

EXPERIÊNCIAS HISTÓRICAS INTERNACIONAIS DE MECANIZAÇÃO DO CORTE DA CANA-DE-AÇÚCAR¹

Alceu de Arruda Veiga Filho²

1 - INTRODUÇÃO ¹

O nível de mecanização do corte da cana-de-açúcar em São Paulo, segundo estimativa recente (COMISSÃO, 1997), é de 17% sobre a área mecanizável estadual, verificada na safra 1997/98. Oito anos antes, TOLEDO; YOSHII; OTANI (1991) estimaram, para a safra 1989/90, uma ocorrência de 19%, não significativamente diferente do nível atual.

Por outro lado, trabalho realizado por SANTOS (1984), para avaliar o progresso técnico da lavoura canavieira paulista no período 1930 a 1980, verificou que a proporção de área sob novas tecnologias na atividade evoluiu de 20% para 90% já nos finais da década de 1980, sendo essas novas tecnologias compostas por novas variedades, por novas práticas de manejo do solo e da cultura, como adubação química, e combate a pragas e doenças, entre outras.

Um estudo mais recente de VEIGA FILHO e SANTOS (1995) identificou três momentos diferentes de absorção de técnicas para o período 1931-92, que coincidem com as mudanças nos patamares da produtividade física da atividade, relativas a diferentes conjuntos de inovações que se sobrepuseram no tempo: um primeiro, como resultado basicamente da transferência de tecnologia externa e de estudos sobre nutrição, adubação e adoção de práticas culturais. Um segundo, associado ao melhoramento genético conduzido domesticamente; e um terceiro momento, no qual se consolidou o padrão produtivista, no sentido da interação mais completa do tripé melhoramento genético-insumos industriais-máquinas e implementos. Uma evidência desta última afirmação foi encontrada na classificação temática de artigos publicados pelo Centro Tecnológico da Cooperativa dos

Produtores de Cana, Açúcar e Álcool do Estado de São Paulo (CTC/COPERSUCAR), na qual se verificou que, entre 1980 e 1993, das pesquisas dirigidas às inovações 40% delas estiveram centradas em pragas e doenças, 17% em mecanização agrícola e 15% em melhoramento genético e pesquisa biológica básica, constatando, além disso, que o número significativo e crescente de projetos e/ou trabalhos em mecanização sugeria uma demanda mais intensiva por parte dos produtores.

Isso levou os autores acima mencionados a estimarem as fontes de crescimento da produção de cana e da produtividade da força de trabalho, concluindo que o aumento da produção no período 1963-90 podia ser explicado pelo aumento da produtividade da terra em 16%, pelo aumento da relação área/trabalhador em 34%, associada a tecnologias mecânicas, e em 50% pelo aumento da mão-de-obra empregada, associada ao aumento da área da cultura. E que o crescimento da produtividade da força de trabalho era explicado em 32% pelo aumento da produtividade da terra e em 68% pela mecanização do processo produtivo.

Em grande medida, estes últimos trabalhos citados sugerem um intenso dinamismo tecnológico da cana-de-açúcar em São Paulo, no sentido de uma crescente integração, na qual a difusão da mecanização do corte representará um aprofundamento do processo de inovação dessa atividade.

As primeiras introduções comerciais de colhedoras neste Estado iniciaram-se nos anos 70, conforme RÍPOLI (1981) e ZANCA (1980), mas devido a vários fenômenos pertinentes ao processo econômico do desenvolvimento da economia brasileira e seus reflexos no sub-setor sucroalcooleiro, aliados às questões internas relacionadas às políticas protecionistas e ao comportamento dos mercados externo e interno dos produtos dessa agroindústria, sua utilização não foi crescente, permanecendo baixa, principalmente se comparada aos 100% de mecanização encontrados em outros países ou regiões canavieiras do mundo.

¹Baseado no capítulo três da dissertação do autor, intitulada "Mecanização da Colheita da Cana-de-Açúcar no Estado de São Paulo: uma fronteira de modernização tecnológica da lavoura".

²Pesquisador Científico do Instituto de Economia Agrícola.

Nos anos 90, por sua vez, retomou-se o processo de mecanização em um contexto diferente do anterior, com o subsetor enfrentando desafios no mercado interno, pelo processo de desregulamentação, e no mercado externo, pelo aumento da competitividade entre os países produtores, ao lado de conviver com preços externos com tendências a se estabilizarem em níveis baixos.

Assim, entre as várias necessidades de estudos para ampliar o conhecimento sobre esse processo no Brasil e em São Paulo, um deles é o de entender como a mecanização do corte ocorreu em outros países, objetivando aprender com o pioneirismo alheio.

2 - PADRÕES INTERNACIONAIS DE EVOLUÇÃO E DE NÍVEL ALCANÇADO NA MECANIZAÇÃO DO CORTE

As razões de ordem econômica derivadas da demanda, principalmente a escassez de mão-de-obra, são muito utilizadas para explicar o padrão de mecanização do corte alcançado em vários países do mundo, indo de afirmações taxativas a explicações mais elaboradas.

No primeiro caso, de acordo com CARDOSO (1952), a ausência ou falta de braços induziu, desde 1940, a estimular o desenvolvimento de máquinas para colher cana na Luisiana (EUA). No outro extremo, um estudo feito por FAUCONNIER (1983), para comprovar a relação entre salário do trabalhador rural e mecanização da colheita de cana-de-açúcar no mundo, constatou que quanto maior a razão salário + contribuição social sobre preço médio da tonelada de cana, tanto maior o grau de mecanização na colheita. Os países/regiões totalmente mecanizados em 1981, como a Austrália, o Havaí e a Luisiana, preenchem esta condição, partilhando de três características comuns: intensivos em tecnologia com alta produtividade da força de trabalho, escassa população rural e alto padrão médio de vida dos habitantes.

Dado o alto nível dos salários em cada caso, a produção por trabalhador tinha de ser suficientemente elevada para compensá-los, e isso foi conseguido pela mecanização. Além disso, nessas regiões havia empresas produtoras de colhedoras, um eficiente sistema de assistência técnica a preços compatíveis, além de trabalhadores devidamente qualificados e

áreas de cana preparadas para o corte mecânico.

ABBOTT (1990), examinando as condições da mecanização da colheita nos países em desenvolvimento, concluiu que sua existência nos mais variados graus - como as encontradas na Argentina, Jamaica, Suazilândia e Taiwan - se devia à escassez de mão-de-obra e à busca de eficiência pelo esforço da modernização em geral. Por sua vez, a inexistência da mecanização - tal como na República Dominicana, Guiana, Maurício, Índia, Tailândia e Fiji - vincula-se às condições peculiares em que a cana é produzida. Em países como a Índia, por exemplo, ela é cultivada em pequenas propriedades familiares no regime de policultura, em pequenos lotes de terra ao lado de outras culturas, com uma parte sendo utilizada como forrageira para alimentação animal. Ou seja, na primeira situação gera-se uma demanda por máquinas, enquanto que na segunda não se dão as condições necessárias para o aparecimento do mesmo tipo de demanda.

Entretanto, as diferenças temporais encontradas nos processos mecanizados adotados por outros países suscita a questão do porquê alguns adiantaram-se mais do que outros, quando a situação de escassez de mão-de-obra podia ser parecida em todo o conjunto deles. Ressalte-se que essa condição de similaridade ocorreu historicamente com a cana-de-açúcar no Havaí e na Luisiana adiantando-se mais rapidamente do que na Austrália, apesar de este país, já em meados de 1920, ter os trabalhadores rurais da região canavieira de Queensland mais bem pagos do mundo, o que incentivara o uso de tecnologias poupadoras de mão-de-obra em todas as fases do processo produtivo, exceto na colheita, antes da II Guerra Mundial (BURROWS e SHLOMOWITZ, 1992).

Essas questões levantam dúvidas sobre a unidirecionalidade e determinação unívoca da escassez de mão-de-obra como fonte principal ou preponderante de explicação desse processo. Assim, para compreendê-lo melhor convém procurar elementos que ajudem a identificar a evolução e as estratégias adotadas pelos vários países e pelas regiões canavieiras, concentrando a escolha naqueles que atingiram um grau avançado de mecanização. A fim de perceber e avaliar os problemas, as oportunidades e os padrões determinados, examinam-se as experiências do Havaí, Luisiana, Austrália e Cuba.

2.1 - A Experiência Internacional em Países Selecionados

Examina-se, em primeiro lugar, a experiência cubana, que é *sui generis* em relação às demais, pelas transformações radicais por que passou com a Revolução de 1959 e a mudança de regime político no contexto da Guerra Fria, embora essencialmente tenha enfrentado problemas semelhantes aos dos demais para poder sustentar o desenvolvimento de sua economia canavieira, que dependeu enormemente da mecanização da colheita³.

Os elementos mais evidentes das transformações em Cuba são percebidos pelo aumento da oferta nos empregos urbanos, que estimulou a migração do campo para as cidades, pelo aumento das atividades de construções rurais, que ocupou parte dos trabalhadores rurais, e a transformação de outra parte em produtores autônomos, proporcionada pela reforma agrária. A reorganização provocada pela reforma agrária, possibilitando o emprego permanente nas fazendas estatais - grandes estabelecimentos canavieiros desapropriados - para o enorme contingente de trabalhadores sazonais, composto por 2/3 da mão-de-obra total, pode ter contra-arrestado o movimento geral de escassez da força de trabalho. Mas foram as profundas mudanças na economia cubana e o apoio governamental ao desenvolvimento de uma agricultura mais diversificada que alteraram em definitivo a antiga dinâmica da oferta de mão-de-obra para o setor agrícola e para o corte da cana-de-açúcar. Sua escassez se fez sentir mais agudamente com a ampliação das trocas comerciais com o mundo socialista, da década de 1960 em diante, baseadas principalmente em torno da produção de açúcar. A recuperação e a expansão da economia canavieira cubana - deteriorada nos anos iniciais da Revolução - passaram a ser prioridade, justamente quando a disponibilidade de cortadores havia declinado pela metade.

A meta de produção para 1970, de 10,0 milhões de toneladas de açúcar, contra menos de quatro milhões em 1963, e que alcançara finalmente 8,5 milhões de toneladas, só

chegou a ser parcialmente colhida graças ao expediente do governo cubano de mobilizar milhares de trabalhadores não-agrícolas. As tentativas de mecanizar o corte enfrentaram diversas dificuldades práticas, embora tivessem ocorrido progressos técnicos no carregamento e limpeza de cana, através da difusão de carregadeiras soviéticas, que em 1966 estavam carregando 45% da colheita, e da implantação dos *centros de acopio* (instalações de limpeza, nas quais ocorre a recepção da cana trazida do campo para se efetuar sua limpeza, depois transportada às usinas), com maquinário projetado e desenvolvido em Cuba. Contudo, apenas algo acima de 1% da produção foi cortada mecanicamente em 1970.

As razões determinantes do baixo nível de mecanização em Cuba nesse período foram os problemas técnicos causados na matéria-prima pelo manuseio mecânico, a ausência de troca de experiências causada pelo bloqueio norte-americano, já que os países da Europa Oriental e a URSS não dominavam tecnologias referentes à cana-de-açúcar, e a ausência de compreensão técnica do sistema de corte: "*Em termos organizacionais, ainda não havia sido percebido que a mecanização - especialmente através do uso de colheitadeiras que cortavam, picavam, limpavam e carregavam cana numa operação contínua - não constituía apenas um problema de substituição da força humana pela máquina, mas implicava na troca de um sistema por outro... (requerendo) amplas mudanças na organização do espaço, no preparo do solo e nos tratamentos culturais, além de reformas nos equipamentos de transporte da cana e nas instalações de sua recepção nas usinas, bem como, o estabelecimento de serviços de apoio e reparo*" (POLLITT e HAGELBERG, 1993:172).

Apesar do enorme esforço realizado nos anos 70, com a mecanização de 42% da cana colhida em 1979, preponderantemente com máquinas combinadas importadas, a grande mudança que acelerou o processo foi proporcionada pela introdução da KTP-1 e sua montagem local, em 1977, passando a produzir cerca de 600 unidades anuais na década de 1980, assim como pela adoção da queima para despalha dos canaviais - em 1974, 70% da colheita sofreu queima prévia - para aumentar o rendimento das máquinas colhedoras. A significativa expansão da mecanização do corte a partir de 1980 foi conseguida também pela sua difusão nas terras

³A experiência cubana é analisada a seguir à luz do abrangente trabalho de POLLITT e HAGELBERG (1993).

privadas, de pequenos proprietários, reorganizadas em Cooperativas de Produção Agrícola, através de alterações em suas práticas culturais e de um reordenamento espacial das propriedades, a fim de possibilitar o uso racional das máquinas.

Desse modo, Cuba, nos finais da década de 80, com uma área cultivada de aproximadamente 1,3 milhão de hectares, estava colhendo mecanicamente 71% de sua produção de cana, com uma frota de quatro mil máquinas, composta principalmente de KTPs. Estas, todavia, passaram na década de 90, por uma série de problemas de eficiência pelas perdas de cana, ocasionadas por defeitos nos seus sistemas internos, além de crônica falta de peças para reparo.

Sua base econômica de apoio esfacelou-se com o fim da URSS e dos acordos comerciais do COMECON, colocando novos e sérios problemas ao desenvolvimento econômico de Cuba e pondo em xeque a própria escolha da máquina combinada vis-à-vis a cortadeira de cana inteira, de concepção mais simples, a qual, em face da problemática atual, poderá vir a tornar-se um impedimento fundamental para melhorar a eficiência no campo e reduzir os problemas de processamento da matéria-prima (BUZZANELL e ALONSO, 1989).

O Havaí foi, ao lado da Luisiania, a região onde a mecanização do corte da cana completou-se mais rapidamente, e mais cedo do que em outras áreas canavieiras do mundo. Em 1942, dois terços da safra já eram colhidos por seu sistema adaptado, constituído por lâminas em "V" que cortavam os colmos e os empurravam, formando grandes montes, recolhidos por máquinas equipadas com grades em garras ou dentes (ALVES et al., 1997). Este singular sistema de colheita, sem paralelo em outros locais, e sua precoce ocorrência tiveram origem na extrema escassez de força de trabalho naquelas ilhas, agravada por sua piora durante a II Guerra Mundial, e nas possibilidades de mercado criadas por esse mesmo fato. Seu surgimento foi precedido, no entanto, por outras condições que formaram a base prévia do fenômeno analisado. Trata-se de um bom exemplo da abundância de capitais face à escassez de mão-de-obra, com os EUA tendo fornecido, desde sua origem, tanto o mercado consumidor como os fundos para financiamento. Mas, mesmo neste caso, foram enfrentados sérios problemas tecnológicos na

alternativa adotada⁴.

A introdução de novas técnicas no fabrico do açúcar ocorreu relativamente cedo no Havaí, com a centrifugação sendo adotada a partir de 1852, as caldeiras a vácuo, desde 1863 e a energia a vapor já em 1859. Também se investiu logo na preparação e recuperação de terrenos para o plantio irrigado e, devido à escassa população local, a mão-de-obra teve de ser importada a custos altos da China, das Filipinas, do Japão e até da Madeira. Foi esta restrição que incentivou a mecanização do campo e o pleno uso da mão-de-obra durante o ano em atividades produtivas, dando origem ao sistema havaiano de se plantar, cultivar e colher no decorrer do mesmo ano (GOMES e LIMA, 1965).

Antes do início da Guerra apenas o plantio e a colheita continuavam sendo manuais, e isto se devia às condições locais específicas, como o fato de o mesmo tipo de máquina colhedora não dar conta da tarefa de colher em áreas irrigadas e em áreas cultivadas de outra forma. Nas áreas irrigadas, o grande peso da cana exigia muito esforço das máquinas e o seu acamamento suscitava outras dificuldades de engenharia agrícola, com o agravante de não se dispor de experiências prévias alhures. Além disso, o corte dos ponteiros dos colmos deixava de ser efetuado, constringendo o processamento nas usinas pela excessiva quantidade de palha e de fibra.

Tentativas de introduzir uma colhedora combinada em 1925 não deram bons resultados pelo seu alto custo e por problemas de perdas de cana no processo de picagem e limpeza dos colmos, além da deterioração causada pela maior entrada de bactérias, afetando o rendimento industrial. Outra deficiência decorria do desenvolvimento tecnológico separado da colheita mecânica e do carregamento, novamente levando a resultados finais insatisfatórios. Por volta de 1930 o sistema de carregamento por garras foi adotado, difundindo-se rapidamente a partir daí. Em 1938, as plantações da região de Ewa foram as primeiras a ter as suas colheitas totalmente mecanizadas.

Entretanto, como os vários problemas

⁴O caso havaiano é analisado com base no excelente estudo sobre a evolução do comércio internacional de açúcar antes e depois da II Guerra Mundial, de TIMOSHENKO e SWERLING (1957:125-154).

técnicos ainda não permitiam resultados superiores ao corte manual, este permaneceu preponderante até o início da II Guerra Mundial. Foi esta que acelerou o processo de forma inusitada ao despojar os plantadores de seus trabalhadores, requisitados pelas Forças Armadas, e ao provocar aumento nos salários. Ao mesmo tempo, o mercado norte-americano, devido à redução na produção local de açúcar, abriu-se por completo à produção açucareira havaiana, que obteve facilidades adicionais de transporte nos navios militares operando no Pacífico, com espaço para carga de retorno.

Desse modo, as sérias restrições tecnológicas derivadas da mecanização da colheita e os impactos negativos no processamento da matéria-prima acabaram sobrepujados pela necessidade de continuar produzindo, numa área que alcançara aproximadamente 90,0 mil hectares, graças às condições altamente remuneradoras do mercado norte-americano, à extrema escassez da força de trabalho e aos altos salários pagos pelos produtores de cana-de-açúcar do Havai.

A Luisiania, que em 1946 cortava mecanicamente 63% de sua safra de cana, por volta de meados de 1950 atingiria praticamente 100% da produção, cultivada numa área aproximada de 81 mil hectares (BURROWS e SHLOMOWITZ, 1992). A escassez de mão-de-obra, geral na economia norte-americana, e o acesso a um amplo mercado interno foram os principais fatores indutores do progresso técnico representado pela mecanização do corte. Mas, também neste caso, várias outras condições tiveram grande influência, destacando-se as condições locais de clima e de manejo.

Em primeiro lugar, facilitou muito o processo o fato de as canas serem colhidas logo no primeiro ano, com um período de crescimento de sete a nove meses, latente durante os meses de inverno, antes que pudesse completar o seu ciclo de maturação, tornando-as mais leves e eretas. Em segundo lugar, a colheita, efetuada nos meses do outono, sempre foi feita sob condições climáticas inóspitas - temperatura baixa, geadas e umidade excessivas -, tornando necessária a rapidez na colheita para superar esses problemas. Naquela região dos EUA, a estação de colheita sempre foi curta, exigindo métodos apropriados para se colher rapidamente toda a produção.

O manejo da cultura, que naturalmente

levava em conta tais condições, era conduzido de forma racional, drenando-se o solo e preparando-o segundo recomendações dos centros de pesquisa, utilizando adubação química e variedades escolhidas pelas suas características para a mecanização. O apoio institucional de pesquisa vinha tanto das estações experimentais da Luisiania e da Flórida, como da universidade local (SOUSA, 1959a e 1959b). Além disso, as soluções de engenharia para o corte foram também facilitadas pela prévia existência de um equipamento utilizado na prática de remover do chão o solo geado, para não prejudicar o crescimento da cana. O projeto básico da colhedeira de 1938 nasceu desse equipamento e de uma máquina utilizada para empilhar a cana, outra prática usada para reduzir os riscos das geadas (TIMOSHENKO e SWERLING, 1957).

O aceleração da mecanização do corte na Luisiania, sob as condições emergenciais da Guerra, trouxe inúmeros inconvenientes que afetaram a coordenação campo-usina e reduziram os rendimentos industriais de extração de açúcar, ocasionando prejuízos em várias fábricas, que foram obrigadas a fechar. Apesar disso, o processo acabou-se solidificando pelo aumento do tamanho da área média das propriedades canavieiras, que cresceu 36% em cinco anos, passando de 55 hectares, em 1945, para 75 hectares, em 1950 (TIMOSHENKO e SWERLING, 1957 e A INDÚSTRIA, 1953).

Em 1971, a Austrália colhia 98% de sua produção de cana pela via mecânica, numa área aproximada de 300 mil hectares, em propriedades com tamanho médio de 36,5 hectares (SOUSA, 1972). Em 1965, a colheita mecânica representava apenas 37% em Queensland, região responsável por 97% da produção do país (BURROWS e SHLOMOWITZ, 1992). Devido às mesmas restrições enfrentadas pelas demais regiões canavieiras relativamente à escassez de mão-de-obra, e já tendo mecanizado todo o seu processo produtivo, exceto o corte, até a II Guerra Mundial, surge a necessidade de qualificar essa diferença na Austrália.

A cana-de-açúcar chegou à Austrália em 1817, pelo Jardim Botânico de Sidney. Em 1827, houve uma primeira iniciativa de plantio produtivo, que não alcançou sucesso, e uma segunda, também infrutífera pela inadequação ao clima. A adaptação foi melhor no Estado de Queensland, onde ocorreria um primeiro surto expansionista entre 1870 e 1885, quando ali se



instalaram 166 usinas de pequeno porte, as quais foram gradualmente fechando (MONT'-ALEGRE, 1972).

A expansão sustentada da economia canavieira australiana ocorreu do início do século XX até 1939, quando a sua produção de cana saltou de 1,34 milhão de toneladas, em 1904, para 6,04 milhões, em 1939. Este crescimento foi apoiado por políticas governamentais, pelo mercado e por progresso técnico. A medida da evolução dessa indústria pode ser avaliada pelo aumento na capacidade de extração de açúcar. Em 1904, necessitava-se de 9,62 toneladas de cana para obter uma tonelada de açúcar; em 1939, o mesmo resultado era obtido com 6,77 toneladas de cana. Nesse período, houve, também, a criação de um departamento de tecnologia junto ao Bureau das Estações Experimentais de Açúcar e a fundação de uma sociedade de tecnólogos. Outro marco diferencial foi a iniciativa de instituir-se o pagamento da cana pelo teor de sacarose, a partir de 1916 (CRONICA, 1944), com o parâmetro qualidade da matéria-prima passando a ser fonte de estímulo à mudança técnica na indústria e na lavoura, assim como uma questão problemática ao desenvolvimento tecnológico das colhedoras mecânicas⁵.

Algumas tentativas de construir máquinas colhedoras na Austrália aconteceram antes da II Guerra Mundial, sem grande sucesso comercial. Baseavam-se no conceito de reprodução dos movimentos manuais do corte basal (mais tarde incluindo o corte apical) e na operação de carregamento - que pode ser a de dispor a cana em esteiras no chão, ou de empilhá-la em montes -, esta exigindo um dispositivo para receber a cana e em seguida soltá-la de uma só vez. Eram conhecidas como cortadeiras de cana inteira (*wholestalk harvesters*), que na época representavam o conceito básico das demais colhedoras de uso geral em outros países (EUA, Cuba e Havaí).

Embora não precisando, para ser utilizada, alterar os sub-sistemas de carregamento, transporte e recepção, e sendo possível a sua adoção em pequenas propriedades, essa colhedora tinha o defeito de ser eficiente apenas para

as canas eretas, por não conter dispositivo que possibilitasse levantá-las imediatamente antes de se efetuar o corte. Dessa forma, e por ser a parte do colmo mais próxima ao solo a mais rica em sacarose, podiam-se ter grandes perdas nesse tipo de corte, rebaixando a receita bruta do produtor, assim como a da usina, pela queda nos rendimentos industriais.

O período da Guerra não foi tão favorável para a Austrália como para o Havaí e a Luisiana. Apesar da escassez de mão-de-obra ter sido semelhante, houve problemas de mercado com a retração da demanda externa e a redução da importação de fertilizantes, máquinas e implementos.

O desenvolvimento da colhedora em Queensland foi conduzido desde 1930 pela Fairymead Sugar Company, de Bundaberg, distrito de Southern, localizado na região sudeste. Em relação ao padrão australiano de pequenas propriedades, tratava-se de uma *plantation* (grande propriedade capitalista), com integração vertical das áreas agrícola com a usina, contando com 30% de pequenos fornecedores. Foi essa empresa que financiou o desenvolvimento de pequenas colhedoras do tipo *chopper harvesters* (que compreendem um sistema contínuo de corte, picagem e limpeza dos colmos), sem qualquer sucesso, até que, em 1940, construiu uma cortadeira de cana inteira de grande capacidade e uma carregadeira mecânica, amplamente bem-sucedidas alguns anos depois ao serem utilizadas onde as canas eram eretas e leves, devido ao período mais curto de corte, de 12 meses, além de plantadas em áreas de baixa declividade - uma situação semelhante à encontrada na Luisiana.

O tamanho mínimo de área a ser cortada foi um impedimento à sua adoção, em virtude de o tamanho das propriedades na Austrália ser, em média, menor do que o mínimo econômico. Devido a isso, na década de 1950, houve várias iniciativas de empreendedores individuais (COLHEITA, 1952) e de empresas multinacionais, como a subsidiária da Massey-Ferguson. O grande impulso à mecanização do corte naquele país surgiu quando se disseminou o uso de grandes máquinas colhedoras, construídas no conceito *chopper harvesters*, autopropelidas, a partir dos anos 60, superando deficiências técnico-econômicas anteriores pelo uso de materiais mais leves, de mecanismos hidráulicos, motores diesel e avanços na concepção dos projetos -

⁵As considerações a seguir baseiam-se na mais completa análise sobre o caso australiano, que foi possível obter, de BURROWS e SHLOMOWITZ (1992:66-75).

uma combinação que não estava disponível antes, de acordo com evidências encontradas por BLYTH (1965). Em 1968, 70% do total colhido mecanicamente eram operados por essas colhedoras automotrizes e, em algumas áreas, na região Nordeste, chegava-se a 95% da cana ofertada às usinas (PRICE e BLYTH, 1968).

Mas a difusão dessas máquinas só foi possível por mudanças organizacionais. Mantendo-se o perfil de distribuição de terras, com o baixo padrão médio de tamanho das propriedades, foram organizadas cooperativas que se encarregavam de comprar as colhedoras e executar os serviços de colheita, surgindo também empresas vendedoras desse tipo de serviço para atender o novo mercado.

3 - EM BUSCA DO FUGIDIO PADRÃO INTERNACIONAL

A questão relevante, que emerge da análise dos casos internacionais de mecanização do corte de cana, é a de que não existe um único padrão, capaz de identificar uma relação causal bem definida.

A perspectiva analítica de utilizar os vários fatores intervenientes, assim como a relação entre eles, parece ser a mais plausível, dada a natureza não-linear do processo de inovação, mesmo quando surge um fator ou condição que se sobreponha aos demais em termos econômicos. A experiência do Havaí, que sugere ser um caso típico de indução à mudança técnica pela forte precedência de forças do lado da demanda, pode ser qualificada pela oferta, enquanto nos demais países aparece mais claramente a ação conjugada, com alguma inclinação para o lado da tecnologia e de mudanças organizacionais condicionadas pela oferta de tecnologia.

Sem dúvida, a importância dos preços dos fatores de produção e as condições gerais do mercado não podem ser negadas ao sinalizar a necessidade da mudança técnica nos países analisados. Mas, em todos eles, vários fatores do lado da oferta, agindo como forças independentes, influíram na direção e na difusão desse particular processo de inovação. A Guerra Mundial de 1939-45, que pode ser considerada um evento independente no contexto das economias canavieiras, influiu poderosamente na direção da mecanização do corte, mais em algumas regiões do que em outras, dadas certas interações com

as especificidades locais - edafo-climáticas, nível de desenvolvimento prévio, sucesso/fracasso em superar as restrições técnicas, contexto institucional (políticas de apoio, sistema de pesquisa, etc.) e assim por diante. Pode-se interpretar esses movimentos de forma resumida, conforme a análise para cada caso, recorrendo-se da Tabela 1 como fonte auxiliar.

A tardia evolução cubana dependeu de seu nível de desenvolvimento anterior à Revolução, cristalizado como um país dependente, economicamente atrasado e dirigido por uma elite predatória. O processo revolucionário que culminou com a queda de Fulgêncio Batista, em 1959, transformou a economia e a sociedade cubanas, colocando-as em novas bases, da década de 1960 em diante.

As condições gerais do desenvolvimento cubano alteraram a disponibilidade da força de trabalho para o corte da cana, sinalizando a necessidade de mecanizá-lo. Contudo, a direção do desenvolvimento tecnológico da mecanização foi afetada pelo bloqueio comercial, imposto pelos Estados Unidos e por desequilíbrios técnicos no desenvolvimento das máquinas, e a difusão foi afetada pela incompreensão da necessidade de mudança organizacional e pela ausência de uma estrutura sistêmica adequada ao corte mecânico, carregamento, transporte e recepção. Em contrapartida, atuaram favoravelmente em ambos os aspectos as condições de solo e clima, o apoio governamental, os acordos Cuba-URSS e o acesso a novas técnicas, com desenvolvimento compartilhado.

O Havaí, que em 1938 já tinha uma região canavieira com corte totalmente mecanizado, conseguiu antecipar-se às demais regiões pela elevada escassez de mão-de-obra. O consequente esforço na direção da mecanização de seu processo produtivo foi auxiliado por um mercado favorável. Mas os problemas técnicos e suas condições de uso de solo não permitiram



TABELA 1 - Percentagens de Mecanização do Corte em Países/Regiões Seleccionadas

Anos	Cuba	Havaí	Luisiania	Austrália
1938		100-região de Ewa		
1942		67		
1946			63	100-Fairymead Co
1950		100	100	
1965				37
1970	1			
1971				98
1979	42			
1989	71			

Fonte: Dados extraídos dos textos citados.

desenvolver de imediato um equipamento plenamente adequado. O evento representado pela II Guerra Mundial foi neste caso absolutamente decisivo, ao garantir mercados e determinar a direção do desenvolvimento tecnológico a ser seguido, dada a redução drástica da oferta de mão-de-obra, com a difusão sendo qualificada por sua especificidade de solo e tipos de cana.

A Luisiania, por sua vez, encontrou condições gerais de mercado e escassez/abundância de fatores próximas ao caso havaiano, mecanizando-se rapidamente e em proporções semelhantes. Mas a difusão da mudança técnica foi influenciada pelas suas particulares condições adversas de clima, que impuseram a necessidade de um ritmo veloz no corte, bem como pelo tipo de cana mais leve e por um contexto institucional favorável - em termos de P&D (Pesquisa e Desenvolvimento) e aproveitamento de habilidades e soluções técnicas derivadas desse contexto.

A Austrália enfrentou um longo período de lentidão, apesar de sua *driving force* (força diretiva) ser a da mecanização, por ter sido um dos primeiros países a mecanizar a operação de plantio, e de sempre ter tido escassez de mão-de-obra e altos salários. Suas máquinas colhedoras, com base no conceito de corte da cana inteira, não satisfaziam os requisitos de qualidade, enquanto aquelas desenvolvidas no conceito de corte, picagem, limpeza e carregamento não contavam com a possibilidade de combinar os novos materiais e concepção de projeto passíveis de torná-las economicamente superiores. Mas quando isso se deu, a partir dos anos 60, a

direção do processo de inovação ficou com um horizonte bem definido em termos de obtenção de bons resultados, difundindo-se rapidamente pela mudança de fundo organizacional, com a criação das cooperativas para executar os serviços mecanizados do corte.

4 - CONSIDERAÇÕES FINAIS

Em termos gerais, pode-se concluir que inexistente um padrão internacional, exceto em termos muito amplos na direção da mecanização completa. Entretanto, examinando-se mais detalhadamente, percebem-se algumas características comuns a todos os casos, que podem servir de norte. Uma primeira diz respeito à competência técnica dos produtores de máquinas em encontrar soluções de engenharia capazes de superar as limitações naturais de clima e solo e em obter, junto com os usuários, maior eficiência técnica no manejo da matéria-prima. Uma segunda - representada pelo evento Guerra - pode ser interpretada como um elemento incerto e aleatório, que sempre surge em decorrência da evolução da sociedade e do processo de desenvolvimento econômico e que pode ser decisivo para imprimir uma direção ao desenvolvimento tecnológico. Uma terceira reside na propensão - ou na criação de condições - à mudança organizacional como forma de adequar-se aos novos processos técnicos. E, uma quarta, na necessidade de apoiar-se em instituições de P&D, públicas e privadas, com o devido suporte de fundos para financiamento, a fim de dar prosseguimento ao processo de inovação.

O pioneirismo desses países sugere que o sucesso do fenômeno dependeu de interações positivas entre estes e outros fatores ligados ao lado da oferta para imprimir o horizonte tecnológico adequado e rapidez à difusão, com os preços relativos e o mercado sinalizando, persistentemente, necessidades de transformação.

Assim, a principal lição extraída deste trabalho é a de que o processo de inovação é complexo, interagindo nele aspectos do meio ambiente sócio-econômico de diversas ordens

que não podem ser desconsiderados. A análise da mudança técnica, representada pelo corte mecanizado na cana-de-açúcar, deve levar em conta, do ponto de vista macroeconômico, as condições gerais da economia e, do ponto de vista do processo de inovação em si, as condições que influem no desenvolvimento da tecnologia, assim como aquelas que influem na difusão da técnica, depois de adotada, ambas no mesmo nível de importância das considerações estritamente econômicas definidas pelos preços relativos, custos e investimentos.

LITERATURA CITADA

- ABBOTT, G. C. **Sugar**. London: Routledge, 1990. 357p.
- ALVES, FRANCISCO J. C. et al. **Impactos tecnológicos, sócio-econômicos e ambientais da implantação do corte de cana crua na região de Ribeirão Preto**. São Carlos, SP: UFSCar, 1977. 143p. Mimeo. (Relatório Final de Projeto de Pesquisa).
- BLYTH, K. A. Mechanization of cane harvesting in Australia. **Sugar y Azucar**, v.60, n.6, June 1965.
- BURROWS, G.; SHLOMOWITZ, R. The lag in the mechanization of the sugarcane harvest: some comparative perspectives. **Agricultural History**, v.66, n.3, p.61-75, 1992
- BUZZANELL, P.; ALONSO, J. F. Cuba's sugar economy: recent performance and challenges for the 1990's. **Sugar and Sweetener Situation and Outlook Report**, Washington, p.17-28, June 1989.
- CARDOSO, Eno. A motomecanização dos canaviais paulistas. **Brasil Açucareiro**, Rio de Janeiro, v.39, n.2, p.67-68, fev. 1952.
- COLHEITA mecânica da cana na Austrália. _____, Rio de Janeiro, v.40, n.5, p.110-111, nov. 1952.
- COMISSÃO TÉCNICA DE CANA-DE-AÇÚCAR. **Relatório preliminar sobre processos de colheita**. São Paulo: SAA, 1997. Mimeo.
- CRÔNICA açucareira internacional. **Brasil Açucareiro**, Rio de Janeiro, v.23, n.4, p.18-19, abr. 1944.
- FAUCONNIER, R. Standard of living and degree of mechanization of sugar cane harvesting. In: PROCEEDINGS OF CONGRESS, 18., Cuba, 1983. **Anais... Cuba: International Society of Sugar Cane Technologists**, v.1, p.505-519, 1983.
- GOMES, Frederico P.; LIMA, Urgel de A. A cana-de-açúcar no mundo. **Brasil Açucareiro**, Rio de Janeiro, v.65, n.5, p.42-50, maio 1965.
- A INDÚSTRIA açucareira em Lousiana. _____, Rio de Janeiro, v.42, n.2, p.82-84, ago. 1953.
- MONT'ALEGRE, Omer. O açúcar na Austrália. _____, Rio de Janeiro, v.79, n.4, p.20-26, abr. 1972.
- POLLITT, Brian H.; HAGELBERG, G. B. A economia açucareira cubana na época da URSS e depois. **Revista de Economia e Sociologia Rural**, Brasília, v.31, n.3, p.161-196, jul./set. 1993.
- PRICE, R. A.; BLYTH, K. A. A consideration of chopper and wholestalk harvest in Australia. In: PROCEEDINGS OF THE ISST, 17., 1968. p.1513-1521.

+ ↗

- RÍPOLI, TOMAS C. Considerações sobre colheita mecânica da cana-de-açúcar. **Revista de Mecanização Rural**, São Paulo, v.1, n.4, p.31-35, 1981.
- SANTOS, Zuleima A. P. de S. **Adoção tecnológica na agricultura paulista**. São Paulo: USP/IPE, 1984. 119p. (Série Ensaio Econômicos, v.35).
- SOUSA, José A. G. C. **A cultura da cana-de-açúcar na Austrália**. Rio de Janeiro: IAA/Divisão de Assistência à Produção, 1972. 15p.
- _____. A cultura da cana-de-açúcar na Louisiana (USA). **Brasil Açucareiro**, Rio de Janeiro, v.53, n.1, p.6-15, jan. 1959a.
- _____. Dados sobre a lavoura da cana-de-açúcar em Louisiana. _____, Rio de Janeiro, v.54, n.2, p.6-10, ago. 1959b.
- TIMOSHENKO, V. P.; SWERLING, B. C. **The world's sugar: progress and policy**. Stanford (Cal): Stanford University Press, 1957. 364p.
- TOLEDO, Paulo E. N.; YOSHII, Regina J.; OTANI, Malimíria N de. Avaliação do potencial de uso das colheitadeiras de cana-de-açúcar no estado de São Paulo. **Informações Econômicas**, São Paulo, v.21, n.6, p.13-20, jun. 1991.
- VEIGA FILHO, Alceu de A.; SANTOS, Zuleima A. P. de S. Padrão tecnológico da cana-de-açúcar no estado de São Paulo: evidências empíricas da evolução na cultura. _____, São Paulo, v.25, n.8, p.15-25, ago. 1995.
- ZANCA, O. The evolution of mechanized sugar cane harvesting in Brazil. **International Sugar Journal**, v.82, n.973, p.7-10, 1980.

EXPERIÊNCIAS HISTÓRICAS INTERNACIONAIS DE MECANIZAÇÃO DO CORTE DA CANA-DE-AÇÚCAR

SINOPSE: *Este trabalho levanta a experiência histórica da mecanização do corte da cana-de-açúcar nos países e regiões do mundo que avançaram no processo. O objetivo foi o de verificar a existência de padrões que pudessem servir de parâmetros orientadores ao processo brasileiro e principalmente paulista, o qual é o mais adiantado do País. As evidências encontradas conduzem a entendê-lo como algo complexo, dirigido pelos preços dos fatores de produção, pelo mercado de produtos e por vários outros condicionantes classificáveis como fatores do lado da oferta, tais como aqueles que influenciaram no desenvolvimento tecnológico, em nível da produção do equipamento e de seus problemas técnicos para alcançar eficiência, e os que influenciaram na sua difusão, tais como o apoio de P&D, as mudanças organizacionais e as condições específicas de clima e solo.*

Palavras-chave: *economia canavieira internacional, mecanização do corte da cana, inovação tecnológica, história.*

INTERNATIONAL HISTORIC EXPERIENCES IN SUGARCANE CUT MECHANIZATION

ABSTRACT: *This paper analyses sugarcane harvesting mechanization history in countries and regions in which this process was more advanced. It aimed to verify the existence of patterns that may serve as guiding parameters to the Brazilian process, mainly that of São Paulo state. The evidence found suggests understanding this process as something complex, directed by factors production prices, market products, and several other conditioners. The latter can be classified as supply side factors, such as those influencing the technological development concerning equipment production*

Informações Econômicas, SP, v.28, n.7, jul. 1998.

level and its technical problems towards efficiency. By contrast, there are factors influencing its diffusion, such as organizational changes, support of R&D, as well as soil and weather conditions.

Key-words: *international sugarcane economics, sugarcane mechanical harvesting, technological innovation, history.*

Recebido em 10/06/98. Liberado para publicação em 10/07/98.

Informações Econômicas, SP, v.28, n.7, jul. 1998.