

# **CANA-DE-AÇÚCAR E POLÍTICA ECONÔMICA: O CASO DO NORDESTE\***

Edinaldo Bastos\*\*

## **RESUMO**

Três condições principais emergem da análise das relações entre a política pública e a mudança tecnológica na agricultura canavieira do Nordeste. A primeira é que a intervenção estatal é variável essencial para explicar a transformação em andamento. Uma segunda conclusão indica o efeito diferencial da política econômica entre os produtores, em função de distintas capacidades de reação desses agentes aos incentivos governamentais para modernização. A terceira diz respeito a mudanças na organização social da produção, refletidas, principalmente, nas relações de trabalho no campo.

## **ABSTRACT**

Three main findings emerge from the analysis of the relationship between public policy and technological change in the Northeastern sugar-cane agriculture. First, the State intervention is found an essential condition for explaining agricultural transformation. Second, differential impacts among farmers are observed as the result of distinct relation functions. Third, important changes in the social organization of production have been occurring especially in what labor relations is concerned.

---

\* Trabalho apresentado no XVIII Congresso Brasileiro de Economia e Sociologia Rural, realizado pela SOBER no Rio de Janeiro, no período de 28 de julho a 1º de agosto de 1980.

\*\* Professor do CME-PIMES, Departamento de Economia da UFPE. O autor é grato a Yony Sampaio e Carlos Osório pelos valiosos comentários.

## **CANA-DE-AÇÚCAR E POLÍTICA ECONÔMICA: O CASO DO NORDESTE**

Edinaldo Bastos

### **1. INTRODUÇÃO**

Pouco se tem falado do papel da política pública como instrumento viabilizador e direcionador da mudança tecnológica na agricultura. No Brasil, a política agrícola recente, conquanto caracterizada pela preocupação com o aumento da receita de divisas e a expansão da economia de mercado, singulariza-se pela ênfase à inovação e difusão tecnológicas. Neste contexto, variados instrumentos de intervenção, quer específicos<sup>1</sup>, quer gerais<sup>2</sup>, foram utilizados para induzir mudança tecnológica na agricultura canavieira no Nordeste. Agora que, após mais de uma década de 'políticas modernizadoras', novas prioridades alocativas para os recursos públicos começam a emergir, cabe avaliar a intervenção pública no setor através do exame dos efeitos e impactos dela decorrentes.

Assim, reconhecendo-se a heterogeneidade que caracteriza a agricultura canavieira e, conseqüentemente, a discriminação implícita envolvida em políticas globais (3), objetiva-se, por meio do tratamento analítico da interdependência entre o comportamento dos agentes econômicos e a política governamental, avaliar os efeitos e impactos da intervenção do Estado, identificando, ao mesmo tempo, a diferenciação no âmbito desses agentes. Em particular, procura-se (a) investigar mudanças de produtividade e suas relações com investimento, inovação, difusão e adoção de tecnologia; (b) detectar os efeitos sobre a renda e o emprego; e (c) avaliar a importância da política como indutora do processo de mudança.

A construção, as propriedades e o desempenho do modelo de programação recursiva utilizado no tratamento empírico são apenas heurísticamente discutidos, vez que o experimento metodológico não é a principal motivação do texto. A rigor,

---

<sup>1</sup> Por exemplo, o PLANALSUCAR (Programa Nacional de Melhoramento da Cana-de-Açúcar).

<sup>2</sup> Como os subsídios ao capital na forma de insumos diretos, melhoria de solos, maquinaria e implementos, benfeitorias e outros tipos de capital fixo.

ao admitir-se que a política agrícola brasileira em geral e os programas específicos para o setor açucareiro em particular procuram induzir um processo de mudança tecnológica, procurou-se combinar a análise da política econômica com a mecânica de um modelo de programação, cuja formulação permitisse tratar endogenamente mudanças tecnológicas e institucionais em resposta a estímulos provocados pela política pública (4).

O exercício, qualificado por uma breve resenha cronológica da intervenção estatal no setor, centra-se no período recente da política pública singularizada pela ênfase ao desenvolvimento de uma agricultura moderna. Neste contexto, discute-se, simplificada, a ação governamental específica para o açúcar e admite-se a importância da política econômica mais geral, que, não obstante seu caráter universal, acaba por priorizar a empresa canavieira em face da sua proeminência na estrutura sócio-econômica do Nordeste.

Uma sucinta descrição da agricultura de cana-de-açúcar no Nordeste faz-se necessária para esclarecer a base factual sobre a qual o modelo foi elaborado. Nesta parte caracterizam-se distintos estágios tecnológicos observados no cultivo de cana, caracterização essa que é mais precisamente especificado por vetores tecnológicos diferenciados no modelo de programação. A discussão do modelo contempla a descrição de sua estrutura, a definição da função objetivo, a especificação das restrições específicas e gerais, a natureza do mecanismo recursivo e os coeficientes de flexibilidade. Não obstante a falta de detalhamento, uma idéia é dada quanto à mecânica, à lógica e à consistência interna da formulação.

Um pequeno conjunto dos resultados de um teste preliminar é discutido com o propósito de avaliar a capacidade preditiva do modelo e sua flexibilidade como instrumento replicador dos eventos passados. A importância de replicar eventos passados vai além do simples exercício de simulação retrospectiva, vez que se parte de dados agregados, incapazes de detalhamentos mais específicos, para se obterem diversas decomposições nos vários aspectos que merecem análise.

O texto está organizado do seguinte modo: seguindo-se a esta introdução, procura-se traçar, na segunda seção, os contornos mais gerais dos aspectos históricos e situação presente do açúcar no Nordeste. Na terceira seção sumarizam-se os principais pontos da intervenção governamental recente, enquanto que na seção quatro descreve-se brevemente a agricultura de cana do Nordeste. A quinta seção é dedicada à construção do modelo cujos resultados são discutidos na seção seis. A sétima seção é destinada às conclusões e discussão das limitações.

## **2. CANA-DE-AÇÚCAR: ASPECTOS RECENTES**

O Nordeste tem sua história intimamente ligada à economia açucareira, que, tradicionalmente dependente do mercado internacional, vem a sofrer mudanças acentuadas no presente século quando as guerras mundiais, a grande depressão, a expansão do mercado interno e a diversificação espacial da produção provocaram consideráveis impactos, agravando o seu estado de crise crônica (3 e

6). Neste período, o açúcar tornou-se, progressivamente, um problema de administração pública. De fato, desde 1933 o Instituto do Açúcar e do Alcool passou a responder pela política governamental para o setor, administrando preços, quantidades produzidas e promoção de inovação tecnológica. Esta situação espelha, primordialmente, o protecionismo governamental, não obstante o Estado aparecer, em função do jogo de interesses de grupos conflitantes, como o grande vilão da estória.

Desde a criação do instituto, pode-se distinguir, para fins de análise, três subperíodos (9): o primeiro estende-se até o fim da segunda guerra mundial, o segundo vai até 1964 e o terceiro corresponde aos anos pós-1964. No primeiro subperíodo a política pública caracterizou-se pelas limitações impostas à produção com o estabelecimento de um sistema de quotas tentando evitar problemas de superprodução. Apesar da intervenção estatal, o Nordeste manteve cerca de 63% da produção nacional, desse modo retendo participação majoritária num mercado em acelerada expansão. Deste mesmo período data a legislação que regulamentou o setor, provendo-o de uma estrutura institucional que, a rigor, procurou preservar os arranjos sociais preexistentes. Em essência, o Estatuto da Lavoura Canavieira, principal peça desta legislação, procurou garantir que 50% da cana processada nas usinas proviessem da produção independente de fornecedores, assim amparando uma classe de produtores. Similarmente, procurou o Estado, através da criação do Fundo de Assistência Financeira, prover capital circulante aos produtores agrícolas, assim garantindo a manutenção dos trabalhadores nos canaviais.

O segundo período é marcado por acelerada redistribuição espacial da produção (quadro 1). Desde a guerra mundial que o consumo doméstico vinha crescendo aceleradamente, chegando a aumentar 150% no período 1946-64. Esse crescimento da demanda, sendo regionalmente centrado no Centro-Sul, favoreceu as pressões políticas para realocação da produção. A consequente redistribuição espacial da produção provocou um duplo efeito no Nordeste, pois, por um lado, o produto nordestino perdeu participação substancial nos mercados do Centro-Sul e, por outro, a indústria, em crise, estagnou tecnologicamente, passando, portanto, a competir desvantajosamente com o produto do Sudeste.

QUADRO 1. Produção brasileira de açúcar, safras 190/41 a 1974/75

Safr	Produção (1.000 sc. De 60Kg)	
	Nordeste	Sudeste
1940/41	8.015	5.497
1950/51	12.597	12.228
1960/61	19.967	34.383
1965/66	20.125	55.859
1970/71	28.968	56.359
1974/75	38.095	73.915

Fonte: Instituto do Açúcar e do Alcool.

O terceiro período registra uma certa recuperação do açúcar nordestino, que obteve exclusividade, a nível nacional, a um maior acesso ao mercado preferencial americano. A prioridade dada ao Nordeste foi justificada com base no argumento de que o acordo Brasil/USA potencializaria o açúcar nordestino, que, assim, poderia obter preços e quotas mais estáveis, facilitando, portanto, o desenvolvimento de longo prazo da produção regional. Complementarmente, o mercado interno foi dividido em duas regiões de consumo/produção, de tal modo que os diferenciais de custo fossem considerados para a fixação de preços. Asseguradas essas condições de demanda, a intervenção governamental concentrou-se na oferta, via programas de modernização tecnológica, dirigidos tanto à fase de produção industrial quanto à agrícola. A experiência tem mostrado que a solução encontrada para o setor açucareiro nordestino tem sido perversa, uma vez que, sendo pequeno o crescimento da demanda do mercado interno que lhe cabe, fica o Nordeste dependente de um mercado externo instável e progressivamente penetrado pela oferta do Centro-Sul. As exportações para o mercado preferencial americano, por sua vez, declinaram rapidamente e as limitações governamentais que vêm sendo impostas à expansão da capacidade de refinação implicam em perdas não recuperáveis de valor adicionado e condicionantes à abertura de novas opções de comércio.

### **3. A POLÍTICA PÚBLICA**

A intervenção governamental no setor canavieiro no último subperíodo manifestou-se já em 1966, quando foi criado o Grupo Especial para Racionalização da Agro-Indústria Canavieira do Nordeste (GERAN), com atribuições de promover a diversificação e modernização do setor açucareiro nordestino. O GERAN, enquanto restrito ao trabalho de estudos técnicos e implementação de políticas a nível microeconômico, obteve relativo sucesso, porém, tão logo endereçou problemas de natureza estrutural, confrontou séria rigidez institucional e, até mesmo, aberta oposição, vindo a ser, finalmente, destituído em 1971.

O Fundo de Exportação, criado em 28/2/1967, ao influenciar diretamente o sistema de preços, desempenha papel chave no mecanismo de controle e proteção ao setor açucareiro. Essencialmente, o Fundo é um esquema estabilizador de rendas e regulador de estoques. Conquanto combatido, este mecanismo de intervenção tem permitido isolar os produtores das flutuações do mercado internacional, confiscando lucros potenciais nos períodos de preços altos e subsidiando a produção nos de preços baixos. Os recursos do Fundo foram ainda usados para financiar um programa de modernização que intentou substituir as usinas tecnicamente ineficientes (especialmente aquela de escala menor que 400 mil sacos) por plantas industriais maiores e mais modernas. O IAA, tendo o poder de cancelar e realocar quotas, promoveu por meio desse instrumento uma concentração no setor, ao reduzir o número de fábricas e aumentar o tamanho médio das usinas.

O PLANALSUCAR (1971) é, dentre os programas públicos diretamente ligados, à agricultura, o mais relevante. A rigor, deve-se considerar que o trabalho

de pesquisa e experimentação agrônômicas em cana-de-açúcar, seu principal objetivo, sempre foi um dos componentes mais expressivos da produção de tecnologia agrícola no Nordeste. Neste particular, destaca-se que ponderável fração do universo de variedades cultivadas no Nordeste deriva do trabalho das estações locais. Com o PLANALSUCAR um excelente trabalho de investigação agrônômica vem sendo desenvolvido, principalmente no que diz respeito à seleção e ao melhoramento genético. O programa também inclui componentes de mecanização, irrigação, controle de pragas, nutrição de plantas, práticas agrônômicas e manejo de solo. Paralelamente, estações de tratamento provêm roletes imunizados aos produtores, além da assistência técnica à produção, como parte do programa cujos resultados, cabe advertir, somente recentemente começam a se fazer sentir.

Não obstante a importância da intervenção “específica” e por meio das políticas “gerais” que a agricultura canavieira tem mais se beneficiado da intervenção governamental, que, no entanto, sendo genérica, incide diferencialmente sobre os produtores, dada a heterogeneidade do setor. Dados disponíveis indicam que os subsídios ao consumo de insumos modernos (principalmente fertilizantes e defensivos) alocados ao Nordeste foram absorvidos, em sua maioria pela agricultura de cana. Esses programas (FUNFERTIL, 1967-71, e FUNDAG, 1971-78), além de induzir significativo crescimento do uso dos insumos

QUADRO 2. Consumo brasileiro de fertilizantes, 1955/79

Ano	Fertilizantes (1.000t)			Total NPK
	Nitrogênio	Fósforo	Potássio	
1959	3,4	13,3	4,6	21,3
1960	5,0	13,1	5,8	23,8
1961	3,0	11,1	5,5	19,7
1962	4,2	11,2	5,9	21,3
1963	5,9	10,3	8,3	24,5
1964	2,5	10,9	6,5	22,6
1965	3,7	9,6	7,6	21,1
1966	7,5	11,2	9,2	28,1
1967	10,7	12,7	17,0	40,5
1968	12,4	13,7	12,2	38,4
1969	16,4	17,3	18,6	52,4
1970	28,0	31,6	29,3	89,0
1971	26,0	35,1	33,9	95,0
1972	42,7	63,4	45,4	151,5
1973	34,8	55,2	51,6	141,5
1974	52,6	62,9	54,0	169,7
1975	51,6	58,8	60,7	171,1
1976	69,3	93,5	76,4	239,2
1977	77,1	97,9	91,9	266,8
1978	80,4	109,8	90,6	280,7
1979	95,6	113,0	114,1	322,7

Fonte: ANDA.

(quadro 2) propiciaram benefícios, tais como (a) ressarcimento das despesas de crédito; (b) 40% de subsídio direto às despesas com fertilizantes (Lei nº 4.670); (c) dedução das despesas em fertilizantes da renda agrícola tributável; e (d) isenção dos impostos de vendas (ICM) e de produção (IPI).

#### **4. AGRICULTURA DE CANA NO NORDESTE**

Os canaviais nordestinos ocupam uma faixa costeira úmida de cerca de 80 km de largura, caracterizada por um clima quente, com flutuações térmicas moderadas e pluviosidade entre 1.200 a 2.000 mm. A área, de topografia ondulada para irregular, não favorece a mecanização dos solos, que, devido à secular exploração e inadequado manejo, já apresentam baixa fertilidade. O cultivo de cana é ainda afetado negativamente pela forte incidência de pragas e doenças e uma elevada proporção de variedades pouco produtivas na população.

Em geral, o calendário agrícola abre-se em junho com o preparo do solo. O plantio estende-se até agosto, enquanto a colheita, que para cana-planta é feita após 18 meses e para as socas após 12 meses, vai de setembro a fevereiro. O sistema de produção é intensivo em mão-de-obra e as técnicas agrícolas são rudimentares, embora se observe uma gradual melhoria no último decênio, principalmente com adoção da prática de fertilização, uso de defensivos e substituição de variedades. Esta melhoria tecnológica, no entanto, propaga-se irregularmente, sendo encontrados na região, pelo menos, três distintos estágios tecnológicos, podendo-se distinguir um estágio bem rudimentar, um de transição e outro mais avançado. No primeiro, o preparo do solo é feito por tração animal, abrindo-se as covas com um furador manual e plantando-se cerca de 10 toneladas de roletes por hectare, com espaçamento de 80 cm. As limpas são manuais e o transporte de campo é feito por burros. O uso de fertilizantes e defensivos é negligenciado e as variedades são pouco produtivas.

No segundo estágio, as práticas, correspondendo a um nível tecnológico de transição, caracterizam-se por tração animal ou mecânica, dependendo da topografia. O plantio faz-se com cerca de 6 t/ha de roletes selecionados, em filas interespaçadas por 1 metro. Práticas de fertilização e aplicação de defensivos variam, mas costuma-se depositar manualmente nas covas cerca de metade da dosagem de fertilizantes, reservando-se a outra metade para uma aplicação sobre as fileiras 8 semanas depois do plantio. O uso de pulverizadores costais é bem disseminado, o sistema de transporte no canavial, dependendo da topografia, é feito por animais e o carregamento é manual.

Mesmo no estágio mais avançado, o terceiro, o uso de mecanização é limitado, restringindo-se, principalmente, ao preparo do solo e plantio. A utilização de roletes pré-imunizados difunde-se rapidamente, plantando-se cerca de 5t/ha interespaçadas por 1,3 metro. As práticas de fertilização, embora semelhantes às acima descritas, já envolvem o uso de máquinas e misturas adequadas às necessidades. Nas plantações maiores, usa-se a aplicação aérea de defensivos e a queimada antes do corte, que, no entanto, é predominantemente manual,

enquanto se observa a rápida substituição da força humana pelo carregamento mecânico.

Se bem que admitidamente simplificada, a descrição acima sobre a tipificação dos padrões tecnológicos aproxima-se, razoavelmente, da realidade canavieira regional. Estes elementos são instrumentais para a construção do modelo de análise, que, além das características tecnológicas da produção, tenta incorporar o processo de aprendizagem típico da mudança técnica, bem como fatores exógenos influenciando o processo decisório dos produtores quanto à organização da produção.

## **5. O MODELO**

Essencialmente, trata-se, neste artigo, de analisar a mudança tecnológica envolvendo a interação dos processos microeconômicos da decisão com macroinfluências exógenas, principalmente devidas à intervenção governamental. O modelo de análise, portanto, procura replicar o comportamento observado do organizador da produção, que se admite proceder com uma sucessão de decisões condicionadas subótimas (1, 4, 5 e 8). São considerados quatro conjuntos de atividades - produção, compras, investimento e financeiras - representando uma "fazenda média" de cana-de-açúcar no Nordeste, no período 1960-75. A natureza dinâmica do exercício é assegurada pelas sucessivas ligações interperiódicas, através de um mecanismo recursivo que toma em consideração fenômenos de incerteza, previsão imperfeita e inflexibilidade de curto prazo. As tendências de longo prazo, efetivamente observadas, restringem as soluções parciais sem, no entanto, limitar a escolha de processos produtivos ou combinação de processos no curto prazo. Essas características permitem replicar os eventos, identificando nuances não distinguíveis numa análise mais simples de dados agregados.

O conjunto de atividades de produção comportam três alternativas tecnológicas, denominadas estágios I, II e III, que se diferenciam pelos distintos coeficientes técnicos e níveis de produtividade média. A demanda interna é relacionada aos preços dos insumos e as ofertas através das atividades de compra que são definidas para todos os insumos produtivos. Em particular, a mão-de-obra é decomposta em quatro categorias - permanente, temporária, tratorista e supervisão - e em três operações agrícolas - preparo de solo e plantio, cultivo e colheita. Fertilizantes são separados em seus componentes (N,  $P_2O_5$ , K), vez que as combinações refletem, por um lado, a disponibilidade e, por outro, o processo de aprendizagem pelo uso por parte dos produtores. As atividades de investimentos envolvem animais de trabalho e tratores com respectivos implementos, que são transformados internamente em fluxo e requerem o capital financeiro, que é provido pelas atividades financeiras de empréstimos e poupança. Empréstimos comportam duas atividades: uma correspondente ao crédito institucional subsidiado e outra ao crédito obtível à taxa real anual de 20%. A poupança corresponde à renda líquida positiva ou negativa proveniente dos períodos passados.

A estrutura do modelo comporta uma função objetivo, a matriz de coeficientes técnicos e um vetor de disponibilidades, além das usuais equações de balanço. Assim, seja  $C(t)$  um vetor de preços de cana do período  $t$ ,  $X_i$  e  $X_i + R$ , vetores das atividades correspondentes às três opções tecnológicas,  $C_i + R$  um vetor de preços de insumos e  $A_{ij}$  uma matriz de coeficientes de insumo-produto. Definindo-se por  $R_j(t - 1)$  um vetor da disponibilidade de recursos no período  $t - 1$  e  $B$  um vetor cujos elementos estão definidos por  $(1 + \alpha \pm \beta)$  onde  $\alpha$  refere-se à taxa de crescimento da oferta do recurso  $j$  no período de análise e  $\beta$  são coeficientes de flexibilidade, definindo limites superiores e inferiores de variação (calculados com base nas variações observadas nas séries históricas). Admitindo, ainda, que  $\alpha$  e  $\beta$  tomam quaisquer valores no intervalo de 0 (zero) a 1 (um), incluindo os limites, pode-se representar algebricamente o modelo por:

$$\max Z(t) = C_i(t)X_i(t) \quad (\text{I})$$

$$\text{sujeito a } A_{ij}X_i(t) \leq B_jR_j(t - 1) \quad (\text{II})$$

$$X_i \geq 0 \quad (\text{III})$$

$$\text{onde } z(t)C_iX_i - C_i + RX_i + R$$

Decompondo-se (II) em partições correspondentes a equações de oferta e demanda dos recursos de natureza similar, pode-se detalhar a estrutura de conjunto de restrições. Assim, as restrições de mão-de-obra são expressas por:

$$A_{11}X_i + A_{12}X_{i+k} \leq B_1R_1(t - 1) \quad (\text{II.1})$$

onde  $A_{11}$  é uma matriz de requerimentos de mão-de-obra por hectare, por categoria de trabalho, tecnologia e operação agrícola,  $A_{12}$  é uma matriz diagonal relatando o uso do fator aos salários e  $X_i$  e  $X_{i+k}$  são os vetores de atividades de produção ( $i$ ) e compra ( $i+k$ ). Os elementos de  $B_1R_1(t - 1)$  são nulos, o que implica equações de balanço relacionando (II.1) à oferta regional de mão-de-obra definida por  $L_j(t) = (l + \lambda)t - t_0 L_j(0)$ , onde  $\lambda$  é taxa líquida de crescimento da força de trabalho.

Semelhantemente, as restrições de fertilizantes, medidos em quilos de sulfato de amônia, fosfato simples e cloreto de potássio, podem ser representadas por:

$$A_{21}X_i + A_{22}X_{i+k} \leq B_2R_2(t - 1) \quad (\text{II.2})$$

onde  $A_{21}$  é a matriz de requerimentos de fertilizantes por unidade de área e por tecnologia, os elementos de  $A_{22}$  relacionam oferta à demanda via preços dos insumos e os elementos do vetor  $B_2$  definem-se pelas taxas de crescimento da demanda aparente de cada componente NPK ( $\alpha_s$ ) e pelos coeficientes de flexibilidade estimados, observando-se os mesmos comentários acima sobre as equações de balanço.

A oferta de terra é projetada pela taxa de crescimento da área cultivada sobre a base de 1960 e os respectivos coeficientes internos, além dos requisitos

da produção, relacionam a terra plantada à produtividade média por tecnologia (não representados em (II.3)). Desde que rendas não são imputadas a:

$$A_{31}X_i = B_3R_3(t - 1) \quad (\text{II.3})$$

A acumulação de capital no modelo decorre das atividades de investimentos adicionados cumulativamente aos estoques, em 1960, dos animais de trabalho e equipamentos mecânicos requeridos pela produção e pelas mudanças na sua composição segundo progressiva adoção de nova opção tecnológica. Esses estoques são transformados internamente em fluxos, admitindo-se as taxas de alugueli prevalecentes em cada período como preços nas operações de compra. Desse modo, omitindo as transformações internas e considerando os as como coeficientes de investimento, temos:

$$A_{41}X_i + A_{43}X_{i+k+l} \leq B_4R_4(t - 1) \quad (\text{II.4})$$

As atividades financeiras envolvem Poupanças (Positivas ou negativas) dos períodos passados, limites à capacidade de absorção de crédito subsidiado (70% do valor da produção em  $t - 1$ ), empréstimos e usos do capital de trabalho. Uma expressão geral para estas relações pode ser definida por:

$$A_{52}X_{i+k} + A_{54}X_{i+k+l+m} \leq B_5R_5(t - 1)$$

A estrutura do modelo inclui ainda equações de restrições regionais sobre capacidade de Produção, produtividade média e oferta agregada de mão-de-obra, como já mencionado. O primal do modelo é definido para as disponibilidades de recursos em 1960 e resolvido sucessivamente para os anos seguintes à base dos valores internos ( $y(t-1)$ ) e das variáveis exógenas ( $B_j R_j (t - 1)$ ). Desse modo, um operador de realimentação relaciona valores primais, duais e coeficientes exógenos, sob o postulado de maximização de retornos líquidos no curto prazo e, supostamente, maximização de lucros no longo prazo. A política pública é captada no modelo via oferta de fatores subsidiados, preços respectivos e política de fixação dos preços do produto. Esses preços entram no modelo, bem como os preços dos insumos, implicitamente deflacionados pelo preço do próprio produto. As decisões dos produtores, que envolvem incerteza, risco e comportamento inovativo, são incluídas via escolha de tecnologia, níveis de produção em função dos preços relativos e quotas, e coeficientes de flexibilidade. A rigidez interna do modelo é relaxada pela especificarão das restrições regionais de natureza geral, que implicam, inclusive, em geração de soluções com prejuízo, respeitando-se, no entanto, restrições específicas quando no caso de disponibilidades peculiares a cada nível tecnológico.

Dados de várias fontes foram usados para um teste preliminar do modelo. Conquanto seja necessário o melhoramento na qualidade dos dados, pode-se argumentar em favor de sua adequabilidade para os propósitos de teste. Os coeficientes técnicos foram obtidos de pesquisa da Fundação Getúlio Vargas (1963), pesquisa do IAA (1965) e consulta a especialistas para o caso da

tecnologia mais avançada. Foram também usados boletins e relatórios da SUDENE, do Instituto de Pesquisas Agronômicas de Pernambuco (IPA) e do Instituto de Pesquisas Agronômicas do Nordeste (IPEANE). Os preços para o período 1966/75 provêm das séries de preços pagos e recebidos pelos produtores publicados pela FGV. Preços para o período 1960-65 envolvem certa precariedade, sendo obtidos do IBGE, do IPEA, da FGV e de outras publicações. Dados de produção provêm das estatísticas do IBGE, enquanto que dados agregados sobre a força de trabalho foram obtidos dos recenseamentos agrícolas (1960 a 1970). Informações sobre consumo de fertilizantes são aquelas publicados pela Associação Nacional de Defensivos e Adubos (ANDA) para o Nordeste, aplicando-se correções para obter o consumo da agricultura canavieira.

## 6. ANÁLISE DOS RESULTADOS

Nesta seção, procura-se analisar os efeitos da política pública através do exame das tendências de longo prazo do cultivo de cana-de-açúcar no Nordeste. No período em consideração a produção cresceu 80% sobre o ano-base, enquanto que a área cultivada aumentou, aproximadamente, 45%. O aumento de produtividade física implícito nestes percentuais manifestou-se, principalmente, a partir do fim da década com o mais acelerado consumo de fertilizantes e o início da mecanização. Este aumento, conquanto modesto, em termos absolutos, vez que ainda permanecem comparativamente baixos os níveis de produtividade e rentabilidade da cultura de cana no Nordeste, é bastante pronunciado, em termos relativos<sup>3</sup>.

Como já mencionado anteriormente, o modelo escolhe, dentre as opções tecnológicas abertas aos produtores, aquela combinação que melhor reflete a disponibilidade de recursos, as limitações institucionais e o conjunto de preços prevalentes. O quadro 3 ilustra que a transformação da agricultura de cana no Nordeste repete o clássico processo de mudança tecnológica. Inicialmente, inovadores adotam a nova técnica, então, seguidores adotam-na, para, finalmente, a maioria dos produtores consolidar seu uso como padrão. Esse mecanismo, revelado pelos resultados do modelo, reflete, por um lado, o processo de difusão típico da macrodisseminação de conhecimento e, por outro lado, o contínuo melhoramento pelo aprendizado no uso das novas práticas por parte de cada micro-unidade produtiva.

A evolução da tecnologia II é sugestiva de um estágio de transição a métodos mais sofisticados de produção. Com efeito, desde a primeira metade dos anos sessenta a produtividade agrícola vem crescendo. Isto explica-se, principalmente, pela adoção da fertilização inorgânica. A partir da segunda metade da década, a política pública começou a favorecer ganhos de produtividade pelos subsídios de preços aos insumos modernos. Neste contexto, a queda dos preços relativos cana/insumos modernos, devido à política pública, reforçada pelo declínio

---

<sup>3</sup> O modelo tende a linearizar o aumento de produtividade, vez que coeficientes de flexibilidade não foram especificados para este fim. A rigor, as variações anuais são bastante irregulares, refletindo, principalmente, fenômenos climáticos que afetaram a produção em vários anos da série.

dos preços internacionais desses insumos, induziu a propagação do uso das novas técnicas. A mecanização, não somente obstada pelas condições naturais, mas também pelos desfavoráveis preços relativos, começou somente a ser viável com a política pública de incentivos ao uso de tratores e equipamentos já nos anos setenta, assim explicando a rápida expansão da tecnologia III a partir de 1969.

QUADRO 3. Distribuição percentual da produção por estágio tecnológico, 1960-75

Ano	Distribuição		
	Tecnologia I	Tecnologia II	Tecnologia III
1960	75,4	24,6	-
1961	66,5	33,5	-
1962	58,3	41,7	-
1963	50,1	49,9	-
1964	41,8	58,2	-
1965	33,0	67,0	-
1966	24,9	75,1	-
1967	15,5	84,5	-
1968	6,4	93,6	-
1969	-	98,2	1,8
1970	-	92,0	8,0
1971	-	85,5	15,5
1972	-	79,4	20,6
1973	-	72,4	27,6
1974	-	65,7	34,3
1975	-	58,9	41,1

Fonte: Dados elaborados pelo autor.

O aumento de produtividade pode ser analisado pelas mudanças na razão produto/trabalho. Esta relação pode ser decomposta nas relações produto/terra e terra/ trabalho. A evolução desses coeficientes, segundo os resultados do modelo, é ilustrada no quadro 4 para o período 1960-75. Note-se que a produtividade média do trabalho cresceu 36%, dos quais 24% corresponderam à mudança na produtividade da terra (certamente como resultado do uso de fertilizantes). O decréscimo do coeficiente trabalho por área deve indicar o efeito da mecanização no período mais recente.

Convém enfatizar que o modelo representa uma unidade produtiva "média" da agricultura canvieira e que são as mudanças de produtividade, em termos monetários, que afetam a lucratividade agrícola. Desde que diferentes tecnologias correspondem a diferentes receitas líquidas, cálculos de rentabilidade por opção tecnológica indicam o efeito diferencial da política pública sobre distintos grupos de um agregado heterogêneo. Essa heterogeneidade, refletida na distribuição de

propriedades por tamanho, envolve uma categorização de produtores por classes (usinas; grandes, médios e pequenos fornecedores), que, seja por problemas de escala, seja por diferencial acesso aos serviços, explica o desigual efeito das políticas de natureza geral.

QUADRO 4. Índice de tendência das medidas de produtividade, 1960-75

Ano	Produto/Trabalho (kg/homem-dia)	Produto/área (kg/ha)	Trabalho/área (homem-dia/ha)
1960	100,0	100,0	100,0
1961	101,8	101,4	99,6
1962	103,9	102,8	99,0
1963	105,9	104,3	98,4
1964	108,0	105,7	97,9
1965	110,1	107,2	97,3
1966	112,3	108,7	96,9
1967	114,6	110,3	96,2
1968	117,0	111,0	95,6
1969	119,2	113,3	95,0
1970	121,6	114,9	94,5
1971	124,4	116,5	93,6
1972	127,0	118,1	93,0
1973	129,0	119,8	92,1
1974	132,8	121,5	91,5
1975	136,5	123,9	90,8

Fonte: Dados elaborados pelo autor.

Sob esses pressupostos, os valores de escassez das restrições tornam-se elementos críticos da análise, uma vez que as estimativas baseiam-se na maximização de receitas líquidas (lucros no longo prazo) e os valores internos das soluções de cada período influenciam as soluções dos períodos subseqüentes. Neste particular, a formulação considera inflexibilidades de curto prazo quanto a mudanças na proporção dos fatores, absorção e liberação de terras com cultivos, previsão imperfeita e elementos aleatórios. Os resultados são apresentados no quadro 5, que demonstra, em termos reais, as receitas líquidas por tecnologia em cada ano, considerados tanto os custos de desembolso efetivo quanto aqueles imputados.

Neste contexto, é razoável admitir que os benefícios da política pública foram apropriados, principalmente, pelos grandes produtores, que, adotando as novas práticas, mesmo quando ainda não rentáveis, puseram-se em condições de internalizar os benefícios quando os preços relativos administrados favoreceram os adotantes. O acesso ao crédito subsidiado a taxas negativas, os períodos de carência e o uso de capital já amortizado podem explicar a produção com retornos negativos. Por outro lado, os requerimentos monetários para adoção das práticas

e, provavelmente, as limitações da escala de produção e difícil acesso aos serviços podem ser elementos explicativos para a não-adoção, ou adoção tardia, por parte de um subconjunto do universo de produtores.

QUADRO 5. Receitas líquidas por tecnologia, 1960-75

Ano	Distribuição		
	Tecnologia I	Tecnologia II	Tecnologia III
1960	608	-393	-
1961	385	-819	-
1962	386	-1.363	-
1963	749	-805	-
1964	503	-1.031	-
1965	425	954	-
1966	426	944	-
1967	190	2.024	-
1968	-250	2.460	-
1969	-	2.488	38
1970	-	2.315	116
1971	-	2.095	273
1972	-	1.766	348
1973	-	2.290	568
1974	-	-214	-1.175
1975	-	-272	1.491

Fonte: Dados elaborados pelo autor.

Essas diferenças em cada ano entre grupos de produtores têm implicações no mercado de produtos, insumos, terra e trabalho e repercussões de longo prazo quanto ao desempenho econômico de cada produtor. Considerando-se mercado de insumos, observa-se que o consumo de nitrogênio cresceu 400%, de fósforo 300% e de potássio 450%. Esses dados indicam, inequivocamente, uma mudança nos padrões tecnológicos da cultura canavieira do Nordeste. Ocorre que apenas parte dos produtores adotou a nova tecnologia, embora, gradativamente, os números de adotantes fosse crescendo até atingir um novo estágio em que a mecanização começou a desempenhar o papel diferenciador. Os resultados implicam também em uma mudança qualitativa decorrente do processo de aprendizagem antes referido, vez que a composição NPK mudou durante o período. A política de preços administrados, no setor açucareiro, envolve um sistema de fixação de preços baseados nos custos de produção. A parte outras ineficiências do sistema, a mudança tecnológica traz no seu bojo elementos discriminadores, vez que a produtividade média influencia a fixação de preços, que, obviamente, tendem a penalizar os não-adotantes, principalmente devido aos preços subsidiados dos insumos requeridos pelas novas práticas.

Conquanto sejam importantes essas mudanças distributivas entre produtores, importa, para os propósitos destas notas, também analisar as transformações no mercado de trabalho. O período marca acelerada mudança nas relações de trabalho na zona da mata. Trabalhadores residentes foram deslocados para áreas marginais às pequenas cidades e vilas e a emigração intensificou-se. O trabalho assalariado predominou, com crescente incidência de contratos por tarefa, enquanto que o trabalho de volantes, conhecidos como clandestinos, começou a dominar o mercado de trabalho.

Neste exercício, a força de trabalho foi decomposta em quatro categorias e as computações foram feitas separadamente para as três operações agrícolas. Isto permite uma apreciação da sazonalidade do emprego, das mudanças qualitativas das relações de trabalho e do papel da mudança tecnológica nessas mudanças. Do ponto de vista lógico, as novas práticas, no que se refere ao componente biológico, requereriam mão-de-obra adicional para fertilização, pulverização e limpas, no período que corresponderia à entressafra e, também, na colheita, em função da maior produtividade por hectare. Por sua vez, a mecanização, conquanto modesta, tenderia a liberar mão-de-obra no plantio/preparo do solo, reduzindo a escassez temporária de mão-de-obra para essas tarefas. A demanda agregada por trabalho, no entanto, deveria crescer, dada a expansão da produção.

Os resultados confirmam essas expectativas, fornecendo, adicionalmente, alguns detalhes que importam comentar. Do ponto de vista da administração rural, as novas práticas parecem ter levado a um uso maior da mão-de-obra residente. A rigor, a disponibilidade total dessa mão-de-obra diminuiu, porém, a produção cresceu e a melhor distribuição dos requisitos de trabalho, ao longo do ano agrícola, permitiu uma maior estabilidade do emprego dessa categoria. A demanda por trabalho de tratoristas cresceu quase 290%, no entanto, esta categoria representa uma proporção mínima da força de trabalho total. De forma semelhante, a demanda por mão-de-obra para supervisão cresceu 120%. As modificações mais importantes ocorreram na demanda por trabalho assalariado temporário, o que implica também em importantes mudanças na composição da força de trabalho. Neste particular, os resultados indicam uma tendência crescente para a absorção de trabalho assalariado temporário, que, em termos de homem-dia, cresceu cerca de 50% no período. A decomposição do uso de mão-de-obra por operação indica um aumento relativo maior no cultivo e na colheita do que na preparação do solo e no plantio.

De modo geral, observam-se acentuadas flutuações no nível de emprego no horizonte temporal analisado. Essa observação sugere algumas inferências sobre o padrão de desemprego. Adotando-se algumas hipóteses simplificadoras, pode-se obter uma estimativa de limite inferior para o nível de desemprego. Com efeito, tomando-se como dado o tamanho da força de trabalho temporário na "fazenda média", em 1960, mantendo-se esse número constante durante o período estudado e admitindo-se, ainda, que o trabalhador temporário poderia trabalhar o mesmo número de dias observados para o trabalhador permanente, pode-se derivar o "desemprego potencial sazonal" durante o período 1960-75. Esses cálculos, ilustrados no quadro 6, conquanto um simples exercício, indicam

interessantes tendências do mercado de trabalho. Por exemplo, o número de dias trabalhados por cada trabalhador por ano tem diminuído continuamente, embora o número total de trabalhadores apresente tendência crescente. O efeito da mecanização, desse modo, afeta, principalmente, o trabalho temporário que não foi significativamente beneficiado com o aumento do emprego na entressafra. No período da colheita, no entanto, crescem a demanda por essa categoria de trabalho e o número de trabalhadores ocupados, o que não impede a redução dos dias trabalhados por cada indivíduo.

Conclui-se, pois, que a mudança na composição da força de trabalho é bastante pronunciada, o que tem sérias implicações sobre os níveis de renda média, que são, conseqüentemente, diminuídos.

QUADRO 6. Índices de emprego e de desemprego sazonal, 1960-75

Ano	Emprego			Desemprego		
	Preparo do solo e plantio	Cultivo	Colheita	Preparo do solo e plantio	Cultivo	Colheita
1960	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0
1961	99,6	102,1	100,3	100,9	98,6	60,4
1962	127,3	141,6	129,2	66,5	71,5	34,0
1963	134,0	154,0	136,9	42,6	63,1	16,4
1964	103,0	115,3	106,2	92,7	89,5	86,0
1965	112,1	131,1	116,4	70,6	78,8	62,8
1966	96,4	111,1	100,1	111,2	92,4	99,7
1967	106,6	130,2	112,5	83,9	79,3	71,3
1968	103,2	128,9	110,1	92,1	80,2	77,1
1969	91,4	115,2	99,5	120,7	89,6	101,2
1970	96,4	125,3	108,3	108,8	82,7	81,2
1971	92,0	121,9	107,3	119,4	85,0	83,4
1972	89,8	121,8	108,8	124,7	85,1	80,1
1973	127,9	183,7	156,9	32,4	42,8	28,7
1974	137,0	202,2	173,1	10,4	30,1	6,5
1975	116,9	175,4	154,9	58,9	48,4	24,2

Fonte: Dados elaborados pelo autor.

Nota: Ano-base 1960=100

## 7. CONCLUSÕES

Dentre os resultados, obtém-se evidência sobre a evolução da mudança tecnológica com um fenômeno arritmico, que ganha impulso em função da intervenção pública no sistema de preços relativos. A relevância da política como indutora, direcionadora e mesmo discriminadora entre produtores, nos aumentos de produtividade agrícola, é realçada pelos resultados, conquanto ainda preliminares. Novas tecnologias, embora aumentando a eficiência técnica,

somente se tornam econômicas após intervenção estatal. Em geral, os ganhos de produtividade do trabalho implicam em técnicas poupadoras de mão-de-obra, porém a maior fonte do aumento advém do incremento da produtividade física, devido ao uso de insumos modernos.

Do ponto de vista da rentabilidade, observa-se que, uma vez certas práticas se tornem rentáveis via sistema de preços, um mecanismo de concentração de riqueza começa a atuar. Isto se dá, provavelmente, devido à natureza administrada dos preços, que envolve fixação de preços calculados à base de uma produtividade média e de aproximações para custos relativos às pertinentes produções. Dada a heterogeneidade tecnológica, aparecem, então, retornos diferenciados que, indiretamente, contribuem para a concentração de riqueza e poder.

A inovação técnica traz no seu bojo efeitos sociais, tais como transformações nas relações de trabalho, que, se por um lado refletem melhoria na administração rural, por outro implicam em sérios problemas sociais. Os resultados indicam que a proporção de mão-de-obra permanente tem declinado, apesar do uso mais intenso deste componente em atividades do setor durante o ano agrícola. O aumento relativo de pessoal qualificado (tratoristas e supervisores) verifica-se a elevadas taxas, que, no entanto, não repercutem na composição de custos e emprego, devido à pequena participação dessas categorias no agregado. Os efeitos sobre a mão-de-obra temporária são, no entanto, indicativos de acentuada mudança no mercado de trabalho. Este componente ganha participação na mão-de-obra empregada, crescendo 50% no período, em termos homem/dia. Não obstante, decresce o número médio de dias que o trabalhador é empregado, bem como se redistribui a composição do trabalho no ano agrícola com incrementos no desemprego sazonal.

Em conclusão, o exercício demonstra quão importante foi a política pública para induzir o crescimento da produtividade agrícola, que, em ocorrendo, explica importantes mudanças estruturais na produção de cana-de-açúcar no Nordeste. A eficiência técnica das empresas foi alterada, enquanto que a eficiência econômica sofreu impactos de curto prazo, que foram compensados rapidamente devido, principalmente, à natureza administrada dos preços, quer do produto quer dos insumos. Efeitos secundários sobre a absorção de mão-de-obra são consistentes com as modificações nas relações de trabalho na zona canavieira. O desempenho do modelo de programação pode ser melhorado pela introdução de outros coeficientes de flexibilidade e decomposição da "fazenda média" em várias "fazendas típicas". Estas modificações deverão contribuir para detectar melhor as flutuações anuais e eliminar efeitos de agregação, viabilizando, por conseguinte, uma análise mais detalhada do efeito diferencial da política pública sobre unidades de produção estruturalmente diferenciadas.

## 8. LITERATURA CITADA

1. AHN, C.Y. A recursive programming mode of agricultural development with farm size decomposition: a case of study of Southern Brazil. Columbus, Ohio State University, 1972.
2. BERRY, A.O. Economic policy making in a heterogeneous agriculture. In: REYNOLDS, R.D. (ed.). Agricultural development. New York, John Wiley & Sons, 1975.
3. DANTAS, B. A agroindústria canavieira de Pernambuco: as raízes históricas dos seus problemas, sua situação atual e suas perspectivas. Recife, GERAN, MINTER, 1971.
4. DAY, R.H. Recursive programming and production response. North Holland, Amsterdam, 1963.
5. \_\_\_\_\_. Recursive programming models: a brief introduction. In: JUDGE & TAKAYAMA (ed.). Studies in economic planning over space and time. North Holland, Amsterdam, 1973.
6. FURTADO, C. Diagnosis of the Brazilian crisis. Berkeley, University of California Press, 1972.
7. LOPES, M.R. Efeitos distributivos da política agrícola. In: Política agrícola e agricultura de baixa renda. Viçosa, SOBER/UFV, 1977.
8. SINGH, I.J. Recursive programming models of agricultural development. In: JUDGE & TAKAYAMA (ed.). Studies in economic planning over space and time. North Holland, Amsterdam, 1973.
9. SZMRECSANYI, T. O planejamento da agroindústria canavieira do Brasil (1930-1975). São Paulo, HUCITEC, 1979.