retorno demonstrou ser abaixo do nível crítico nos Estados de Ceará, Pernambuco e Espírito Santo, e conseqüentemente esta variável não figura nos experimentos finais com a amostra 1969/70. Para as demais regiões a rentabilidade do estabelecimento afeta positiva e significativamente a tecnologia.

A outra variável com coeficientes significantes em todas as regiões é o acesso ao crédito, com parâmetros positivos em todos os experimentos. Para os Estados de Ceará, Pernambuco e Minas Gerais o efeito do crédito no estágio tecnológico é substancial. Assim, mantidas "constantes" as demais variáveis, o simples acesso ao crédito rural subsidiado assegura uma diferença de mais de 100% no índice tecnológico *G* no Ceará e um pouco menos de 100% em Pernambuco e Minas Gerais, em comparação com a tecnologia de um estabelecimento hipotético idêntico, porém desprovido de acesso ao crédito. Os coeficientes estimados para a *dummy* acesso a crédito, em 1969/70, são todos positivos e significantes, mas ao contrário dos resultados com a amostra 1962/64, as estimativas b_{cc} são menos dispersas, variando de 0,51 a 0,96. É interessante observar que o acesso ao crédito aparenta ter maior efeito na tecnologia agrícola dos Estados nordestinos, variando de 0,87 no Ceará a 0,96 em Pernambuco. Nos Estados sulinos o impacto é menor, de 0,51 no Rio Grande do Sul a 0,86 em Santa Catarina. Observa-se que conclusões semelhantes, embora com diferentes magnitudes, haviam sido obtidas com a amostra 1962/64. A evidência de que a diferença de tecnologia entre produtores rurais é mais aguda entre os estabelecimentos na amostra 1969/70 do que na amostra 1962/64, notadamente nos Estados sulinos, pode sugerir que a política de crédito rural ou tem favorecido mais, relativamente, os estabelecimentos com técnicas modernas (mantidas "constantes" as demais variáveis) ou, efetivamente, a manipulação do crédito rural é um instrumento eficiente para dosar o estágio tecnológico. Se este for o caso, é importante perceber que uma política de crédito rural restrita, ou não orientada adequadamente, pode ser desastrosa para o processo de modernização rural.

Finalmente, a localização e a qualidade do solo do estabelecimento demonstraram não serem importantes apenas em Minas Gerais e Santa Catarina na amostra 1962/64. A vantagem da variável *proxy* preço da terra para estes dois fatores é de que ela se confunde

com o valor da produtividade marginal da terra um mercado competitivo. Uma vez que em ambos o índice G e o preço da terra estão expressos em logaritmos, a elasticidade corresponde ao próprio parâmetro b_T estimado. Assim, a tecnologia observada é mais elástica à produtividade marginal da terra em Pernambuco (2,7), Rio Grande do Sul (2,2) e Ceará (1,6). Para o Espírito Santo e São Paulo a resposta é menor, com elasticidade de 0,4 e 0,7, respectivamente. É interessante também observar que a contribuição desta variável para a explicação da variância do índice tecnológico G é substancial nos Estados com elasticidade superior à unidade. Infelizmente, a mesma variável na amostra 1969/70 demonstra ser importante e significativamente diferente de zero apenas em dois Estados: Pernambuco e Rio Grande do Sul.

A contribuição de cada variável para a explicação da dispersão de tecnologia entre estabelecimentos pode ser aquilatada pelo coeficiente beta, também reproduzido na Tabela V.4, entre colchetes abaixo do erro-padrão da estimativa.

Sem dúvida, a variável de maior importância isolada para a explicação da variância da tecnologia foi a *dummy* para acesso ao crédito. Assim, no Ceará, o coeficiente beta para esta variável é superior a 100% ²³ em 1962/64, e 94% em 1969/70. Em Pernambuco e Minas Gerais, o acesso ao crédito tem importância superior a 85% em ambos os levantamentos. Esta evidência pode ser uma indicação de que ou a concessão de crédito é fortemente discriminatória segundo a tecnologia, ou os produtores com tecnologia menos avançada são mais relutantes em aceitar o crédito. No Rio Grande do Sul (com beta igual a 26%), Espírito Santo (33%), Santa Catarina (48%) e São Paulo (65%) o acesso ao crédito é menos importante na explicação da variância da tecnologia entre estabelecimentos em 1962/64.

A Tabela V.4 mostra, por sua vez, que a influência do crédito torna-se muito mais crítica para a explicação da variância da tecnologia em 1969/70 do que a estimada em 1962/64. Dos Estados apontados os coeficientes beta assumem valores próximos a 100%, com o beta mais baixo ocorrendo no Rio Grande do Sul, cuja contribuição do crédito foi de quase 70%, sem dúvida um valor ainda elevado.

²³ Um coeficiente beta maior que 100% indica apenas que o efeito exercitado pela variância da variável independente supera a variância da dependente.

As desigualdades na qualidade do solo e distância aos centros urbanos assumem o segundo lugar na explicação das disparidades da tecnologia em 1962/64. A contribuição para a variância explicada varia de 13% no Espírito Santo até 93% em Pernambuco. No levantamento em 1969/70, a variância no valor da produtividade marginal da terra é menos acentuada, com o máximo de 43% de contribuição para a explicação da tecnologia no Rio Grande do Sul.

As desigualdades na rentabilidade do capital imobilizado do estabelecimento explicam, em 1962/64, 76% da variância da tecnologia no Rio Grande do Sul; 30% no Ceará; 28% em Pernambuco; 16% no Espírito Santo e Santa Catarina; e menos de 10% nos Estados restantes. Na amostra de 1969/70, a variância dos retornos para a explicação da disparidade tecnológica assume contribuições mais modestas: pouco superior a 10% em Minas Gerais, São Paulo e Santa Catarina e cerca de 35% no Rio Grande do Sul.

A contribuição das demais variáveis diverge em importância entre os Estados. A variância na escala é importante apenas na amostra 1962/64, nos Estados do Rio Grande do Sul (135%); Pernambuco (107%); Espírito Santo (65%); e Santa Catarina (48%). A educação assume um papel importante ²⁴ na diferenciação tecnológica no Rio Grande do Sul (128% de contribuição em 1962/64 e 64% em 1969/70); e em Pernambuco em 1962/64 (63%). A condição do responsável é importante apenas em 1962/64 em Pernambuco e Ceará. No levantamento 1969/70, a condição do responsável assume um papel pouco importante na explicação da tecnologia em todos os Estados. A escala do estabelecimento oferece uma contribuição variada para a explicação da variância tecnológica: na amostra 1962/64, o coeficiente beta é inferior à unidade em Pernambuco e no Rio Grande do Sul, seguido de Espírito Santo (65%), Santa Catarina (48%), Ceará (22%) e São Paulo (15%). Na amostra 1969/70, a escala tem uma contribuição importante para a explicação da variância apenas no Rio Grande do Sul, com beta igual a 20%.

Finalmente, a atividade predominante pouco contribui para a explicação da variância do índice de tecnologia G , mesmo nos casos em que as estimativas dos parâmetros da regressão mostraram-se significativamente diferentes de zero.

²⁴ No caso de variáveis classificatórias por *dummies*, a contribuição para explicação pode ser obtida gosseiramente com a soma do valor absoluto dos betas para cada classe individual.

5.4

O Avanço Tecnológico

5.4.1

Descrição do Modelo Formal

O modelo (2) associou o nível tecnológico observado em cada estabelecimento rural a uma série de condições e variáveis, e os resultados na Tabela V.4 sugeriram que os argumentos listados podem explicar satisfatoriamente a dispersão tecnológica, ou pluralismo tecnológico, existente no Brasil num determinado momento. Assim, podemos aceitar que o pluralismo observado de técnicas é uma simples decorrência da distribuição desigual de uma série de fatores entre os estabelecimentos rurais, alguns fatores com maior influência do que outros para a disparidade das técnicas rurais.

Esta linha de raciocínio, ainda que necessária para explicar a distribuição de técnicas *num determinado momento*, é pouco adequada, contudo, para analisar as causas responsáveis pela mudança tecnológica num determinado estabelecimento *ao longo do tempo*. Assim, pretendemos nesta seção investigar algumas questões interligadas:

- i) a maneira pela qual mudanças em algumas variáveis, supostas exógenas, afetam as decisões de modificar a tecnologia;
- ii) dentre as condições específicas do estabelecimento, como área total, educação do responsável, atividade predominante, etc., quais as que são identificadas como favoráveis e quais as desfavoráveis ao avanço tecnológico; e
- iii) finalmente, numa etapa final, discutiremos ainda quão dinâmico é o processo de ajuste das técnicas em resposta a mudanças nos argumentos explicativos da tecnologia.

Uma vez que o objetivo é analisar o processo de modernização entre dois períodos, torna-se necessário que as informações existentes refiram-se ao mesmo estabelecimento. Portanto, na análise empírica a amostra será restrita aos estabelecimentos que figuram em ambos os levantamentos. Este procedimento causa um sacrifício considerável do número disponível de observações, porém é inevitável.

vel. A Tabela V.1 havia mostrado que das 1.771 observações em 1962/64 e 509 em 1969/70 só 357 são aproveitáveis nesta análise comparativa.

O avanço tecnológico num estabelecimento será expresso como a variação relativa no índice de tecnologia G entre os dois períodos 1962/64 e 1969/70. Ou seja, uma vez que o modelo (2) explicava o estágio tecnológico de um determinado estabelecimento num determinado momento, podemos exprimir o avanço técnico em um determinado estabelecimento como a simples diferencial do modelo (2):

$$d \text{ Log } G_i = \text{ Log } G_{i,t} - \text{ Log } G_{i,t-1} = \beta_s d \text{ Log } X_{s,i} + \beta_E d X_{E,i} + \dots + \beta_{cc} d X_{cc,i} + u_i \quad (3)$$

onde a notação d representa a diferenciação e, a notação t e $t-1$, os levantamentos 1969/70 e 1962/64, respectivamente. A rigor, as variáveis classificatórias não deveriam figurar no modelo a ser testado, a não ser nos casos em que a condição se tenha modificado, mas a sua inclusão permitirá identificar condições que favoreceram ou limitaram a modernização no intervalo. Este raciocínio corresponde à idéia de que o efeito de algumas variáveis classificatórias na expressão (2) não seria perfeitamente linear.

Assim, o modelo a ser testado apresenta o formato:

$$d \text{ Log } G_i = (\text{constante}) + \gamma_s \text{ Log } X_{s,i} + \gamma_E X_{E,i} + \gamma_c X_{c,i} + \gamma_A X_{A,i} + \beta'_A d X_{A,i} + \gamma_R X_R + \beta'_{cc} d X_{cc} + \beta'_t d \text{ Log } X_{Ti} + u_i \quad (4)$$

onde a constante foi mantida para capturar um possível avanço tecnológico "autônomo" não explicado pelas variáveis X e, além disto, permitir que o coeficiente de determinação múltipla R^2 seja consistente. Os parâmetros γ referem-se ao impacto de condições específicas ao estabelecimento, que não sofreram mudanças entre 1962 a 1970, e os parâmetros β' ao impacto das variáveis que se modificaram.

Das variáveis classificatórias, o modelo permite uma mudança de condição apenas no caso da cultura predominante. Infelizmente, não dispomos de informações sobre a mudança do nível de educação do responsável e nos vínculos contratuais com a propriedade, mas é razoável imaginar que, entre os dois levantamentos, não tenham ocorrido mudanças radicais na educação e condição do responsável. A notação X_A identifica a mesma atividade predominante nos dois

levantamentos; X_R , a taxa média do retorno do estabelecimento. As mudanças compreendem a modificação na atividade predominante, no valor da produtividade marginal da terra e no acesso ao crédito. A mudança da atividade predominante é identificada por simples variáveis *dummy*, que assumem valor um, quando o estabelecimento satisfaz o tipo de mudança, e zero, no caso contrário. A mudança no acesso ao crédito é identificada pelo valor um quando o estabelecimento sem crédito em 1962/64 teve acesso ao mesmo em 1969/70, e pelo valor menos um quando o estabelecimento com crédito em 1962/64 perdeu esta condição em 1969/70; e valor zero quando não houve mudança no acesso ao crédito. A variação no valor da produtividade marginal da terra é identificada pela variação relativa no preço real de mercado da terra.²⁵

5.4.2

Resultados Empíricos

A Tabela V.5 mostra as estimativas do modelo (4). Ao contrário dos resultados empíricos anteriores para a explicação do estágio tecnológico, as regiões divergem sensivelmente quanto aos fatores explicativos do avanço tecnológico. Em todos os casos, a proporção explicada da variância é elevada. Considerando o coeficiente de determinação ajustado para graus de liberdade, os valores variam entre 0,69, em Pernambuco, até 0,92, em Santa Catarina. Essas magnitudes podem ser consideradas excelentes, principalmente levando-se em conta que se referem a regressões *cross-section*.

O avanço tecnológico "autônomo", não explicável pelas variáveis independentes e identificado pela constante da regressão, assume

²⁵ Observe-se que neste enfoque a hipótese de concorrência perfeita não é tão crítica. A identificação entre a variação relativa no preço e a variação relativa na produtividade marginal pode ser aceita mesmo num mercado imperfeito, desde que a elasticidade de demanda e/ou grau de imperfeição do mercado não tenham sofrido maiores modificações. Seja $MP = P (1 + 1/\eta)$, onde MP é valor da produtividade marginal da terra; P, o seu preço de mercado; e η , a elasticidade de demanda. Daí, exprimindo em logaritmos, temos:

$$\text{Log MP} = \text{Log P} + \text{Log} (1+1/\eta)$$

para $\eta < 0$. Então, $d \text{Log MP} = d \text{Log P} + d \text{Log} (1+1/\eta)$. Para a elasticidade η aproximadamente constante, $d \text{Log MP} = \text{Log P}$.

o valor de 14% no Ceará, 47% em Pernambuco, 61% no Espírito Santo, 18% em Minas Gerais, 17% em São Paulo, 9% em Santa Catarina, 20% no Rio Grande do Sul e 22% na amostra geral. Infelizmente o erro-padrão das estimativas da constante não está disponível ²⁶ e, conseqüentemente, o teste da sua significância é impraticável. É interessante observar que a magnitude do avanço "autônomo" varia inversamente com o coeficiente de determinação múltipla. Os "avanços autônomos" mais intensos ocorrem em Pernambuco e Espírito Santo, que apresentam os coeficientes de determinação mais baixos. Por outro lado, as constantes mais baixas em Santa Catarina e Ceará estão associadas aos R^2 mais elevados. Estes resultados são uma indicação de que a constante deve ser interpretada mais como avanço técnico não capturado pelas variáveis escolhidas como explicativas, do que como um avanço "autônomo" num sentido mais amplo.

As variáveis que se apresentaram significantes, com maior frequência, são: a taxa média de retorno do estabelecimento; a mudança no acesso ao crédito; a variação na produtividade marginal da terra. Educação e atividade predominante emergem como significantes em poucos casos, e as demais variáveis não demonstraram nível satisfatório de significância. Em todos os experimentos, o avanço tecnológico não aparentou ser significativamente afetado pelo tamanho da propriedade. Esta evidência é inesperada porque a escala do estabelecimento foi importante para explicar a dispersão tecnológica entre estabelecimentos e seria de esperar que os maiores estabelecimentos mantivessem uma dianteira tecnológica crescente sobre os demais. Inclusive a experiência internacional salienta que os ajustamentos tecnológicos são motivados basicamente pelas economias de escala, ²⁷ mais facilmente encontradas nos grandes estabelecimentos. Antes de concluir que a experiência brasileira, neste contexto difere da evidência internacional, seria recomendável que novas pesquisas fossem efetuadas, com dados mais apropriados e cobrindo um período mais recente, quando então não haveria dúvidas quanto à existência de avanços técnicos significativos na agricultura. É interessante observar que já na Tabela V.4 as estimativas do efeito-escala na dispersão

²⁶ Uma vez que a matriz variância-covariância não é impressa, seria demais trabalhoso estimar manualmente o elemento de $(X'X)^{-1}$ relativo ao intercepto.

²⁷ Veja, por exemplo, Luther Tweeten e Dean Schreiner, "Economic Impact of Public Policy and Technology on Marginal Farms and on the Non-Farm Rural Population", in E. Heady (ed.), *Benefits and Burdens of Rural Development* (Ames, Iowa: The Iowa State University Press, 1970), p. 42.

de técnicas foram pouco satisfatórias. Entretanto, a amostra testada na Tabela V.5 é menor e, supostamente, de melhor qualidade do que aquela utilizada na Tabela V.4, e forneceu resultados satisfatórios para a explicação da variância no avanço tecnológico. A especulação mais sensata é de que novos estudos, cobrindo períodos mais recentes, apontarão uma dependência significativa entre o avanço tecnológico e o tamanho do estabelecimento.

Com exceção de um único coeficiente relativo a responsáveis alfabetizados na amostra geral, a educação não demonstrou afetar a mudança de técnica. Este resultado é inesperado, pois seria razoável imaginar que os maiores avanços técnicos estivessem associados aos estabelecimentos gerenciados por responsáveis mais educados. Mas o baixo nível dos coeficientes estimados não permite rejeitar a hipótese de que os efeitos dos níveis distintos de educação sejam idênticos e/ou nulos. A contribuição do nível de educação à explicação do avanço tecnológico é baixa, de 1 ou 2% na maioria dos casos. Apenas em Pernambuco a contribuição atinge a 11%, mas com estimativas não significativamente diferentes de zero.

O avanço tecnológico não aparenta também ser distinto segundo a condição do responsável. As evidências empíricas sugerem que a intensidade da modernização independe do fato de o estabelecimento ser gerenciado pelo responsável, pelo arrendatário, ou pelo ocupante. Este resultado é também singular, pois contradiz o consenso geral de que os proprietários mostram mais interesse pela modernização do que outros tipos de responsáveis, uma vez que o proprietário internaliza totalmente os retornos com o avanço, enquanto os demais responsáveis o fazem apenas no tocante à parte excedente da taxação imposta pelo proprietário. Observe-se que nesse raciocínio está descontado o efeito da taxa de retorno, também incluída como efeito isolado na Tabela V.5. Com este tratamento, a distinção entre classes de responsáveis deveria ser interpretada como a diferença nas taxas de "imposto" arrecadado pelo proprietário. A razão pela qual os resultados empíricos falharam em apontar a diferença de comportamento não está perfeitamente esclarecida.

A modernização é negativamente afetada pela escolha da pecuária como atividade predominante na maioria dos Estados e, ademais, significativamente diferente de zero em Pernambuco. Note-se que um estabelecimento já dedicado exclusivamente à pecuária não deveria ser afetado de forma marcante pelo avanço tecnológico, quer positiva, quer negativamente. Assim, uma explicação plausível para o sinal negativo para a estimativa do coeficiente da *dummy* seria a mudança na intensidade de culturas agrícolas como atividade con-

junta. Ou seja, o efeito do avanço tecnológico deveria ser negativo à medida que estabelecimentos já dedicados à pecuária, ainda que não exclusivamente, estivessem dispostos a dedicar-se com mais intensidade a esta atividade, em detrimento das culturas. Quando a atividade predominante do estabelecimento se modifica, os resultados indicam também que o impacto no avanço tecnológico será negativo na maioria dos Estados, quando a ênfase desloca-se de culturas para a pecuária, e positivo em todos os casos, de pecuária para culturas. Infelizmente, os parâmetros assumem baixos níveis de significância, com exceção de Pernambuco, e dificultam, assim, conclusões mais taxativas.

As evidências apontam o retorno médio como uma variável significativa na explicação do avanço tecnológico dos estabelecimentos. Tal resultado era esperado *a priori*, uma vez que a taxa de retorno privado está conceitualmente associada à renda líquida e à liquidez financeira do estabelecimento, e ambos os fatores têm sido apontados como importantes estímulos ao consumo de fertilizantes.²⁸ Com exceção dos resultados para o Espírito Santo, Minas Gerais e São Paulo, os coeficientes são positivos e significativamente diferentes de zero. As estimativas do modelo (5) dizem que, quanto maior a taxa média de rentabilidade do estabelecimento, mais intenso é o avanço tecnológico, embora as elasticidades da modernização com respeito ao retorno médio sejam relativamente modestas. Para um retorno médio em torno de 10%, o estímulo marginal à modernização atinge um máximo de 0,04% no Espírito Santo, e 0,01% nos demais Estados. Assim, apesar do efeito significativamente diferente de zero em cinco dos oito casos, a potencialidade da taxa de retorno "normal" do estabelecimento para acelerar a modernização rural deve ser encarada com cautela.

A mudança na produtividade marginal da terra, medida pela variação relativa no seu preço real de mercado, tem efeitos que podem ser considerados significativamente diferentes de zero apenas em São Paulo e Rio Grande do Sul. Nas demais regiões, o nível de significância é muito pequeno, sendo que no Espírito Santo e Minas Gerais a variação relativa no preço da terra foi até mesmo excluída da regressão devido ao seu nível insuficiente de contribuição. Além disso, apesar de significantes, os parâmetros estimados para São Paulo, Rio Grande do Sul e para a Amostra Geral indicam elasticidades de resposta bastante modestas. Para cada 1% de aumento

²⁸ D. Metcalf, *The Economics of Agriculture* (Middlesex, Inglaterra: Penguin Books Ltda., 1969), p. 59.

no preço real de mercado da terra, o efeito no avanço tecnológico é inferior a 0,3% em São Paulo, 0,7% no Rio Grande do Sul e 0,5% na Amostra Geral. Não obstante, a contribuição para a explicação da variância do índice tecnológico, medida pelo coeficiente beta, é razoável nessas regiões: 24% em São Paulo; 66% no Rio Grande do Sul; e 42% na Amostra Geral. Isto mostra que o valor da produtividade marginal da terra vem-se modificando de forma desigual entre estabelecimentos, quer devido às novas facilidades de transporte, quer devido aos investimentos na fertilidade do solo.

Os resultados acima são consistentes com as indicações do modelo (2), que havia explicado a dispersão de tecnologia entre estabelecimentos. Um raciocínio que reunisse ambas as evidências enunciaria que, quanto mais próximo ou mais facilitado (economicamente) o acesso aos centros urbanos, mais avançada e de resposta mais dinâmica tende a ser a tecnologia empregada no estabelecimento. Uma implicação deste fato é a tendência observada de que o "cinturão verde" ao redor dos centros urbanos tende naturalmente a afastar-se espacialmente do centro consumidor à medida que o acesso e as comunicações são facilitadas. No período 1964/70, os melhoramentos viários mais significativos concentraram-se no Sul do País, facilitando assim a modernização rural da região. Ainda que o acesso aos centros de consumo no Nordeste e Leste tenha também melhorado, é mais provável que o seu impacto no avanço tecnológico tenha ocorrido mais lentamente que na região Sul, possuidora de um sistema de transporte mais eficiente e maiores centros de consumo.

Desde 1970, vem ocorrendo um melhoramento radical no sistema viário para o interior. O período recente tem sido também caracterizado por uma intensa modernização rural, principalmente na região Centro-Sul. Sem dúvida os dois fatos estão associados, embora outros fatores tenham também favorecido o avanço técnico. Todavia, é de esperar que a mudança no preço real da terra tenha uma contribuição ainda mais efetiva para a explicação do avanço técnico rural após 1970.

Finalmente, a modificação no acesso ao crédito assume o papel central na explicação do avanço técnico da maioria das regiões, exceto em Minas Gerais e Rio Grande do Sul; os coeficientes estimados são significativamente diferentes de zero (ao nível de 5%) em cinco das oito regiões. Uma vez que a variável independente assume valores dicotômicos, enquanto a variável dependente é contínua e expressa em logaritmos, os coeficientes estimados correspondem às taxas de variação no avanço técnico com a mudança da condição creditícia. Os resultados indicam que o impacto do cré-

dito foi mais importante nos estabelecimentos situados no Nordeste do que nas demais regiões. Assim, a concessão de crédito e o paralelo acesso a outros fatores complementares anteriormente não utilizados no estabelecimento estão associados a um avanço tecnológico parcial de 10% no Ceará e Espírito Santo e 8% em São Paulo e Santa Catarina. Ademais, a contribuição da mudança no acesso de crédito para a explicação do avanço técnico é também mais importante no Ceará e Espírito Santo do que nas demais regiões, com 89% e praticamente 100%, respectivamente. Nas demais regiões, a contribuição mais importante ocorre em Santa Catarina, com 71%.

Em resumo, a análise do avanço tecnológico em cada estabelecimento no período 1962 a 1970 apontou que os principais argumentos são a taxa média de rentabilidade do estabelecimento, a mudança no preço real da terra e o acesso ao crédito. Essas evidências empíricas são consistentes com o raciocínio teórico, embora a magnitude e significância dos efeitos difira entre regiões. Assim, no Ceará e Santa Catarina apenas a rentabilidade e a mudança no crédito têm impactos significantes; em Pernambuco, apenas o retorno médio; no Espírito Santo, a mudança no acesso ao crédito; em São Paulo, a mudança no preço da terra e no acesso ao crédito; e no Rio Grande do Sul, a taxa de retorno e a mudança no preço real da terra.

5.4.3

O Dinamismo do Processo de Adoção

A questão final a ser discutida é a rapidez da resposta da adoção de novas técnicas aos diversos estímulos. Tal discussão é o complemento natural às evidências do modelo (2) — que explica a dispersão da tecnologia entre estabelecimentos — e as evidências do modelo (4) — que explica o avanço tecnológico entre períodos distintos.

Como foi explicitado no modelo (2), as decisões de adoção de uma determinada técnica identificada foram enfocadas num modelo de comportamento estático. Ou seja, a tecnologia corrente de um estabelecimento era explicada por uma série de variáveis, relativas

a um *mesmo período de tempo*. Embora com resultados satisfatórios, este tratamento pode ser sujeito a críticas e considerado pouco apropriado para responder a questões sobre o dinamismo do processo de modernização.

As inconveniências do modelo estático (2), compartilhadas até certo ponto também pelo modelo (4), podem ser facilmente percebidas ao considerarmos que a mudança tecnológica, ainda que desejada pelos produtores rurais, é um processo custoso, que requer a mudança de hábitos e a certeza de que as expectativas de preços relativos e demais variáveis não serão radicalmente frustradas. A modernização é um processo acumulativo de conhecimento e de fatores duráveis, de tal forma que a tecnologia adotada hoje não é totalmente independente da tecnologia existente ontem. Quanto mais intenso e dinâmico o avanço tecnológico, mais a tecnologia atual tende a distanciar-se da tecnologia passada. Por outro lado, no caso extremo de estagnação tecnológica, a tecnologia atual é idêntica à do passado. Dados os custos de aprendizagem e demoras na distribuição de informações, é razoável imaginarmos que o estágio tecnológico desejado seja atingido somente após certo período de tempo. Assim, somente num mercado perfeitamente competitivo, perfeitamente informado e livre de atritos, a tecnologia observada corresponderia à própria tecnologia desejada. Naturalmente, essa identidade necessita de condições favoráveis extremas, dificilmente encontradas na realidade.

Por sua vez, o modelo (4) concentrou-se na explicação do avanço tecnológico observado, e nada disse sobre o avanço que era economicamente almejado pelos produtores em resposta à mudança de alguns fatores. Neste aspecto, os modelos (2) e (4) pecam pela mesma inconveniência de suporem a tecnologia e o avanço técnico observados como aqueles desejados pelos produtores.

Para remediar esta hipótese restritiva, admitiremos que uma variação em uma das variáveis explicativas resultará em dois efeitos na tecnologia do estabelecimento. O primeiro efeito consiste na mudança tecnológica a longo prazo, decorrente da variação na variável independente, e, o segundo, na mudança tecnológica a curto prazo, observada no período coincidente à variação. Este raciocínio seria uma adaptação do conhecido modelo nerloviano de ajustamento parcial,²⁹ onde, em nosso caso, o nível tecnológico efetivamente

²⁹ Marc Nerlove, *The Dynamics of Supply: Estimation of Farmer's Response to Price* (Baltimore: The John Hopkins Press, 1958).

alcançado no período corrente corresponderia à tecnologia existente no período anterior, mais uma parcela λ de avanço tecnológico, igual a uma proporção da mudança tecnológica desejada a longo prazo.³⁰

Rigorosamente, a elasticidade de ajustamento poderia diferir entre os estabelecimentos, segundo a escala de produção, habilidade do responsável em contornar as restrições a curto prazo, etc. Entretanto, a análise empírica a seguir não pretende atingir esse grau de detalhe e nos contentaremos com a elasticidade média regional. A magnitude da elasticidade média de ajustamento seria importante, então, para determinar o dinamismo da mudança tecnológica "média" na região. Quanto mais próximo ela estiver da unidade, mais rápida a convergência da tecnologia observada para a tecnologia de equilíbrio, desejada a longo prazo. No extremo oposto, com a elasticidade nula, dizemos que existe estagnação tecnológica com a tecnologia atual, sempre idêntica à do período passado. Naturalmente, ambos os extremos são irrealistas, e devemos esperar que as estimativas da proporção λ sejam maiores que zero e menores que um.

Será conveniente discutir por um momento as implicações do valor $\lambda = 1$. Vimos que, neste caso, a tecnologia almejada será sempre igual à observada. Naturalmente, para que isto ocorra é necessária uma série de condições extremamente favoráveis: perfeita mobilidade de fatores; expectativas eficientes de preços; custos subjetivos de adoção da nova técnica praticamente nulos, etc. Por mais irrealistas que pareçam, estas condições foram assumidas implicitamente no modelo (2), onde foi excluída a hipótese de ajustes retardados. Contudo, ainda que, em princípio, as hipóteses implícitas em $\lambda = 1$ sejam discutíveis, é fácil recordar que tratamento semelhante é convencional nas análises *cross-section*. Além disto, em nosso caso apresentamos a justificativa adicional de que a maioria das variáveis são classificatórias, com nenhuma ou pequena alteração no tempo.

³⁰ O modelo formal diz que:

$$\text{Log } G_t - \text{Log } G_{t-1} = \lambda (\text{Log } G_t^* - \text{Log } G_{t-1})$$

onde G e G^* são os índices tecnológicos observado e desejado, respectivamente; e, λ , a elasticidade média de ajustamento. Operando com o modelo acima, obtemos uma forma de interpretação mais simples,

$$\text{Log } G_t = \lambda \text{Log } G_t^* + (1 - \lambda) \text{Log } G_{t-1}$$

Generalizando o modelo para valores da elasticidade λ menores que a unidade, reescrevemos, portanto, o modelo como:

$$\text{Log } G_t = \lambda \text{ Log } G_t^* + (1 - \lambda) \text{ Log } G_{t-1} \quad (5)$$

onde $\text{Log } G_t^*$ representa a tecnologia desejada, especificada como uma função semelhante ao modelo (2);

$$\text{Log } G_t = (\text{constante}) + \beta_s'' X_{s,i} + \beta_E'' X_{E,i} + \beta_c'' X_{c,i} + \dots + (1 - \lambda) \text{ Log } G_{t-1} + u_i \quad (6)$$

onde, por definição

$$\beta_v'' = \lambda \beta_v \quad (7)$$

$$u_i'' = \lambda u_i \quad (8)$$

O parâmetro β_v'' identifica o efeito a curto prazo de mudança na variável genérica X_v ($v = S, E, \dots, cc$) na tecnologia adotada no estabelecimento e, β_v o efeito a longo prazo. Rigorosamente, a elasticidade de ajustamento deveria descrever a velocidade de ajuste entre períodos sucessivos, geralmente com intervalos anuais. Com os dados disponíveis, este tratamento é impossível, uma vez que os levantamentos são distanciados de seis ou sete anos.³¹ Portanto, aceitando as possíveis críticas, definiremos "um período" como formado por seis ou sete anos.

Os resultados com o modelo (6) estão resumidos na Tabela V.6 com as estimativas para a elasticidade de ajustamento λ e o número de períodos necessários para completar 90% do avanço tecnológico desejado.³² O sinal dos coeficientes das demais variáveis em (6) é consistente, na maioria dos casos, com os resultados anteriores, embora, de um modo geral, o nível de significância diminua sensivelmente.

Pesquisas futuras serão úteis para comprovar ou rejeitar os resultados da Tabela V.6, mas as implicações são, em princípio,

³¹ De 1962/64 a 1969/70.

³² A convergência da tecnologia atual para a tecnologia desejada descrita pelo processo (5) conforma-se a uma série geométrica com razão $(1 - \lambda)$, onde, teoricamente, a tecnologia desejada é atingida após um número infinito de períodos. Truncando em 90% o ajuste entre a tecnologia observada e a de longo prazo, obtemos o número de períodos resolvendo

$$\lambda \sum_{i=0}^{n-1} (1 - \lambda)^i \geq 0,9$$

para n , o número de períodos necessários.

TABELA V.6

ELASTICIDADE DE AJUSTAMENTO E VELOCIDADE DE CONVERGÊNCIA TECNOLÓGICA

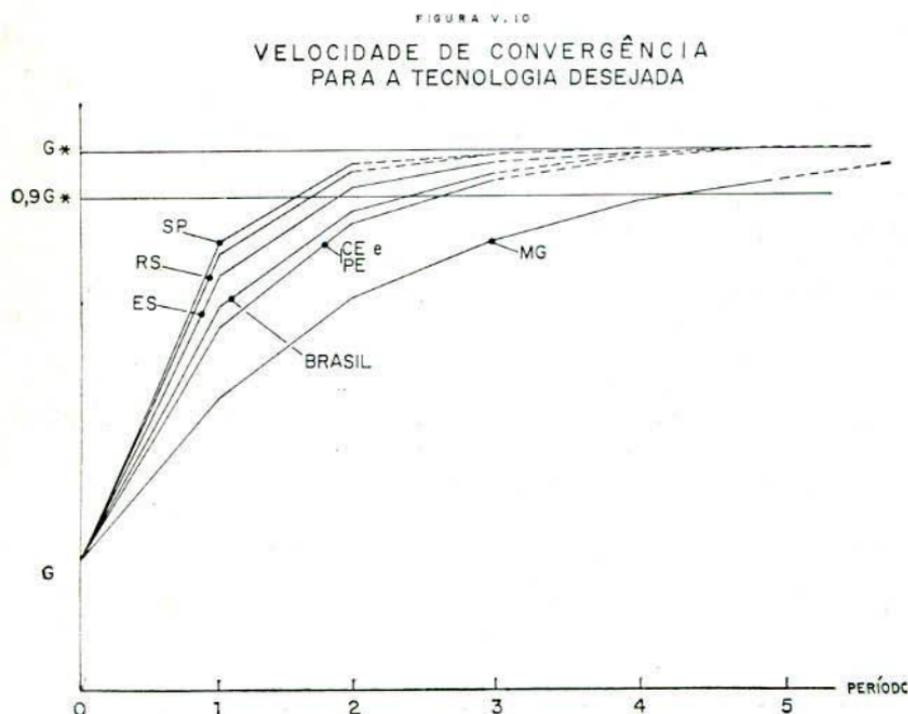
Regiões	Elasticidade de Ajustamento	R ²	Número de Períodos Necessários para Completar 90% do Ajuste
Ceará	0,591*	0,873	3
Pernambuco	0,591*	0,898	3
Espírito Santo	0,700*	0,921	2
Minas Gerais	0,409*	0,826	5
São Paulo	0,769*	0,911	2
Santa Catarina	...	0,931	...
Rio Grande do Sul	0,750*	0,941	2
Brasil	0,611*	0,901	3

* Coeficientes com asterisco são significativamente diferentes de zero ao nível de 5%.

razoáveis. Em todos os casos reproduzidos, o coeficiente estimado para o índice tecnológico passado é significativamente diferente de zero ao nível de 5%. Os experimentos para Santa Catarina não foram satisfatórios e na discussão abaixo omitimos qualquer comentário sobre o dinamismo do ajuste tecnológico nesse Estado. As regiões que demonstram maior dinamismo na mudança tecnológica são os Estados de São Paulo e Rio Grande do Sul, com elasticidades de ajustamento próximas a 0,75. Isto significa que, em resposta à mudança nos preços relativos de fatores, condições específicas do estabelecimento, etc., aproximadamente 75% da diferença entre a tecnologia desejada e a corrente são atingidos em um período; mais de 90% em dois períodos, etc. Portanto, mais de 90% do avanço tecnológico desejado são obtidos em apenas dois períodos. Em seguida, os estabelecimentos situados no Espírito Santo apresentam uma elasticidade média de ajustamento estimada em 0,7, e também dois períodos bastam para completar 90% do ajuste. Os Estados nordestinos de Ceará e Pernambuco indicam elasticidades idênticas a pouco menos de 0,6, e para completar 90% da discrepância entre a tecnologia desejada e a observada são agora necessários 3 períodos. Finalmente, a convergência mais lenta é observada nos estabelecimentos localizados em Minas Gerais, com uma elasticidade média de 0,4, exigindo quase cinco períodos para cobrir 90% do avanço técnico desejado. Considerando que um "período" compreende seis ou sete anos, a elasticidade de ajustamento em Minas Gerais parece

estar subestimada, uma vez que o seu valor implica um processo mais longo que 30 anos para cobrir 90% da discrepância. Finalmente, a elasticidade média de ajustamento para a amostra geral atinge a pouco mais de 0,6, e o processo dinâmico necessita de 3 períodos, ou seja, em torno de 20 anos, para cobrir 90% do avanço desejado.

A Figura V.10 traduz visualmente as evidências acima. No eixo vertical estão expressos os níveis tecnológicos; G indica o estágio inicial; G^* , o estágio final desejado. As trajetórias crescentes correspondem à tecnologia observada em cada período, movendo-se assintoticamente em direção à tecnologia desejada G^* . A linha horizontal pontilhada abaixo de G^* indica o atendimento de 90% do nível técnico desejado. O fato de os Estados de São Paulo e Rio Grande do Sul terem avanços técnicos mais dinâmicos está representado pela sua trajetória, superior à dos demais Estados. Por outro lado, a tecnologia rural em Minas Gerais, que aparenta ser menos dinâmica, tem uma trajetória abaixo das trajetórias das demais regiões.



5.5

Conclusões

Este trabalho procurou identificar os fatores responsáveis pela existência do pluralismo tecnológico entre estabelecimentos rurais e pela explicação do avanço técnico no período 1962 a 1970.

Os resultados empíricos mostraram que, mesmo num mercado competitivo com participantes maximizadores de lucro, a distribuição desigual de certos fatores específicos, os custos distintos subjetivos de adoção e preços relativos enfrentados diferentemente pelos estabelecimentos são capazes de gerar uma dispersão de técnicas de produção.

Para identificar as variáveis responsáveis e quantificar os seus impactos na tecnologia rural, foi necessário construir um indicador de estágio tecnológico, baseado numa média de diversos índices, retratando o emprego de técnicas e insumos modernos. A análise da distribuição do estágio tecnológico entre os estabelecimentos indicou que a dispersão é elevada.

A dispersão de técnicas entre estabelecimentos rurais demonstrou ser explicável pela escala do estabelecimento, pela educação do responsável, pelo vínculo contratual entre o proprietário do estabelecimento e o produtor responsável, pela atividade predominante (se culturas ou pecuária), pela taxa de retorno do estabelecimento, pelo acesso ao crédito e pela qualidade do solo e distância aos centros urbanos. Esta lista de argumentos demonstrou ser capaz de explicar a maior parte da variância de distribuição de técnicas, tanto em 1962/64 como em 1969/70.

Assim, os resultados deixaram poucas dúvidas quanto à complementariedade entre a tecnologia e o nível de educação do responsável. Estabelecimentos gerenciados por alfabetizados mostraram um nível tecnológico mais avançado do que os estabelecimentos com responsáveis analfabetos, e o hiato tecnológico entre os estabelecimentos é substancial. Por outro lado, a passagem de responsáveis apenas alfabetizados para aqueles com educação primária completa tem efeitos menos espetaculares na dispersão técnica. Embora as evidências para os estabelecimentos gerenciados por responsáveis com educação secundária tenham sido prejudicadas devido ao baixo nível de significância dos parâmetros, seria errôneo concluir que a educação em nível superior à mera alfabetização seja desnecessária no meio rural,

pois este tipo de educação formal é importante para promover a migração posterior e melhor capacitação urbana da mão-de-obra. Responsáveis proprietários tendem, de modo geral, a empregar técnicas mais avançadas que arrendatários. Este resultado é consistente com o raciocínio de que o proprietário internaliza a totalidade dos retornos do estabelecimento, enquanto não-proprietários são "taxados" em parte do seu produto pelo proprietário.

Na identificação dos fatores responsáveis pelo avanço tecnológico em cada estabelecimento, entre 1962 a 1970 sobressaem a taxa média de retorno e a mudança no acesso ao crédito e na produtividade marginal do solo. A educação e a atividade predominante são significantes em poucos casos, e o tamanho da propriedade e condição do responsável em nenhum experimento. As evidências empíricas indicam também que a magnitude e significância dos efeitos diferem entre as regiões. No Ceará e Santa Catarina, os principais fatores são a rentabilidade média do estabelecimento e a mudança no acesso ao crédito; em Pernambuco, apenas o retorno médio; no Espírito Santo, a mudança de acesso ao crédito; em São Paulo, a mudança na produtividade marginal do solo e no acesso ao crédito; e no Rio Grande do Sul, a taxa média de retorno e a mudança na produtividade marginal do solo.

Finalmente, foram apontadas evidências de que o dinamismo do processo de adoção tecnológica varia entre as regiões. Uma vez que existem custos de informação e de transação, rigidez nos hábitos, etc., mesmo uma mudança favorável nos preços relativos dos fatores e incentivos do Governo podem resultar num avanço tecnológico modesto a curto prazo, e apenas no longo prazo a tecnologia desejada seria alcançada. Os experimentos indicam que as regiões com adoção técnica mais dinâmica, ou seja, com resposta mais rápida, são os Estados de São Paulo, Rio Grande do Sul e Espírito Santo, onde a maior parte do ajuste é completado em 12 ou 14 anos. Em seguida, com adoção menos dinâmica, estão os estabelecimentos situados no Ceará e Pernambuco, com 90% do ajuste demorando quase 20 anos. Finalmente, a adoção tecnológica parece ser mais lenta em Minas Gerais, com uma elasticidade de ajustamento pouco maior que 0,4.

A implicação prática destas evidências é de que, mantidas as condições vigentes no período 1962/70, podemos esperar que, se incentivado por preços relativos favoráveis e outras condições, o avanço técnico rural será rápido em São Paulo, Rio Grande do Sul, e Espírito Santo, e relativamente mais lento em Minas Gerais, mesmo que as mesmas condições de preços relativos estiverem disponíveis.

As perspectivas futuras para as variáveis selecionadas como importantes na explicação da tecnologia adotada ou no avanço técnico são no sentido de favorecer e incentivar uma rápida modernização nos Estados portadores de tecnologia rural já mais avançada e menos rápida nas regiões mais pobres. Se tal ocorrer, é fácil especular que a disparidade regional da tecnologia e da distribuição da renda pessoal, regional e setorial tenderá a acentuar-se. Entretanto, para conclusões definitivas, levantamentos mais adequados e de melhor qualidade são imprescindíveis.

VI

UMA POLÍTICA PARA REDISTRIBUIR AS PERDAS SOCIAIS DO CRESCIMENTO ECONÔMICO

THEODORE W. SCHULTZ **

O caminho que pretendo seguir não é o da análise tradicional, bem delineada quanto aos fatores, impactos e efeitos que produzem tendências no processo de desenvolvimento econômico, e se prestam a análises frias e positivas, com explicações e previsões. Ao contrário, devo aqui percorrer o caminho da política, cheio de controvérsias, opiniões, crenças e juízo de valores, onde cada um corre os riscos às suas próprias expensas. O caminho convencional para reduzir o risco tem sido o de camuflar as opiniões próprias e resguardar-se no manto da inocência acadêmica. Embora um tanto vacilante, optei pelo caminho, desprotegido, das controvérsias políticas.

* Tradução de "A Policy to Redistribute Losses from Economic Progress", apresentado à Conferência sobre a Mobilidade do Trabalho, em Iowa State University, em 9 de novembro de 1960, organizada pelo Prof. Donald Kaldor. Este artigo foi publicado in *Labor Mobility and Population in Agriculture*, Iowa State University Press, e in *Journal of Farm Economics*, vol. 43, n.º 3 (agosto de 1961), pp. 554-565. Publicado com autorização.

** Professor da Universidade de Chicago. O Prof. Schultz dispensa uma apresentação mais formal. Ele é um dos economistas agrícolas mais consagrados, autor de inúmeras obras clássicas, tais como *Transforming Traditional Agriculture* (New Haven: Yale University Press, 1964), e *The Economic Organization of Agriculture* (New York: McGraw-Hill, 1953).