

# **INOVAÇÕES NO SISTEMA DE PRODUÇÃO DE CANA-DE-AÇÚCAR: uma contribuição do Protocolo Agroambiental para a região de Piracicaba, Estado de São Paulo<sup>1</sup>**

Sérgio Alves Torquato<sup>2</sup>  
Kátia Regina E. de Jesus<sup>3</sup>  
Catiana Regina Brumatti Zorzo<sup>4</sup>

## **1 - INTRODUÇÃO**

### **1.1 - Histórico**

A agroindústria canavieira no Brasil tem grande relevância devido à geração de emprego e renda, geração de divisas, competitividade no sistema agroindustrial e geração de energia renovável.

O Estado de São Paulo, maior produtor nacional de cana-de-açúcar, responde por 56,2% da produção nacional (IEA, 2014) e, na safra 2013/14, 83,7% da sua área com cana foi colhida sem queima (SMA, 2014).

A cana-de-açúcar é o principal produto do Valor da Produção Agropecuária (VPA) paulista, estudo realizado por Tsunechiro, Coelho e Miura (2013), mostra que respondeu por 44,7% do VPA estadual em 2011. O valor da produção da cana-de-açúcar para o ano de 2011 no Estado de São Paulo resultou em renda bruta estimada de cerca de R\$21 bilhões, configurando-se como a principal atividade agropecuária.

Com os avanços tecnológicos, modernização do setor e a disseminação da informação para a sociedade, ficou insustentável o uso da queima como método de despalha da cana-de-açúcar para fins de colheita. Dessa forma, houve pressão da sociedade e do Ministério Público Federal<sup>5</sup> para a erradicação da queima

da cana-de-açúcar para fins de pré-colheita por meio da adoção de políticas públicas que regularam o tema.

Esta prática é utilizada desde meados do século XX para facilitar o corte manual feito pelos trabalhadores e para controlar as pragas comuns à cultura. No entanto, causa impactos danosos para o meio ambiente e externalidades negativas para as comunidades circunvizinhas à lavoura canavieira, devido ao lançamento de poluentes atmosféricos e particulados, causando danos à saúde, sobretudo problemas respiratórios.

A Lei Estadual n. 11.241/2002 (SÃO PAULO, 2002) estabeleceu prazos para o fim da queima da palha de cana-de-açúcar. Deste modo, visando atender aos requisitos da sustentabilidade e às demandas da sociedade, o governo do Estado de São Paulo, por meio das Secretarias do Meio Ambiente e Agricultura e Abastecimento, com o objetivo de antecipar os limites estabelecidos pela lei, assinou um protocolo de intenções em 2007 com a União da Indústria de Cana-de-açúcar (UNICA) e, em 2008, com a Organização de Plantadores de Cana da Região Centro-Sul do Brasil (ORPLANA), denominado Protocolo Agroambiental do Setor Sucroenergético Paulista, a partir do qual foi criado um cronograma de eliminação da queima da cana, com a ampliação da mecanização da colheita para os signatários (usinas e fornecedores), dentre outras diretivas agroambientais. Os signatários que cumprirem com essas diretivas recebem o Certificado Etanol Verde, reconhecendo-se assim o compromisso assumido com o meio ambiente (TORQUATO; RAMOS, 2012).

<sup>1</sup>Registrado no CCTC, IE-51/2014

<sup>2</sup>Economista, Mestre, Pesquisador Científico da Agência Paulista de Tecnologia dos Agronegócios (APTA) (e-mail: storquato@apta.sp.gov.br).

<sup>3</sup>Bióloga, Doutora, Pesquisadora da EMBRAPA Meio Ambiente - CNPMA (e-mail: katia.jesus@embrapa.br).

<sup>4</sup>Bióloga, Mestre, Universidade Federal de São Carlos, UFS-Car/EMBRAPA Meio Ambiente - CNPMA (e-mail: catianaregna@gmail.com).

<sup>5</sup>O Ministério Público Federal impetrou várias ações civis públicas impedindo a queima da cana-de-açúcar em várias

regiões do Estado de São Paulo, que poderiam causar prejuízos sociais e econômicos para os referidos municípios das subseções judiciárias e produtores. Desse modo, o Protocolo Agroambiental foi uma tentativa de resposta do governo e do setor para dirimir essas pressões.

## 1.2 - Aspectos Técnicos

Do ponto de vista da sustentabilidade, a proposta da mecanização do plantio e da colheita tinha por objetivo alguns benefícios, dentre eles: a) o fim da poluição por queima dos canaviais; b) trabalho menos penoso para os trabalhadores da lavoura; c) maior produtividade; e d) a utilização do palhicho como fonte de energia e cobertura vegetal. Porém, os investimentos em mecanização são mais comuns nas áreas próprias e administradas pelas usinas, devido ao alto custo dos maquinários que compõem as frentes de colheita.

Há certo consenso no que diz respeito à eliminação da queima da cana para fins de colheita em relação aos benefícios ambientais, principalmente para a qualidade do ar, mas com relação aos ganhos agronômicos, produtividade e eficiência, as incertezas ainda perduram, principalmente para os pequenos e médios fornecedores de cana-de-açúcar.

O novo processo de colheita, utilizando máquinas, introduz um novo arranjo na disposição, gestão e traçado dos talhões para que a máquina possa operar com eficiência. O investimento em máquinas para a colheita pressupõe, dentre outras coisas, uma queda no custo operacional. Estudos realizados por Rodrigues (2008) chegaram a valores de US\$3,06/t para o custo da colheita mecanizada de cana crua e de US\$7,74/t para a colheita manual de cana crua, observando-se uma diferença de valores de 60,46% favorável ao custo da tonelada de cana crua colhida com máquinas. Já na relação colheita manual com queima e colheita mecanizada, o estudo apresentou uma redução de 32,74% a favor da colheita mecanizada, ou seja, US\$3,06/t para o custo da colheita mecanizada da cana sem queima e de US\$4,14/t para a colheita manual da cana queimada (RODRIGUES; SAAB, 2007). Estes valores de custo variam de região para região, de acordo com o tipo de solo, velocidade da máquina, declividade, variedade da cana-de-açúcar, produtividade, etc.

De modo geral, o processo de mudança de sistema de produção de colheita manual da cana-de-açúcar para uma colheita mecanizada demanda maior planejamento de alteração e/ou adequação da área a ser colhida. Essa sistematização da área implica em alto custo, que deve ser observado no planejamento da mudança de

sistema de produção.

Muitas vezes a área a ser colhida mecanicamente impõe restrições para o uso de colhedoras, principalmente em função da declividade e do tamanho da área, diferentemente da colheita manual precedida de queima. Diante disso, o agricultor/produtor precisa fazer a sistematização dos canaviais, levando em consideração alguns critérios: verificar características do curso da água na área a ser sistematizada, para evitar erosão e perdas de solo, água e degradação biológica; observar o declive e demais características do solo e adotar o terraceamento adequado da área; aumentar a extensão de percurso da colhedora (tiro) para diminuir o número de manobras; observar o espaçamento entre as linhas de cana e a área de rodagem da colhedora para minimizar o pisoteio e compactação do solo; e adotar práticas conservacionistas para cada tipo de solo, relevo e preparação do solo.

A não adoção deste planejamento para sistematização do solo e/ou a rapidez da conversão da colheita manual para a mecanizada causou alguns danos ao setor, principalmente aos pequenos produtores, que alijados do processo por dificuldade de adequação em função das restrições financeiras e físicas do terreno, não obtiveram a produtividade esperada nas últimas safras (ORPLANA, 2014a). Os resultados poderiam ter sido mais favoráveis, se o ambiente de produção tivesse passado por alguns ajustes, como alteração nas curvas de nível, diminuição da declividade do solo através de técnicas de terraceamento, mudanças no espaçamento entre linhas e de sulcação, introdução de variedades mais adequadas à mecanização. Porém, todas essas adequações ainda estão ocorrendo durante o processo de mudança do sistema. A readequação dos canaviais para a nova realidade de cultivo e de colheita demanda inovações, que incluem pesquisa, desenvolvimento técnico e extensão rural.

A ausência de uma política pública de apoio direto aos produtores, no sentido de orientá-los ou amortizar os altos custos dessas mudanças, tem sido apontada como uma das causas das dificuldades pelas quais o setor vem passando nos últimos anos, situação agravada na safra 2014/15 com a ausência de chuvas.

A principal categoria de agente impactado por esse processo foram os fornecedores de cana, que em sua maioria exploram pequenas

áreas agrícolas e têm dificuldade para viabilizar a colheita mecanizada, seja por conta da baixa produção, do tamanho das áreas, da declividade, seja pelas dificuldades técnicas e financeiras para realizar a sistematização da área, compra das colhedoras e seus implementos, que compõem as frentes de colheita.

Os fornecedores da região de Piracicaba no Estado de São Paulo ainda não comprovaram os benefícios econômicos da mudança do sistema em sua plenitude, evidenciando a necessidade de aprimoramento do conhecimento para que o investimento na tecnificação da colheita seja eficiente e traga também os resultados econômicos almejados.

A eliminação da queima da cana para fins de colheita é um processo irreversível. Mas tendo em vista a manutenção da produtividade e a transição com menor prejuízo para as partes envolvidas, ela devia ter sido melhor planejada juntamente com os produtores, para que ajustes técnicos para sua implementação fossem mais discutidos e alternativas à mudança do sistema de produção de colheita manual queimada para a mecanizada ocorressem utilizando um cronograma adequado de transição com critérios técnicos e científicos. Assim, estudos dos impactos decorrentes desta mudança de sistema de produção em São Paulo podem apoiar o setor e agentes públicos para uma reflexão sobre o planejamento da segunda fase dessa mudança de sistema.

## 2 - OBJETIVOS

Este trabalho tem por objetivo discutir a inovação no sistema de produção de cana-de-açúcar a partir da introdução da mecanização da colheita e seus impactos, com a decorrente alteração na gestão no campo.

O estudo foi desenvolvido a partir do levantamento de dados e informações, junto às usinas signatárias do Protocolo Agroambiental, como também aos agentes que atuam na cadeia de produção. Visa, principalmente, elucidar o processo de mudança no sistema de produção a partir da colheita manual *versus* a colheita mecânica e os impactos desta mudança para os fornecedores de cana da região de Piracicaba, Estado de São Paulo.

## 3 - MATERIAL E MÉTODOS

A metodologia de trabalho escolhida identificou como objeto de estudo a "produção e sustentabilidade da cana-de-açúcar", categorizando suas características e particularidades, em consideração ao fenômeno "mudança nos sistemas de produção", conforme preconizada por Vergara (2009), em função da mudança no sistema de produção de cana vigente ser algo novo, carecendo de informações que possam sistematizar os ajustes necessários e seu planejamento. A pesquisa apresenta um caráter descritivo exploratório, utilizando os dados obtidos nas visitas técnicas do Protocolo Agroambiental Paulista, banco de dados de instituições públicas e as informações geradas por publicações referentes à produção de cana-de-açúcar face aos seus impactos nas diversas áreas. Pode-se considerar a utilização de observações e de ideias apreendidas durante as visitas como fator indutor das análises contidas neste trabalho.

Foram consideradas nesse estudo 8 visitas (das 79 realizadas) de um total de 162 usinas signatárias do Estado de São Paulo, durante as safras 2009/10 e 2010/11. As visitas tiveram uma abordagem de avaliação técnica induzida por meio de questionário padrão direcionado aos diretores, gerentes e técnicos-agrícolas. Os resultados das entrevistas foram transcritos e tabulados para análise quantitativa e qualitativa como complementar aos dados disponíveis nas bases de dados do IEA e UNICA. Para questão de análise, foram extraídos do universo da amostra dados para a região de Piracicaba.

## 4 - RESULTADOS

Atualmente no Estado de São Paulo, a cana é oriunda de terras próprias e arrendadas das usinas produtoras de açúcar e álcool, de fornecedores com contratos de entrega de cana firmados com usinas e de fornecedores independentes. Casos excepcionais registram ocorrência de fornecedores que atuam no mercado *spot*<sup>6</sup>.

<sup>6</sup>Mercado *spot* refere-se a um mercado imediato com entrega e pagamento à vista. No caso específico do fornecedor de cana, isso ocorre quando negocia e entrega a cana ao preço negociado no dia.

#### 4.1 - O Caso de Piracicaba

A região foco deste trabalho, compreendida pelo Escritório de Desenvolvimento Rural (EDR) de Piracicaba, produziu 13,64 milhões de toneladas de cana-de-açúcar em 2012, ou seja, 3,21% da produção total, para uma área de 161,75 mil hectares (TORQUATO; JESUS, 2014).

Segundo os dados do Protocolo Agroambiental para a safra 2011/12, no EDR/Piracicaba estão sediadas oito usinas de açúcar e álcool, as quais moeram em média cerca de 13,5 milhões de toneladas de cana-de-açúcar, em uma área de aproximadamente de 110,6 mil hectares.

No último relatório do perfil da produção dos fornecedores de cana-de-açúcar na safra 2009/10, divulgado pela ORPLANA, consta que na região de Piracicaba existem 5.111 fornecedores independentes e parceiros, com área média de 41 hectares. Os fornecedores independentes do Estado de São Paulo nesta safra (2009/10) produziram 124 milhões de toneladas de cana-de-açúcar; deste total, e os fornecedores de Piracicaba respondem por cerca de 14,5%, ou seja, 17,98 milhões de toneladas de cana. Para Nachiluk e Oliveira (2013), os fornecedores na safra 2011/12 foram responsáveis por 25% da cana processada no Estado de São Paulo. Portanto, uma categoria importante para o setor canavieiro paulista.

Para Torquato, Fronzaglia e Martins (2010, apud GONÇALVES, 1999, p. 132), a mecanização da colheita da cana-de-açúcar traz embutida a necessidade de adequação da escala do empreendimento para as lavouras que tenham em média 500 hectares. Desta forma, é possível concluir que os pequenos fornecedores perderiam importância, em especial aqueles com área com declive e/ou que estejam fora da escala mínima de produção eficiente, fatores que dificultam ou impedem a mecanização. A área média para cada colhedora no Estado de São Paulo em 2011 foi de 1.390,8 hectares por ano/safra (TORQUATO, 2013).

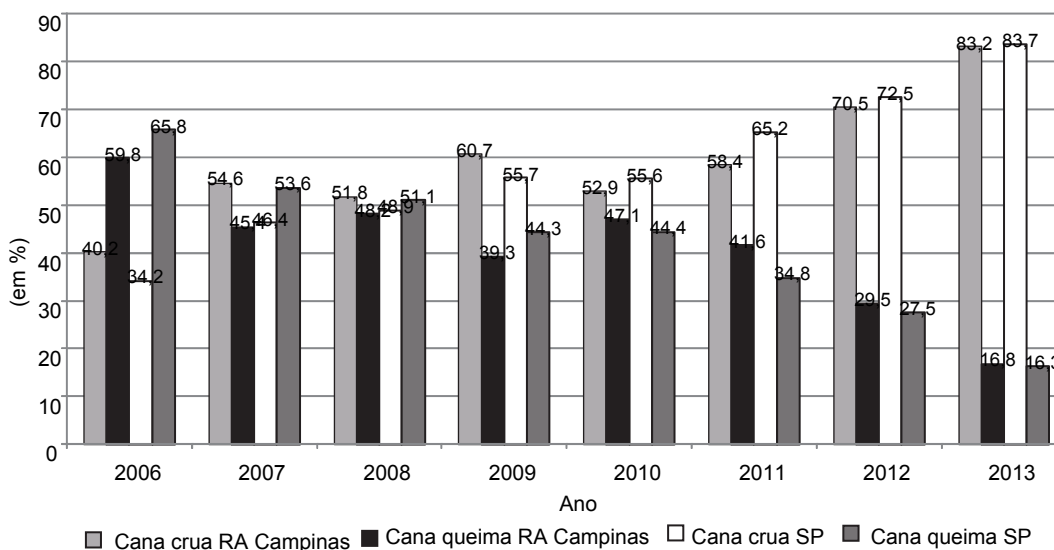
É possível observar na figura 1 que a Região Administrativa (RA) Campinas, onde está inserida a região de Piracicaba, teve índices de cana crua (colhida com máquina), superiores a média do estado até o ano de 2009, quando começou a ter índices de mecanização inferiores

que a média estadual. Pressupõe que essa variação e mudança no índice a partir de 2009 são devido à estratégia de iniciar a mecanização nas áreas mais adequadas para esse tipo de colheita, ou seja, áreas maiores e com menor declividade. Sistematizando essas áreas mais adequadas, restaram apenas as áreas com maiores dificuldades e, desta forma, a partir de 2010 os índices de mecanização estadual ficaram mais altos que da RA de Campinas. No limite algumas áreas não adequadas (declividade, tamanho, e com pedras) serão descartadas para o cultivo da cana-de-açúcar.

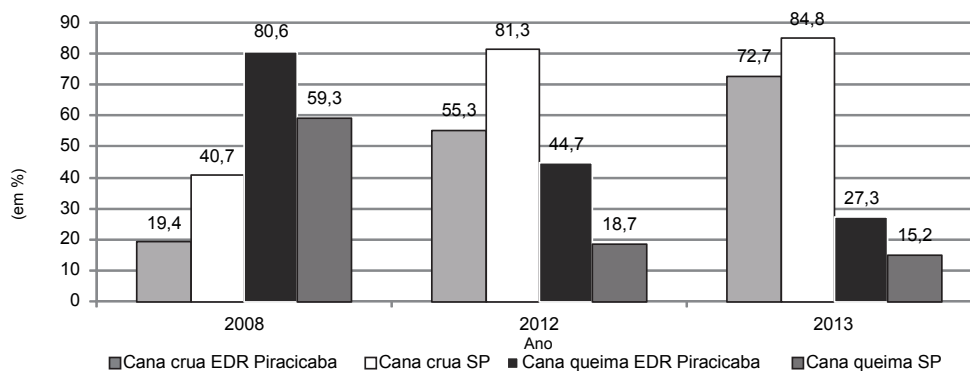
Os dados apresentados na figura 2 indicam que, no EDR de Piracicaba, os índices de mecanização (cana crua) são menores do que os índices para o Estado de São Paulo. Como o universo de municípios da RA de Campinas (90 municípios) é diferente da quantidade de municípios do EDR de Piracicaba (16 municípios), isso leva a uma diferença no índice de mecanização (cana colhida crua com colhedora). No primeiro caso são incluídos municípios com pouca tradição no cultivo da cana. Já no segundo, concentra-se em municípios agrícolas e com predominância da cana-de-açúcar e, desta forma as dificuldades com relação à mecanização são mais expressivas.

Ainda, segundo a ORPLANA (2014b), no município de Piracicaba, na safra 2013/14, o índice foi de 49% de colheita mecanizada. Considerando usinas e fornecedores para o município de Piracicaba, este percentual aumenta para 68% de colheita de cana crua com máquinas. A média de produtividade da cana-de-açúcar na região de Piracicaba ficou em 79,86 t/ha abaixo da esperada de uma média histórica de 87 t/ha. Segundo estudo feito pelos pesquisadores do Instituto de Economia Agrícola (IEA), no EDR de Piracicaba esse índice era de 55,3% na safra 2012/13 (FREDO et al., 2014).

Os municípios do Estado de São Paulo com maiores extensões de área na faixa de 87 a 40 mil hectares apresentam em média 94,6% de área mecanizável, com exceção do município de Piracicaba, onde a média é de 80,3%, ou seja, em 19,7% da área não seria possível, *a priori*, a mecanização da colheita. Considerando a área plantada total do estado, o índice vai para 90,5% de área mecanizável (TORQUATO; FRONZAGLIA; MARTINS, 2010).



**Figura 1** - Evolução da Mecanização da Colheita da Cana-de-açúcar, RA de Campinas e Estado de São Paulo, 2006 a 2013. Fonte: Dados da pesquisa e UNICA (2015).



**Figura 2** - Evolução da Mecanização da Lavoura de Cana-de-açúcar, EDR de Piracicaba e Estado de São Paulo, 2008, 2012 e 2013. Fonte: Elaborada pelos autores a partir de dados de Fredo et al. (2008, 2014 e 2015).

#### 4.2 - Inovação e Adequação no Setor Canavieiro

Nos últimos anos, o setor sucroalcooleiro passou por fortes transformações e a adequação à realidade colocada por essa nova dinâmica de mercado é um imperativo que acirra ainda mais a competição interna. A entrada de novos grupos econômicos e a introdução de modernos sistemas de produção preveem uma melhor gestão dos custos, e as adequações técnicas e tecnológicas visam ao incremento da sustentabilidade ambiental e econômica (TORQUATO; MARTINS; RAMOS, 2009).

Em termos de tecnologia e geração de inovação, o setor canavieiro brasileiro foi e é capaz de adequar e gerar novas tecnologias em sua linha de produção, tanto no campo como na indústria.

Conforme Belik (1985), a indústria canavieira nos anos 1920 importava quase a totalidade dos componentes industriais nas usinas e, ao longo do tempo, essa dependência externa se modificou com a implantação de indústria de base mecânica direcionada a produção de máquinas, equipamentos e componentes para as usinas de açúcar e álcool.

Segundo esse mesmo autor (BELIK,

1985), as inovações no setor canavieiro foram mais potencializadas no desenvolvimento de novas variedades capazes de melhorar a produtividade e resistência a pragas e doenças. As atenções tanto do setor público (institutos de pesquisa e órgãos do governo), quanto as do setor privado (associações, usinas e cooperativas) estão voltadas para a pesquisa de novas variedades.

Programas de melhoramento varietal como do Instituto Agrônomo de Campinas (IAC), o Programa Nacional de Melhoramento da Cana-de-açúcar (PLANALSUCAR) e do Centro de Tecnologia Canavieira (CTC), em São Paulo, direcionadas às pesquisas com cana-de-açúcar, impulsionaram a introdução de inovações agrícolas que resultaram em ganhos de produtividade.

O setor sucroalcooleiro avançou na absorção de novas tecnologias na indústria, melhorando sua eficiência no processo produtivo, e também a produtividade na produção de açúcar e álcool e na utilização da energia (vapor, calor, energia elétrica) eliminando perdas no processo.

O setor vem acelerando a mudança de postura frente à necessidade de inovação como fator de competitividade e diminuição de riscos ao introduzir e/ou ampliar a produção de energia elétrica como negócio, isto é, melhorar a eficiência das caldeiras para produzir mais energia elétrica a fim de gerar excedentes que possam ser vendidos ao Sistema Interligado Nacional (SIN).

Outro salto importante que o setor almeja dar é a produção de etanol celulósico, ou etanol de segunda geração, sendo uma importante inovação que elevará a produtividade na produção de etanol por tonelada de cana-de-açúcar.

As instituições de pesquisa têm papel importante neste processo, tanto como facilitador da operação ou interlocutor, quanto também como indutor e produtor de tecnologias que possam melhorar a eficiência das colhedoras em áreas com maior declive.

Verificou-se o aumento das áreas colhidas mecanicamente no Estado de São Paulo. Comparando o período que compreende as safras 2006/07 a 2013/14, a área colhida com máquina (cana crua) saiu de 1,11 milhão de hectares para 4,03 milhões de hectares, o que representa 34,2% e 83,7 % do total da área colhida no estado, respectivamente (Figura 3). Esse aumento da colheita mecanizada demandou um processo de inovação muito grande no setor, que preci-

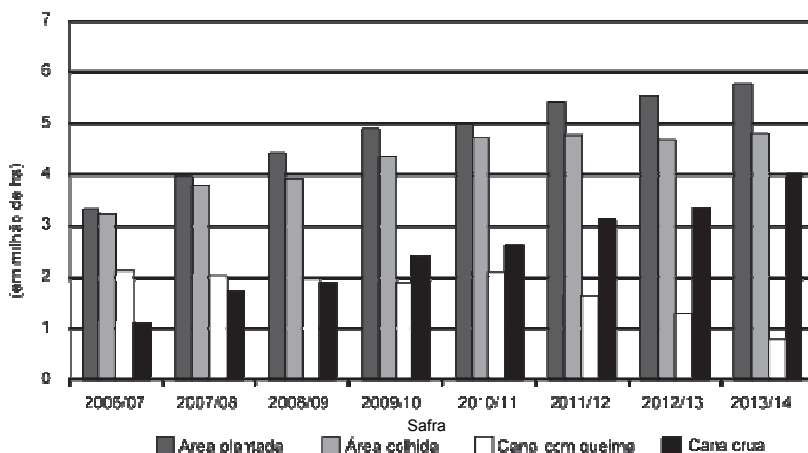
sou mudar suas práticas, a gestão agrícola, a equalização da mão de obra e os conceitos e formas de executar a colheita.

Portanto, o processo resultou em benefícios ambientais, com a redução da queima da cana, e alterou a estrutura de gestão com novas técnicas e equipamentos que demandam novas funções e conhecimento diferenciado para a operação das máquinas. Por outro lado, aumentaram as perdas, os impactos técnicos e agrônomicos na lavoura, impactando na rebrota e acarretando redução na longevidade do canavial. Reis (2009) aponta, sobre o estudo realizado pelo CTC, que as perdas com a colheita mecanizada podem chegar a 10%.

Com o advento da melhoria da tecnologia, colhedoras mais adaptadas, além de melhor preparo e experiência dos trabalhadores que operam as colhedoras, essa produtividade por máquina tende a aumentar. Outro fato que pode colaborar para o aumento da produtividade é a declividade do solo compatível aos parâmetros técnicos para uso de colhedoras, a extensão da área, o tipo de solo e o espaçamento entre linhas de cana. Com o advento de colhedoras mais potentes que são capazes de colher duas linhas de uma só vez, a produção por área será aumentada com mais eficiência e com menores perdas.

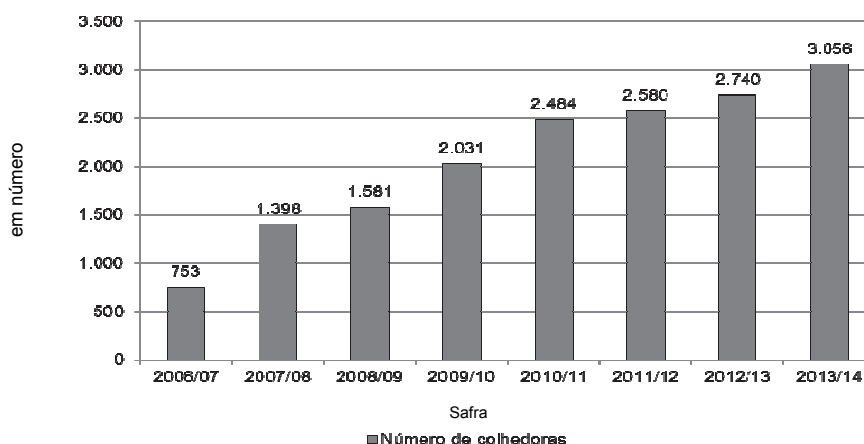
Conforme pode ser observado na figura 4, a partir da safra 2006/07, verifica-se um crescimento do número de colhedoras operando no setor canavieiro. Essa frota de colhedoras no campo dispõe de processos inovadores na forma de conhecimento e tecnologia. Quando a predominância da colheita da cana-de-açúcar era feita de forma semimecânica, isto é, corte manual e carregamento mecânico, utilizando-se do fogo como facilitador da colheita, a quantidade de maquinários era menor, se comparado à colheita totalmente mecanizada. Atualmente, as frentes de colheita mecanizada são compostas por colhedoras, transbordo, tratores, caminhões oficina e caminhão bombeiro. Esse aumento de maquinário no campo trouxe mudanças significativas e a necessidade de avanços em pesquisa e desenvolvimento de colhedoras que sejam adaptadas ao relevo dos solos com cana-de-açúcar. É possível observar na figura 4 que houve um aumento de 305,8% no número de colhedoras de cana-de-açúcar entre a safra 2006/07 a 2013/14.





**Figura 3** - Evolução da Área Plantada, Área Total Colhida, Colhida com Queima e Colhida Crua, Estado de São Paulo, 2006/07 a 2013/14.

Fonte: Elaborada pelo autores a partir dos dados do INPE (2012) e SMA (2014).



**Figura 4** - Evolução do Número de Colhedoras de Cana-de-açúcar, Estado de São Paulo, Safras 2006/07 a 2013/14.

Fonte: Dados da pesquisa e SMA (2014).

Dados do IEA nas safras 2009/10 e 2011/12 apontam que o custo operacional total (COT) do sistema de plantio manual com colheita manual teve queda pouco expressiva em relação ao sistema de plantio manual e colheita mecânica para os fornecedores de cana da região de Piracicaba. Para o IEA, essa queda entre um sistema e outro foi de 4,25% na safra 2009/10, e na safra 2011/12, na região de Piracicaba, foi de 5,42%. Contudo, comparando os mesmos sistemas, ou seja, plantio manual e colheita manual na safra 2009/10 com o mesmo sistema na safra 2011/12, houve um acréscimo considerável nos custos de produção na ordem de 47,41%; já para o sistema que inclui a colheita mecânica, esse acréscimo foi

de 45,77%. Neste caso, estes aumentos podem estar atrelados ao custo trabalhista, insumos, equipamentos e máquinas.

De um lado, o setor canavieiro busca uma oportunidade de diminuir os custos de operação da colheita, com o uso de máquinas, solucionar também as dificuldades trabalhistas na contratação de mão de obra para a colheita manual, como também a falta e/ou disponibilidade desta mão de obra, cada vez mais escassa, devido principalmente, ao aquecimento e demanda de outros setores da economia, como o da construção civil, serviços e comércio. De outro, ainda não foi verificada na prática a queda esperada nos custos de produção, principalmente para os

fornecedores. Esta situação pode ser explicada em função da curva de aprendizagem por parte dos operadores estar ainda em fase inicial, da falta de maturidade da tecnologia e das novas operações, para as quais os fornecedores foram submetidos em um curto espaço de tempo, sem tempo de adaptação ou planejamento, o que acarretou em perdas que impactaram na produtividade, aumentando o custo relativo da colheita, como mencionado anteriormente<sup>7</sup>.

## 5 - CONCLUSÃO

A cana-de-açúcar tem atraído grandes investimentos de diversos países, empresas e empreendedores, por ser um produto de grande interesse econômico, responsável por porção considerável da dinâmica econômica de várias regiões e cidades. A mudança de postura e gestão vem ocorrendo em vários níveis da hierarquia canavieira, desde os fornecedores de cana-de-açúcar até as grandes usinas. No caso das usinas, esse processo é mais acelerado e perceptível, devido ao grande investimento de capital nessas agroindústrias; já para os fornecedores, isso acontece mais lentamente. Os fornecedores de cana, que em sua maioria exploram pequenas áreas com cana, principalmente os da região de Piracicaba, têm dificuldade de viabilizar a colheita mecanizada, seja por conta de baixa produção,

das pequenas áreas, da declividade, seja pelas dificuldades técnicas e financeiras para realizar a sistematização da área e aquisição das colhedoras e seus implementos (frente de colheita). Esses fornecedores necessitam receber medidas de auxílio técnico e econômico que os direcionem para a sustentabilidade de suas atividades.

A mudança no sistema de produção da colheita da cana demandou alterações profundas na gestão do campo, acarretando novas formas de sistematização do solo para adequar o uso intensivo de máquinas. Desta forma, foi necessário mudar o preparo do solo, ou seja, terraceamento - alteração no sistema de base larga para terraços embutidos e/ou invertidos, sulcação - diminuindo o revolvimento do solo, objetivando o controle das águas e conseqüentemente menor erosão, e também mudanças no espaçamento entre linhas, na escolha das variedades de cana, tamanho dos talhões, largura de carregadores e estradas. Tudo isso foi necessário para permitir a operação das colhedoras no campo.

Embora as perspectivas do setor sejam favoráveis em função do potencial de suprir uma demanda crescente de energia de modo mais sustentável, o setor tem sentido os impactos das mudanças climáticas globais, das dificuldades impostas pela nova forma de plantar e colher, das oscilações nos preços, carecendo de uma reestruturação operacional para que volte aos patamares de produção condizentes com o seu grau de importância. Para isso, faz-se necessário criar estratégias e ferramentas que possibilitem orientar políticas públicas que possam corrigir o percurso e possibilitar que tanto fornecedores quanto usinas retomem o crescimento de modo sustentável.

<sup>7</sup>Essa informação foi extraída das reuniões técnicas e visitas do grupo executivo do Protocolo Agroambiental Paulista.

## LITERATURA CITADA

BELIK, W. A tecnologia em um setor controlado: o caso da agroindústria canavieira em São Paulo. **Cardeno de Difusão Tecnológica**, Brasília, v. 2, n. 1, p. 99-136, jan./abr. 1985.

FREDO, C. E. et al. Índice de mecanização na colheita da cana-de-açúcar no Estado de São Paulo e nas regiões produtoras paulistas, junho de 2007. **Análises e Indicadores do Agronegócio**, São Paulo, v. 3, n. 3, mar. 2008. Disponível em: <<http://www.iea.sp.gov.br/out/LerTexto.php?codTexto=9240>>. Acesso em: fev. 2014.

\_\_\_\_\_. Mecanização na colheita da cana-de-açúcar atinge 84,8% na safra agrícola 2013/14. **Análises e Indicadores do Agronegócio**, São Paulo, v. 10, n. 2, fev. 2015. Disponível em: <<http://www.iea.sp.gov.br/out/LerTexto.php?codTexto=13601>>. Acesso em: fev. 2015.



FREDO, C. E. et al. Mecanização na colheita da cana-de-açúcar paulista supera 80% na safra 2012/13. **Análises e Indicadores do Agronegócio**, São Paulo, v. 9, n. 7, jul. 2014. Disponível em: <<http://www.iea.sp.gov.br/out/LerTexto.php?codTexto=13463>>. Acesso em: fev. 2014.

GONÇALVES, J. S. Avanço da mecanização da colheita e da exclusão social na produção canavieira paulista nos anos 90. **Cadernos de Ciência e Tecnologia**, Brasília, v. 16, n. 1, p. 67-86, jan./ago. 1999.

INSTITUTO DE ECONOMIA AGRÍCOLA - IEA. **Banco de dados**. São Paulo: IEA. Disponível em: <<http://www.iea.sp.gov.br/>>. Acesso em: set. 2014.

INSTITUTO NACIONAL DE PESQUISAS ESPACIAIS - INPE. **Dados básicos**. São Paulo: INPE, 2012.

NACHILUK, K.; OLIVEIRA, M. D. M. Cana-de-açúcar: Custo nos diferentes sistemas de produção nas regiões do Estado de São Paulo. **Informações Econômicas**, São Paulo, v. 43, n. 4, jul./ago. 2013.

ORGANIZAÇÃO DE PLANTADORES DE CANA NA REGIÃO CENTRO-SUL DO BRASIL - ORPLANA. **Banco de dados**. São Paulo: ORPLANA. Disponível em: <<http://www.orplana.com.br>>. Acesso: fev. 2014a.

\_\_\_\_\_. **Dados da reunião com técnicos de associações ligadas a Orplana**. São Paulo: ORPLANA, fev. 2014b. (Comunicação pessoal).

REIS, N. G. dos. **Perdas na colheita mecanizada da cana-de-açúcar crua em função do desgaste das facas do corte de base**. 2009. 73 p. Tese (Doutorado em Agronomia) - Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias Campus de Jaboticabal, Universidade Estadual Paulista, São Paulo, 2009.

RODRIGUES, E. B. **Comparação técnico-econômica da colheita de cana-de-açúcar na região de Bandeirantes**. 2008. 130 p. Dissertação (Mestrado em Agronomia) - Universidade Estadual de Londrina, Londrina, 2008.

\_\_\_\_\_.; SAAB, O. J. G. A. Avaliação técnico-econômica da colheita manual e mecanizada da cana-de-açúcar (*saccharum spp*) na região de Bandeirantes - Pr. **Semina: Ciências Agrárias**, Londrina, v. 28, n. 4, p. 581-588, out./dez. 2007.

SÃO PAULO (Estado). Lei n. 11.241, de 19 de setembro de 2002. Dispõe sobre a eliminação gradativa da queima da palha da cana-de-açúcar e dá providências correlatas. **Diário Oficial do Estado**, 20 set. 2002.

SECRETARIA DE MEIO AMBIENTE - SMA. Etanol verde: **resultados safra 2013-2014**. São Paulo: SMA. Disponível em: <[http://www.ambiente.sp.gov.br/etanolverde/files/2014/05/Resultados-safra-2013\\_2014-Etanol-Verde.pdf](http://www.ambiente.sp.gov.br/etanolverde/files/2014/05/Resultados-safra-2013_2014-Etanol-Verde.pdf)>. Acesso em: ago. 2014.

TORQUATO, S. A.; FRONZAGLIA, T.; MARTINS, R. Condicionantes e impactos da colheita mecanizada em alguns estados produtores de cana-de-açúcar. **Economia política do Desenvolvimento**, Maceió, v. 3, n. 8, p. 123-146, maio/ago. 2010.

\_\_\_\_\_.; JESUS, K. R. E. Bioeletricidade da biomassa da cana-de-açúcar na área de abrangência do Polo Regional Centro sul/APTA, Piracicaba. In: SIMPÓSIO DA CIÊNCIA DO AGRONEGÓCIO, 2., 2014, Porto Alegre. **Anais...** Porto Alegre: UFRGS, 2014. p. 106-110.

TORQUATO, S. A.; MARTINS, R.; RAMOS, S. de F. Cana-de-açúcar no Estado de São Paulo: eficiência econômica das regionais novas e tradicionais de produção. **Informações Econômicas**, São Paulo, v. 39, n. 5, maio 2009.

\_\_\_\_\_. Mecanização da colheita da cana-de-açúcar: benefícios ambientais e impactos na mudança do emprego no campo em São Paulo, Brasil. **Revista Brasileira de Ciências Ambientais**, n. 29, set. 2013.

\_\_\_\_\_.; RAMOS, R. C. Protocolo Agroambiental do setor sucroalcooleiro paulista: ações visando à preservação

ambiental. **Análises e indicadores do Agronegócio**, São Paulo, v. 7, n. 6, jun. 2012. Disponível em: <<http://www.iea.sp.gov.br/out/LerTexto.php?codTexto=12390>>. Acesso em: mar. 2014.

TSUNECHIRO, A.; COELHO, P. J.; MIURA, M. Valor da produção agropecuária do Brasil, em 2011, por unidade da federação. **Informações Econômicas**, São Paulo, v. 43, n. 4, jul./ago. 2013.

UNIÃO DA INDÚSTRIA DE CANA-DE-AÇÚCAR - UNICA. **Banco de dados**. São Paulo: UNICA. Disponível em: <<http://www.unicadata.com.br/historico-de-area-ibge.php?idMn=33&tipoHistorico=5&acao=visualizar&idTabela=1522&produto=%C3%81rea+colhida&anolni=200&anoFim=2012&estado=SP>>. Acesso em: out. 2014.

VERGARA, S. C. **Projetos e relatórios de pesquisa em administração**. 10. ed. São Paulo: Atlas, 2009.

**INOVAÇÕES NO SISTEMA DE PRODUÇÃO DE CANA-DE-AÇÚCAR:  
uma contribuição do Protocolo Agroambiental para a  
região de Piracicaba, Estado de São Paulo**

**RESUMO:** O Estado de São Paulo responde por 56,2% da produção nacional de cana-de-açúcar e, na safra 2013/14, 83,7% da sua área de colheita de cana foi colhida sem queima. Apesar das vantagens atribuídas ao fim da queima, a mudança no sistema de produção gerou algumas incertezas do ponto de vista tecnológico, agrônomicos, de produtividade e, principalmente, de adequação do pequeno e médio produtor. Os primeiros resultados obtidos dos fornecedores de uma região tradicional de cana, como é o caso de Piracicaba, Estado de São Paulo, indicaram a necessidade de informações para ampliar os resultados favoráveis e ganhos ambientais, sociais e econômicos.

**Palavras-chave:** queima da cana, mecanização da colheita, sistema de produção agrícola, Protocolo Agroambiental Paulista.

**INNOVATIONS IN THE SUGARCANE PRODUCTION SYSTEM:  
contributions from the Environmental Protocol to  
the region of Piracicaba, São Paulo State**

**ABSTRACT:** The State of São Paulo accounts for 56.2% of Brazil's sugarcane production. In the 2013/14 crop, 83.7% of the sugarcane was harvested without burning. Despite the advantages attributed to the end of burning, the change in the production system brought some uncertainty from the viewpoint of technology, agronomy, productivity and, mainly, about the adaptation of the small and medium producers. The primary results obtained together with suppliers from a traditional sugarcane region - Piracicaba (São Paulo state) - indicated the need for information to enhance the favorable results and the environmental, social and economic benefits.

**Key-words:** sugarcane burning, harvest mechanization, agricultural production system, Green Protocol.

---

Recebido em 18/12/2014. Liberado para publicação em 25/05/2015.