

PADRÃO TECNOLÓGICO DA CANA-DE-AÇÚCAR NO ESTADO DE SÃO PAULO: EVIDÊNCIAS EMPÍRICAS DA EVOLUÇÃO NA CULTURA¹

Alceu de Arruda Veiga Filho²
Zuleima Alleoni Pires de Souza Santos³

1 - INTRODUÇÃO

A base técnica da moderna agricultura brasileira consolida-se: a) na expansão do melhoramento genético - cujos produtos são potencializados pelo uso de adubos químicos, pela correção de solos e protegidos das pragas e doenças através dos defensivos agrícolas; b) na intensificação da mecanização de todas as etapas dos processos produtivos das atividades do setor, que, entre outras conseqüências, aumenta a produtividade do trabalho; e c) na depuração das relações sociais de trabalho, pelo predomínio do assalariamento em substituição aos antigos arranjos sociais de colono e diversas formas de parcerias.

Ao mesmo tempo em que a base técnica foi se solidificando, aprofundaram-se algumas características viabilizadoras desse processo. Duas merecem destaque, facilmente observáveis na agricultura paulista: a recomposição de atividades e a especialização regional.

A recomposição de atividades se dá na direção de reduzir (ou substituir) aquelas com baixo nível de integração agroindustrial, com baixo valor por unidade de produto ou, então, com um mercado muito regionalizado. Assim, começaram a sair de cena as chamadas culturas tradicionais, como o arroz de sequeiro, a mandioca e o amendoim, por exemplo, assumindo importância crescente a cana-de-açúcar, a soja, a laranja, as frutas, os frangos e os ovos. A produção leiteira e bovina, do esquema tradicional de produção extensiva, passa a incorporar progressos tecnológicos como adoção de pastagens artificiais, arraçamento e suplementação alimentar no inverno, implicando maior lotação e ganhos de produtividade.

Outra característica é a da especialização regional que acontece por força de vantagens locais (econômicas e financeiras) e vantagens vocacionais (clima e solo). Ou seja, uma associação entre

condições apropriadas de fertilidade de solo, clima e topografia, junto a uma infra-estrutura adequada de transporte, armazenagem, facilidades de comunicação, mercados especializados de insumos e de comercialização de produtos, além da organização de produtores integrados, com acesso à agroindústria e à informação tecnológica, favorecendo o fenômeno da especialização.

Nesse contexto de transformação, a agricultura integra-se cada vez mais à indústria fornecedora de bens necessários à produção, demandando serviços de assistência técnica, informações de mercado e sistema financeiro, fornecendo uma produção que é predominantemente processada pela indústria, comercializando os produtos *in natura* de forma residual. Mesmo a produção não manufaturada, como frutas, verduras e legumes, passa a depender de tecnologias para conservação ou frigorificação desses produtos e de sistemas mais sofisticados de comércio. Ou seja, integra-se à mesma dinâmica das demais atividades agrícolas no sentido de ser mais um elo da cadeia produtiva.

Compreender esses fenômenos, como se articulam e em que grau ocorrem, é condição *sine qua non* para análises das tendências do setor agrícola e para o estabelecimento de políticas setoriais. Nesse sentido, este trabalho pretende estudar uma parte desse todo, representada pelo fenômeno da transformação da base técnica da agricultura no Estado de São Paulo, priorizando a atividade da cana-de-açúcar, através da elaboração de estimativas que auxiliem no entendimento da evolução desse processo.

2 - MEDIÇÃO DA EVOLUÇÃO TECNOLÓGICA

Embora seja controversa a adoção da variável rendimento para medir evolução tecnológica (VE-

RA FILHO & TOLLINI, 1979), admite-se utilizá-la como medida parcial diretamente relacionada com inovações poupadoras de terra, isto é, aquelas que podem ser abrangidas sob o rótulo de inovações químicas e biológicas, ao mesmo tempo que se relaciona a evolução da relação área/homem à adoção de práticas mecânicas. O pressuposto implícito é que a mecanização não teria influência direta sobre a produtividade da terra e que as inovações químicas e biológicas, da mesma forma, não interfeririam na área cultivada por trabalhador.

Na verdade esse argumento é uma simplificação, adotada para efeito de raciocínio, conforme ALVES (1985), e que embora útil para certas análises, mascara a interdependência e influência recíproca existente entre as inovações de cunho mecânico e as de natureza bioquímica. A relação entre elas se manifesta pela potenciação que o uso conjugado proporciona.

Assim, considera-se que o crescimento do rendimento não é atribuído a inovações isoladamente, uma vez que a adoção de uma prática está estreitamente dependente da adoção de outras práticas, ou do conjunto de práticas existentes (SANTOS, 1984). Nesse sentido, é conhecido o fato de que o uso de mecanização no preparo de solo, no plantio e tratos culturais, propicia condições para a alteração da produtividade da terra, assim como a utilização de herbicidas economiza mão-de-obra.

Alguns exemplos coletados em pesquisas publicadas na área de cana-de-açúcar podem servir de suporte a essa argumentação, sempre lembrando que a relação entre inovações mecânicas e produtividade da terra é indireta, ou seja, sua utilização cria as condições para que haja aumento daquela produtividade, como se seguem. NETO (1987) relata que existe estreita relação entre o cultivo mecânico de soqueiras de cana e a longevidade do ciclo da cultura, ou seja, é uma prática mecânica que aumenta a produtividade média da atividade, podendo-se, com os equipamentos existentes, efetuar a aplicação conjunta de fertilizantes com herbicidas e proceder à escarificação do solo de forma adequada para atingir esse objetivo.

SALATA et al. (1987), estudando a influência de vários tipos de sulcador no sistema radicular e na produtividade da cana, concluíram que um tipo específico deles conseguiu, relativamente aos demais, melhor desempenho refletido tanto no rendi-

mento cultural quanto no teor de sacarose.

Outras evidências poderiam ser levantadas nesse sentido. Entretanto, supõem-se suficientes para demonstrar a interação existente entre as inovações de naturezas diversas, bastando, finalmente, como lembrança, citar as práticas mecânicas de conservação de solo (na fase do preparo do solo), que têm efeito na produção e na produtividade, as quais, dependendo da existência das inovações mecânicas adotadas, podem executar os serviços de terraceamento, subsolagem e escarificação, construção de canais escoadouros e de bacias de retenção, reduzindo substancialmente o assoqueamento da camada fértil dos solos e, portanto, refletindo-se na produtividade das atividades agrícolas.

Neste trabalho, como em SANTOS (1984), pressupõe-se que, na agricultura, o processo de adoção tecnológica pode ser representado adequadamente por uma função logística definida por:

$$Y_t = \frac{K}{1 + e^{-(a+bt)}}$$

onde a variável dependente **Y** representa o rendimento médio obtido, que espelha a proporção de adotantes de uma nova tecnologia. O formato da função logística é aproximadamente de um **S**, dado que no estágio inicial da adoção o processo é mais vagaroso, crescendo mais aceleradamente no período de propagação da inovação, para, num último estágio, crescer a taxas menores.

Resumindo, o comportamento dos dados de adoção de tecnologia na cultura de cana-de-açúcar é representado pelo parâmetro **a**, que está relacionado com as condições de oferta dos produtores de inovações; pelo parâmetro **b**, associado às condições de rendimento da técnica nova comparativamente à técnica antiga, e que representa o coeficiente da taxa de adoção; e pelo parâmetro **K**, taxa de adoção de equilíbrio, que está relacionado com a distribuição do rendimento entre os vários adotantes. Portanto, quanto menor a variância do rendimento da nova técnica em relação à técnica antiga, mais alto deveria ser o **K**.

As estimativas dos valores **a**, **b** e **K** resultam da aplicação do método de mínimos quadrados não lineares (método de Gauss-Newton), sobre médias móveis quinquenais dos dados originais de rendimento

apresentados pela cultura, no período de 1931-92, no Estado de São Paulo. A utilização de médias móveis teve como finalidade obter uma tendência de produtividade no longo prazo, eliminando-se as flutuações devidas a causas aleatórias como, por exemplo, as condições adversas ocorridas em determinados anos.

No presente estudo, a análise gráfica dos dados de rendimentos utilizados revelou três processos distintos e consecutivos de adoção tecnológica. Procedendo-se à estimação em separado de cada um deles, os mesmos são representados por três funções logísticas visualizadas seqüencialmente ao longo do período analisado ((Tabela 1 e Figura 1).

O primeiro desses processos teve início, aproximadamente, em 1931 indo até 1954; o segundo, definido entre 1955 e 1969, e o terceiro, mais recente, ocorrendo no período de 1970 a 1992.

Aspecto importante a ser destacado refere-se à hipótese de que diferentes conjuntos de inovações ou de técnicas foram introduzidos em momentos distintos, sobrepondo-se com maior ou menor intensidade. Supõe-se, para tanto, que os indivíduos reagem diferentemente diante de uma inovação e que sua adoção ocorrerá em instantes de tempo diversos.

Em outras palavras, entende-se que, em geral, cada processo de adoção tecnológica pressupõe um conjunto de inovações associado a um nível potencial de rendimento máximo, a ser alcançado após um certo número de anos. Portanto, novos acréscimos de produtividade deverão ocorrer após a introdução de novos conjuntos de técnicas em disponibilidade, elevando o rendimento a outro nível máximo e assim sucessivamente.

O estudo de SANTOS (1984) sugere que a adoção de tecnologias na cultura da cana-de-açúcar no período de 1941 a 1978 resultou, basicamente, da transferência de tecnologia externa, sob a forma de importação, embora já contasse com esforço inicial de geração de variedades próprias no final da década de 70. Tal fato, somado aos estudos sobre adubação e nutrição da planta, estes últimos prováveis responsáveis pela ampliação da área cultivada com cana em solos mais fracos e de cerrados, responde pela elevação e manutenção da produtividade da cultura no período relatado.

No período mais recente, correspondendo à curva logística para o período pós-70, as evidências quanto ao patamar mais elevado do rendimento estão associadas à geração de pesquisas de natureza diversa, medidas pelo número de artigos publicados pelo Centro de Tecnologia da Copersucar (CTC), principal agência paulista de pesquisa na área de cana para indústria⁴, ou seja, a mesma metodologia de classificação adotada por SANTOS (1984) (Tabela 2). Neste caso percebe-se uma continuidade nos estudos de nutrição e adubação, aprofundamento de pesquisas no combate a pragas e doenças, seja com utilização de agroquímicos seja pelo maior conhecimento entomológico e nematológico dos agentes patogênicos, como também os estudos sobre solos e práticas culturais, sobressaindo-se, em seqüência, pesquisas sobre o melhoramento genético, contemplando avaliação e comportamento varietal, técnicas de melhoramento e geração de variedades.

Esforços foram dirigidos também para uma vasta área de interesses com a finalidade de otimizar a produção e reduzir custos como os estudos de planejamento, qualidade tecnológica da matéria-prima, qualidade de mudas, irrigação, etc. Finalmente destacam-se as tecnologias consolidadas e transferidas (ou em processo de transferência) na área de mecanização agrícola, como o rastelo rotativo - que reduz a quantidade de impurezas minerais (principalmente terra) no carregamento mecânico - o eliminador mecânico de soqueira, que auxilia o preparo de solo, entre outras. O número significativo de trabalhos e/ou tecnologias em mecanização, respondendo pelo segundo lugar no total do período, reforça a suposição de que a mecanização da atividade canavieira tem sido desenvolvida no atendimento de demanda mais intensiva por parte dos produtores.

3 - FONTES DE CRESCIMENTO DA PRODUÇÃO DE CANA

Os resultados anteriores sugerem fortemente que o padrão tecnológico da cana-de-açúcar no estado evoluiu a patamares superiores, observáveis pelo comportamento gráfico da série de rendimentos

TABELA 1 - Estimativas dos Parâmetros das Funções Logísticas para a Cultura da Cana-de-açúcar, Estado de São Paulo, 1931-92

Parâmetro ¹	Período		
	1936-54	1955-69	1970-90
a	-1,23 (0,1683)	-4,17 (0,7320)	-3,07 (0,6573)
b	0,18 (0,0274)	0,24 (0,0306)	0,09 (0,0189)
k	50,65 (2,0543)	55,96 (0,3837)	82,57 (3,5719)

¹Nível de significância melhor que 1%. Os números entre parênteses abaixo de cada coeficiente correspondem aos valores dos desvios padrões.

Fonte: Dados da pesquisa.

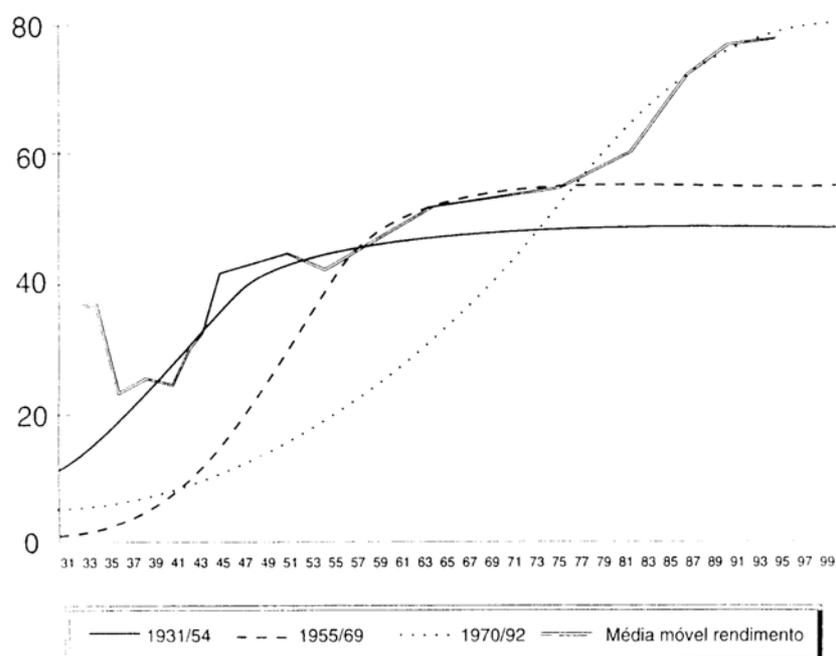


FIGURA 1 - Curvas Logísticas do Rendimento, Cana-de-açúcar, Estado São Paulo, 1931-92.

Fonte: Fundação Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE) e dados da pesquisa.

TABELA 2 - Número de Artigos Técnicos¹ Publicados sobre Pesquisas Agronômicas Geradas pelo Centro de Tecnologia da COPERSUCAR (CTC), Segundo a Natureza da Pesquisa, em Quadriênios, Estado de São Paulo, 1980-91

Item	1980-83	1984-87	1988-91	Total
Nutrição e adubação	3	25	12	40
Solos	0	5	5	10
Pragas e doenças	28	79	52	159
Pesq. biológica básica	1	3	3	7
Genética e melhoramento	7	26	24	57
Práticas culturais	7	8	3	18
Clima	0	3	2	5
Irrig./aplic. de vinhaça	2	3	8	13
Mecanização agrícola	10	24	37	71
Outros ²	11	18	11	40
Total	69	194	157	420

¹Inclui projetos específicos desenvolvidos para usinas na área de mecanização.

²Incluem trabalhos desenvolvidos em custos, planejamento, qualidade tecnológica, sistema radicular, viveiro, etc., que não se enquadram na classificação proposta.

Fonte: SEMINÁRIO DE TECNOLOGIA AGRONÔMICA. *Anais...* n.1, 1982; n.2, 1984; n.3, 1986; n.4, 1988; e n.5, 1991; BOLETINS TÉCNICOS DA COPERSUCAR. Piracicaba, COPERSUCAR, 1980-91. Vários números; e projetos catalogados na Seção de Projetos Mecânicos Agrícolas/Divisão Central de Engenharia Agrícola/CTC.

e comprovados pelos **K's** sucessivamente maiores de cada curva logística. Os indicadores de artigos (tecnologias) gerados ao longo da série analisada denotam a importância crescente das pesquisas em mecanização. Assim, apesar das dificuldades teóricas e operacionais de se conhecer a contribuição do progresso tecnológico para o crescimento da produção, conforme SILVA (1982), e que se aceita a pressuposição de que é o uso conjunto de inovações técnicas de origem bioquímica e mecânica que determina o crescimento da produtividade⁵, procurou-se classificar separadamente a influência delas no crescimento da produção de cana⁶.

Para isso utilizou-se a metodologia de DELFIM NETTO; PASTORE; CARVALHO (1966), que decompõe o crescimento da produção física (P) em três componentes: crescimento da produção por área (P/A), crescimento da relação área/trabalhador (A/N) e crescimento da população empregada (N). Partindo-se da identidade: $P = P/A \cdot A/N \cdot N$, logaritmando-se e

desprezando-se as demais interações, tem-se que:

$$\frac{\Delta P}{P} \cong \frac{\frac{\Delta P}{A}}{\frac{P}{A}} + \frac{\frac{\Delta A}{N}}{\frac{A}{N}} + \frac{\Delta N}{N}$$

onde as taxas de crescimento dos componentes do segundo termo da fórmula expressam, respectivamente, a produtividade da terra, associada a tecnologias bioquímicas; a relação área/trabalhador, associada a tecnologias mecânicas, dada a substituição entre homem e máquina; e o crescimento da mão-de-obra empregada, os quais somados devem representar, com um grau razoável de confiabilidade, a taxa de crescimento da produção física⁷ (Tabela 3).

Os resultados expressos nas estimativas indicam que o principal componente responsável pelo

crescimento da produção da cultura da cana foi o aumento de área, cujo reflexo mais imediato foi o de aumentar o emprego da mão-de-obra, crescendo no período todo a 3,7% a.a. e respondendo por 50% daquele crescimento. O grande impulso para esse incremento veio do Programa Nacional do Alcool (-PROÁLCOOL), como se observa pela taxa obtida no período 1977-90, 3,22% a.a., ou seja, mais de 40% superior à taxa do período anterior. Em seguida surge a intensificação da mecanização no processo produtivo da cultura, iniciada nos anos 60 com taxas anuais de 2,02% e crescendo aceleradamente para 2,76% a.a. no período seguinte, correspondendo, ao longo do período estudado (23 anos), a incrementos de 2,42% a.a., com participação de 34% no crescimento da produção agrícola⁸.

Por outro lado, rearranjando a identidade acima assinalada, obtém-se $P/N = P/A.A/N$, onde o primeiro termo representa a produtividade do trabalho, conseqüência da interação entre a produtividade da terra e da relação área/trabalhador. Nesse caso, percebe-se que a produtividade do trabalho cresce constantemente a uma taxa anual bastante expressiva, de 3,57%, para o período 1963-90, sendo basicamente impulsionada pelo aumento da área por trabalhador, ou seja, o processo de mecanização incorporado na atividade respondeu por 68% do crescimento da produtividade do trabalho, complementado em 32% pela adoção das tecnologias bioquímicas, principalmente pelas novas variedades lançadas e adotadas pelos produtores (Tabela 4).

4 - CONSIDERAÇÕES SOBRE MUDANÇAS ESTRUTURAIS NA ATUAL BASE TÉCNICA

As evidências encontradas indicam que tanto o padrão tecnológico na atividade agrícola da cana-de-açúcar é elevado, alcançando patamares de rendimento sucessivamente superiores no decorrer do tempo, como contou com forte apoio das tecnologias mecânicas, que avançaram em todas as etapas do processo produtivo, impulsionando o crescimento da pro-

ductividade do trabalho.

Atualmente, apesar da heterogeneidade tecnológica existente no setor, o plantio de cana-de-açúcar está parcialmente mecanizado e a fase de tratos culturais encontra-se em processo de intensificação e otimização. A colheita, em estágio bastante avançado, com os segmentos de carregamento e transporte totalmente mecanizados estão também em fase de otimização, enquanto, no segmento de corte, esse processo avança persistentemente. Nesse último caso, inclusive, prevê-se a crescente substituição de mão-de-obra por máquinas na colheita - em 50% da produção passível de ser mecanizada no Estado de São Paulo - o que pode representar uma taxa de desemprego em torno de 23% no ano 2000, acumulando uma substituição de 38.000 empregos/equivalente (VEIGA FILHO et al., 1994).

Procurando conjecturar sobre a questão da adoção tecnológica no tempo, situando-a no contexto das transformações ocorridas na atividade de cana-de-açúcar e suas tendências, parte-se da observação de que os três processos distintos de adoção tecnológica observados no período 1931-92 e representados pelas três funções logísticas, reproduzem diferentes conjuntos de inovações introduzidas. Por outro lado, a localização dos parâmetros dessas curvas leva a pensar sobre a hipótese de que existe uma curva envelope de longo prazo abrigoando as três funções logísticas, e que representaria a curva de longo prazo das possibilidades tecnológicas, dentro do estado das artes (Figura 2).

No estágio atual do paradigma tecnológico, os coeficientes **b** e **K** da primeira função estariam indicando sua localização na parte ligeiramente côncava da curva envelope, enquanto os coeficientes da segunda função, com valores mais elevados, situariam-na no segmento côncavo de **S1** e, por fim, o menor **b** e o **K** superior da terceira função indicariam a localização em alguma parte do final da curva de longo prazo.

Tomando como base esse raciocínio, supõe-se que a curva envelope poderia se deslocar à direita e em um nível mais elevado, como **S2**, em função de mudanças estruturais as quais se associariam patamares mais altos de rendimentos a serem potencialmente

TABELA 3 - Taxas Anuais de Crescimento¹ da Produção e de seus Componentes, Cana-de-açúcar, Estado de São Paulo, 1963-90

Componente ²	Período					
	1963-76	%	1977-90	%	1963-90	%
Aumento da produtividade da terra	0,15b	3	1,18a	16	1,15a	16
Aumento da relação						
Área/trabalhador	2,02a	45	2,76a	39	2,42a	34
Aumento da mão-de-obra						
Empregada	2,36a	52	3,22a	45	3,57a	50
Soma das taxas	4,53	100	7,16	100	7,14	100
Aumento da produção agrícola	3,91a		8,17a		7,23a	

a = significativo a 1% ou menos de 1%; e b = não significativo.

¹Calculadas conforme NEGRI NETO; COELHO; MOREIRA (1993).

²As séries de dados foram construídas por médias móveis de cinco anos, utilizando informações originais do período 1961-93.

Fonte: Instituto de Economia Agrícola.

TABELA 4 - Taxas Anuais de Crescimento da Produtividade do Trabalho e de seus Componentes, Cana-de-açúcar, Estado de São Paulo, 1963-90

Componente	Período					
	1963-76	%	1977-90	%	1963-90	%
Aumento da produtividade da terra ¹	0,15b	7	1,18a	30	1,15a	32
Aumento da área por trabalhador ¹	2,02a	93	2,76a	70	2,42a	60
Soma das taxas	2,17	100	3,94	100	3,57	100
Aumento da produtividade do trabalho ²	1,54a		4,73a		3,39a	

a = significativo a 1% ou menos de 1%; e b = não significativo.

¹Dados da tabela anterior.

²Calculado conforme NEGRI NETO; COELHO; MOREIRA (1993).

Fonte: Instituto de Economia Agrícola.

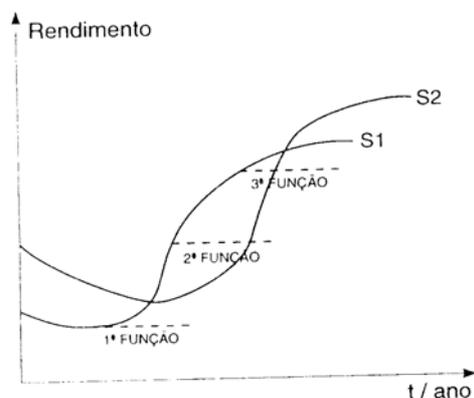


FIGURA 2 - Representação das Curvas Envelope de Longo Prazo S1 e S2 e da Localização das Funções Logísticas Estimadas.

Fonte: Dados da pesquisa.

alcançados. Nesse contexto é possível indicar, ainda que com certa imprecisão, alguns sinais dessas novas possibilidades que começam a se tornar presentes.

No campo das relações de trabalho, por exemplo, não somente as estimativas indicam queda no uso de volantes no corte da cana (VEIGA FILHO et al., 1994), como existem transformações que apoiam essa hipótese, principalmente nas evidências encontradas sobre a conduta da política de Recursos Humanos em empresa analisada por SCOPINHO (1995). A finalidade primordial de aumento de produtividade e a busca de qualidade no produto final vêm impondo mudanças administrativas de caráter profundo, implicando maior controle sobre o processo produtivo e sobre a mão-de-obra empregada no campo, o que exige não somente seleção de pessoal como treinamento intenso para se alcançar o objetivo proposto. Outros autores, como FISHER (1993) e CORTÉZ (1993), também apontam na direção de alterações profundas nas relações de trabalho, comparadas com aquelas vigentes predominantemente nos anos 70, quando o mecanismo da contratação temporária era usado de forma absolutamente generalizado.

No campo da pesquisa, ainda que embrionicamente, já se investe, no processo de melhoramento genético, em técnicas de controle e manuseio

molecular, as quais, no futuro, quando completamente dominadas, poderão ser dirigidas para a obtenção de variedades que associam características, entre elas, resistência a pragas e doenças (visando reduzir o uso de agrotóxicos) e adequadas aos requisitos industriais de maior teor de sacarose. Nessa linha, as demandas deverão intensificar-se na direção de se obter variedades que sejam adaptadas à mecanização (porte mais ereto) e com melhor capacidade de reprodução em cortes, visando o seu prolongamento⁹.

Outros elementos que podem induzir alterações na atual base tecnológica, ou ainda que podem estar sinalizando essa mudança, estão nos processos de otimização - exigindo, inclusive, maior uso da engenharia agrícola de produção - em que se procura determinar melhores padrões de qualidade nas complexas operações agrícolas mecanizadas, como forma de organizá-las para obter ganhos de eficiência (LOPES et al., 1995); no uso da informática aplicada ao gerenciamento da produção agrícola, envolvendo desde o planejamento varietal ao planejamento do plantio, tratos culturais e colheita (GIRARDI, 1993); e na pressão das questões ambientais. Problemas causados pela queimada de cana e pela poluição dos lençóis freáticos, estes devido ao uso de vinhaça e de defensivos agrícolas, aceleram conseqüências sociais graves

(SZMRECSÁNYI, 1994). Tais fatores levam, de um lado, a sociedade a se manifestar, como a decisão de impedir, através de ações na justiça¹⁰, as queimadas de cana em um raio de 1km além dos perímetros urbanos dos municípios canavieiros de São Paulo. De outro, que já se comece a pôr em prática a colheita de cana crua e estudos visando o aproveitamento da palha de cana (BALBO JUNIOR, 1994 e RÍPOLI, 1995).

Finalizando, compreende-se que tanto a base técnica atual tem muito a avançar, já que se sabe da existência de produtores em processo de adoção ou

potencialmente aptos a inovar e que ainda não o fizeram, como considera-se também que uma mudança estrutural não se dará abruptamente, embora se possa afirmar que alguns elementos de transição começam a aparecer. Além disso, as evidências levantadas demonstram a evolução técnica e confirmam o aprofundamento do padrão tecnológico em curso, dentro de um setor que se estrutura e tem uma dinâmica que pode ser exemplificada como tipificadora do padrão de desenvolvimento da agricultura capitalista brasileira.

NOTAS

¹Trabalho referente ao projeto SPTC 16-014/95. Os autores agradecem à direção do CTC/COPERSUCAR o acesso a informações e dados e, também, as sugestões do pesquisador José Sidnei Gonçalves. Recebido em 10/08/95. Liberado para publicação em 14/08/95.

²Economista, Pesquisador Científico do Instituto de Economia Agrícola.

³Engenheiro Agrônomo, MS, Pesquisador Científico do Instituto de Economia Agrícola.

⁴Atualmente o Instituto Agrônomo de Campinas (IAC) direciona seus estudos para a cana forrageira e o PLANALSUCAR/Araras, transferido para a UFSCar, foi transformado em Faculdade de Agronomia.

⁵Ressalve-se, evidentemente, o caso das combinações alternativas de fatores na mesma função de produção.

⁶Conforme os levantamentos de previsão e estimativas de safras do Estado de São Paulo, a produção de cana evoluiu de 40.000,0 mil toneladas, em 1970, para 155.000,0 mil toneladas, em 1993, ou seja, um crescimento de 6% a.a., em média no período.

⁷Os dados utilizados para o cálculo das taxas de crescimento foram produção e rendimento da série de dados do IEA. Os demais, emprego e relação área/trabalhador, foram modelados a partir de sete matrizes de custos, para vários cortes, levantadas em 1961, 1967, 1975, 1979, 1983, 1988 e 1992, as quais foram interpoladas para completar a série.

⁸A melhor aproximação conseguida, relacionando-se à soma das taxas dos componentes com a taxa calculada para a produção de cana, foi para o período completo, 1963-90. Segundo DELFIM NETTO, op. cit., p.49, a forma de cálculo induz a erros, valendo, portanto, apenas aproximadamente.

⁹A COPERSUCAR (1989) anunciava um convênio com a Universidade de Cornell (EUA) com o objetivo de desenvolver pesquisas para identificação de genes associados a características desejáveis, e NOGUEIRA JUNIOR; NETO; UCHÔA (1991) mostram resultados relevantes na cultura meristemática em cana, técnica aplicada em laboratório de cultura *in vitro* para obtenção de material de propagação isento de infestação.

¹⁰A Procuradoria da Justiça de Ribeirão Preto tem agido contra as queimadas de cana na região, inicialmente com base no Decreto Estadual nº 28.895, de 20/09/88, e mais recentemente utilizando-se da Lei nº 8.943, de 29/09/94, para entrar com ações judiciais.

LITERATURA CITADA

- ALVES, Eliseu R. A. Produtividade animal e novas tecnologias. In: _____ et al. **Pesquisa agropecuária: novos rumos.** Brasília, EMBRAPA, 1985. p.93-162.
- BALBO JUNIOR, Leontino. **Colheita mecanizada de cana crua.** Sertãozinho, Usina São Francisco, 1994. s.p.
- COPERSUCAR. **Proálcool fundamentos e perspectivas.** São Paulo, Copersucar, 1989. 121p.
- CORTÉZ, Kathia V. D. **Inovações tecnológicas e mudança na organização do trabalho: o surgimento de um novo tipo de trabalhador na cultura canavieira na região de Ribeirão Preto.** São Carlos, UFSCar, 1993. Dissertação de Mestrado.
- DELFIN NETTO, Antonio; PASTORE, Affonso C.; CARVALHO, Eduardo P. **Agricultura e desenvolvimento no Brasil.** São Paulo, ANPES, 1966. 212p. (Estudos ANPES, 5)
- GIRARDI, Gilberto. Uso competitivo de sistemas de informação na indústria do açúcar e álcool. **STAB: açúcar, álcool e subprodutos.** Piracicaba, v. 12, n. 2, p.10-12, nov./dez. 1993.
- FISHER, André L. Impactos do Proálcool para a administração do trabalho agrícola na agroindústria canavieira. In: **ENANPAD**, 17. Salvador, 27-29 set. 1993. v. 5, p.149-168.
- LOPES, Marcelo B. et al. Qualidade das operações agrícolas mecanizadas na cultura da cana-de-açúcar. **STAB: açúcar, álcool e subprodutos**, Piracicaba, v. 13, n. 3, p.26-30, jan./fev. 1995.
- NEGRI NETO, Afonso; COELHO, Paulo J.; MOREIRA, Irene R. O. Análise gráfica e taxa de crescimento. **Informações Econômicas**, SP, v. 23, n. 10, p. 99-108, out. 1993.
- NETO, Vitorio L. & LUZ, Pedro H. de C. Nova metodologia de mecanização a espaçamentos estreitos em cana-de-açúcar. **Álcool & Açúcar**, SP, v. 17, n. 32, jan./fev. 1987.
- NOGUEIRA JUNIOR, Paulo; NETO, Joaquim A. P.; UCHÔA, Paulo E. A. Cultura de meristemas em cana-de-açúcar: projeto cana limpa. **STAB: açúcar, álcool e subprodutos.** Piracicaba, v.9, n. 6, p. 12-13, jul./ago. 1991.
- RÍPOLI, Caetano. Palestra proferida. In: SIMPÓSIO DE ALTA TECNOLOGIA, 13. Araras, UFSCar, 24 mar. 1995.
- SALATA, J. C. et al. Influência do tipo de sulca-dor no desenvolvimento do sistema radicular e produtividade da cana-de-açúcar. **STAB: açúcar, álcool e subprodutos**, Piracicaba, v.5, n.4, mar./abr. 1987.
- SANTOS, Zuleima A. P. de S. **Adoção tecnológica na agricultura paulista.** São Paulo, USP/FEA, 1984. 119p. Dissertação de Mestrado.
- SCOPINHO, Rosemeire A. **Pedagogia empresarial de controle do trabalho e saúde do trabalhador: o caso de uma usina-destilaria da região de Ribeirão Preto.** São Carlos, UFSCar, 1995. 247p. Dissertação de Mestrado.
- SILVA, Gabriel L. S. P. **Evolução e determinantes da produtividade agrícola: o caso da pesquisa e extensão rural em São Paulo.** São Paulo, USP/FEA, 1982. 230p. Tese de Doutorado.
- SZMRECSÁNYI, Tamás. Tecnologia e degradação ambiental: o caso da agroindústria canavieira no estado de São Paulo. **Informações Econômicas**, SP, v.24, n.10, p.73-81, out. 1994.
- VEIGA FILHO, Alceu de A. et al. Análise da mecanização do corte da cana-de-açúcar no estado de São Paulo. _____, SP, v. 24, n. 10, p.43-58, out. 1994.
- VERA FILHO, Francisco & TOLLINI, Hélio. Progresso tecnológico e desenvolvimento agrícola. In: VEIGA, Alberto coord. **Ensaio sobre política agrícola brasileira.** São Paulo, SAA, 1979. p.87-136.

**PADRÃO TECNOLÓGICO DA CANA-DE-AÇÚCAR NO ESTADO DE SÃO PAULO:
EVIDÊNCIAS EMPÍRICAS DA EVOLUÇÃO NA CULTURA**

SINOPSE: O trabalho busca evidências empíricas da evolução do padrão tecnológico na atividade agrícola da cana-de-açúcar no Estado de São Paulo, entendendo-a como exemplificadora da dinâmica setorial. Procura-se discutir o nível alcançado e, como complemento da análise, discrimina-se formalmente as fontes de crescimento da produção de cana, relacionadas às tecnologias bioquímicas e de mecanização. Além disso, conjectura sobre possibilidades de mudanças na atual base técnica.

Palavras-chave: economia canavieira, tecnologia, cana-de-açúcar.

**EVOLUTION OF THE SUGARCANE TECHNOLOGICAL PATTERN IN THE STATE OF SÃO PAULO:
EMPIRICAL EVIDENCES**

ABSTRACT: This paper focuses on empirical evidences of the evolution of the sugarcane technological pattern in the State of Sao Paulo, which might be a good example of the sectorial dynamics. The trend of technical progress is also discussed, besides the growth sources for sugarcane production, which are related to both biotechnical and mechanical technologies. Finally, this paper takes into consideration the possibilities of change on the existing technical basis.

Key-words: sugarcane economics, technology, sugarcane.