



4ª edição

# Conectar para transformar

5 a 7 de outubro de 2022



**Inovações,  
tecnologias e  
agenda estratégica  
em políticas públicas  
no setor sucroenergético**

Agradecimento aos patrocinadores Master  
da 4ª edição do Esalqshow





## UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO

### Reitor

Carlos Gilberto Carlotti Junior

### Vice-reitora

Maria Armanda do Nascimento Arruda



## ESALQ

## ESCOLA SUPERIOR DE AGRICULTURA LUIZ DE QUEIROZ

### Diretor

Durval Dourado Neto

### Vice-diretor

João Roberto Spotti Lopes



## COMITÊ CURADOR

Arnaldo Antonio Bortoletto

Durval Dourado Neto (suplente, João

Roberto Spotti Lopes)

José Baldin Pinheiro

Nelson Sidnei Massola Júnior

Ricardo Ribeiro Rodrigues

## COMISSÃO ORGANIZADORA

Alicia Nascimento Aguiar

Caio Albuquerque

Carla Maris Bittar

Carmen Pilotto

Carolina Ferraz dos Santos

Daniel Trench Camargo Luz

Emile Dayara Rabelo Santana

Evelini Cristina Sarto

Luciana Joia de Lima

Marcos Yassuo Kamogawa

Pedro Yamamoto

Vanda Macedo Zambello

## ESALQSHOW: INOVAÇÕES, TECNOLOGIAS E AGENDA ESTRATÉGICA EM POLÍTICAS PÚBLICAS NO SETOR SUCROENERGÉTICO

### Coordenação de conteúdo

Profa. Carla Maris Machado Bittar

### Produção

Divisão de Comunicação da Esalq  
(DvComun/Esalq)

### Revisão

Alicia Nascimento Aguiar

Caio Albuquerque

### Projeto gráfico e diagramação

Cristiano Henrique Ferrari Prado

### Apoio

Fabio Torrezan

Graziela Araújo

Luciana Joia de Lima

### Foto de capa

Gerhard Waller

### Impressão

Serviço de Produções Gráficas  
(SvPGraf/Esalq)

Piracicaba, Outtubro/2022

Impressão: 300 exemplares

## Catálogo na Publicação DIVISÃO DE BIBLIOTECA - DIBD/ESALQ/USP

---

Esalqshow: inovações tecnologias e agenda estratégica em políticas públicas no setor  
sucroenergético / organização Carla Maris Machado Bittar. - - Piracicaba : ESALQ, 2022.  
52 p. : il.

ISBN: 978-65-87391-30-4

1. Balanço de carbono 2. Cana-de-açúcar 3. Esalqshow 4. Indústria sucroenergética  
5. Logística 6. Manejo integrado de pragas 7. Ótica socioeconômica 8. Políticas públicas  
9. Sucroenergético 10. Tecnologia da informação I. Bittar, C. M. M., org. II. Título

CDD 338.476641  
E74

# INTRODUÇÃO

A agroindústria canavieira destaca-se como uma das principais cadeias produtivas do agronegócio brasileiro, gerando riqueza e empregos no setor sucroenergético, com a produção de açúcar, etanol e vários outros produtos e subprodutos. Como em outras cadeias produtivas, há necessidade premente de uma reflexão sobre o estado da arte e os desafios a serem superados para que o setor sucroenergético brasileiro amplie sua produtividade e competitividade, atendendo às demandas mundiais de açúcar, combustíveis não fósseis e fontes renováveis de energia.

Com um diálogo entre lideranças da academia, de empresas, ONGs e representantes do governo, os Painéis Técnicos da 4.<sup>a</sup> edição do EsalqShow tiveram como proposta discutir e identificar os principais gargalos que limitam a eficiência de produção no campo e na indústria, bem como aspectos relacionados à sustentabilidade ambiental, social e econômica da cadeia produtiva da cana-de-açúcar, que são igualmente importantes para a competitividade do setor sucroenergético.

Entre junho e outubro de 2021, ocorreram sete Encontros Preparatórios online nos temas relativos a cada Painel promovido em 2022, que consistiram de uma rodada de palestras para um diagnóstico do setor sobre diferentes aspectos da cadeia produtiva, seguido de uma plenária para discussão e definição dos principais problemas e demandas de pesquisa, de

envolvimento tecnológico, inovação e/ou políticas públicas.

Esta publicação apresenta uma síntese do diagnóstico realizado durante esses encontros preparatórios e a agenda dos sete Painéis Técnicos, realizados de forma presencial entre os dias 5 e 7 de outubro de 2022, nas temáticas de Políticas Públicas no Setor Sucroenergético (Painel 1), Inovações para o manejo integrado de pragas e doenças da cultura da cana-de-açúcar e eficiência de produção (Painel 2), Oportunidades de otimização na logística de cana no Brasil (Painel 3), A indústria sucroenergética: estado atual da arte, desafios e importância das novas tecnologias (Painel 4), Tecnologia da Informação no Setor Sucroenergético Brasileiro (Painel 5), Tendências na cadeia da cana-de-açúcar sob a ótica socioeconômica (Painel 6) e Balanço de carbono no setor sucroenergético (Painel 7). Além dos principais tópicos técnicos abordados em cada Painel, acrescenta-se uma valiosa reflexão sobre a agenda estratégica e políticas públicas do setor sucroenergético.

Este documento traz um consenso das lideranças científicas e empresariais sobre os principais desafios e oportunidades para o setor sucroenergético na próxima década, estabelece um referencial para guiar e aprofundar novos debates e sugere uma agenda estratégica para a pesquisa, inovação, desenvolvimento de novas tecnologias, bem como para elaboração de novas políticas públicas e/ou aprimora-

mento daquelas já existentes como, por exemplo, o Programa RenovaBio. Finalmente, apesar de uma síntese sucinta, espera-se que estas informações sirvam de base para planos de governo no sentido de alavancar a cadeia produtiva da cana-de-açúcar e consolidar a liderança do Brasil na produção de bioenergia de modo sustentável, com uso crescente de agentes biológicos no controle de pragas e doenças, tecnologia da informação, sequestro de carbono no solo, redução na emissão de gases de efeito estufa, otimização dos processos agroindustriais e rentabilidade nos diversos segmentos.

Ao realizar mais uma edição do EsalqShow, a Esalq, uma unidade da Universidade de São Paulo (USP), universidade pública e de ensino gratuito, cumpre seu papel de impulsionar novos conhecimentos por meio de discussões entre diferentes agentes em prol do desenvolvimento da sociedade brasileira. Essa é a essência do EsalqShow, dar visibilidade ao que fazemos em ensino, pesquisa, extensão e inovação, e para políticas públicas, inspirando conexões e a transformação por meio do conhecimento.



GERHARD WALLER

**Durval Dourado Neto**  
Diretor da Esalq/USP



GERHARD WALLER

**João Roberto Spotti Lopes**  
Vice-diretor e presidente da  
Comissão de Relações Institucionais  
da Esalq/USP



## ENCONTROS PREPARATÓRIOS

A 4ª edição do EsalqShow, realizada de 5 a 7 de outubro de 2022, tem como tema central a cadeia produtiva da cana-de-açúcar. Mas para discutir os principais tópicos debatidos em 2022, a Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz (Esalq/USP) realizou, entre junho e outubro de 2021, uma série denominada Encontros Preparatórios. Os eventos ocorreram no formato on-line, com transmissões pelas mídias digitais da Esalq, reunindo representantes da academia e do setor produtivo em discussões sobre sete eixos temáticos referentes ao setor sucroenergético. Na sequência, estão os pontos principais abordados nos Encontros Preparatórios e, após, as sínteses preparadas pelos coordenadores dos encontros.

### ENCONTRO 1

#### **INOVAÇÕES PARA O MANEJO INTEGRADO DE PRAGAS E DOENÇAS DA CULTURA DA CANA-DE-AÇÚCAR E EFICIÊNCIA DE PRODUÇÃO**

Coordenador: Carlos Alberto Labate, Professor do Departamento de Genética da Esalq/USP

No setor sucroenergético há muito tempo várias usinas aderiram ao manejo integrado de pragas, doenças e plantas invasoras, que integram o controle químico e biológico. Isto é, utilizando insetos, fungos, bactérias e nematóides para controlar outros insetos, fungos e bactérias patogênicas que atacam a cana-de-açúcar. Além disso, observamos o uso crescente de microrganismos que propiciam a fixação biológica do nitrogênio e solubilização do fosfato, principalmente em solos tropicais, reduzindo o uso de fertilizantes minerais.

Enfim, existem alternativas sustentáveis para o manejo de pragas, doenças

e plantas invasoras, que usam métodos biológicos, químicos e a associação desses, de tal forma a reduzir ao máximo os impactos ambientais e garantir uma maior segurança alimentar para a humanidade.

Foram abordados os avanços no controle biológico de pragas, doenças e de plantas invasoras, e como a associação entre métodos biológicos, químicos e o melhoramento genético vegetal podem ser usados de forma eficiente para uma agricultura mais produtiva e sustentável.

### ENCONTRO 2

#### **OPORTUNIDADES DE OTIMIZAÇÃO NA LOGÍSTICA DE CANA NO BRASIL**

Coordenador: José Vicente Caixeta Filho, Professor do Departamento de Economia, Administração e Sociologia da Esalq/USP

A logística de abastecimento de cana nas usinas tem passado por uma série de mudanças e desafios nos últimos tem-

pos. Recentemente, por exemplo, com o avanço da colheita mecanizada no país, o setor vivenciou a mudança no acrônimo que designava o conjunto de atividades logísticas do setor denominado “Corte, Carregamento e Transporte” (CCT) para “Corte, Transbordo e Transporte” (CTT). A mudança do “C” pelo “T” altera todo o sistema e gera mais eficiência produtividade, ganhos ambientais e energéticos e da mesma forma, pressiona profissionais para novos desafios e melhores práticas de gestão da logística da cana.

Numa época em que a redução de custos é substancial para o setor sucroenergético, a gestão logística ganha o protagonismo como a fronteira para aumentar a lucratividade. Para isso é fundamental buscar novas ideias e soluções para se fazer uma boa logística e reduzir custos.

### ENCONTRO 3

#### **A INDÚSTRIA SUCROENERGÉTICA: ESTADO ATUAL DA ARTE, DESAFIOS E IMPORTÂNCIA DAS NOVAS TECNOLOGIAS**

Coordenador: Henrique Vianna de Amorim, presidente do Conselho da Fermentec

Foram abordados pontos relevantes da indústria sucroenergética, abrangendo desde o estágio inicial de processamento da matéria-prima até os produtos finais. E, dentro desse cenário, as novas tecnologias tem o papel fundamental de agregação de valor, sendo que dentre elas estão tecnologias em diferentes estágios de desenvolvimento, desde as que já estão sendo aplicadas, em estágio piloto ou ainda em testes experimentais de bancada. Os conteúdos foram abordados contemplando uma visão estratégica, mas sem deixar de

lado o embasamento técnico.

### ENCONTRO 4

#### **TECNOLOGIA DA INFORMAÇÃO NO SETOR SUCROENERGÉTICO BRASILEIRO**

Coordenador: Professor Fábio Marin, professor do Departamento de Engenharia de Biosistemas da Esalq/USP

A tecnologia de informação é tema de extrema relevância para praticamente todos os setores da economia mundial. O setor sucroenergético brasileiro, como atividade relevante na economia brasileira, se insere neste contexto e demanda por inovações no campo da Tecnologia da Informação como os demais. Por se tratar de um setor agroindustrial, reunindo aspectos agrícolas e industriais na mesma planta produtiva, o setor sucroenergético tem desafios ainda maiores, mas também apresenta potencial de contribuição relevante para os demais setores do agronegócio brasileiro. Assim retratamos o estado atual da tecnologia da informação no setor sucroenergético, apresentar seus desafios e apontar as tendências para as soluções futuras que poderão avançar ainda mais o setor.

### ENCONTRO 5

#### **TENDÊNCIAS NA CADEIA DA CANA-DE-AÇÚCAR SOB A ÓTICA SOCIOECONÔMICA**

Coordenadora: Miriam Rumenos Piedade Bacchi, professora do Departamento de Economia, Administração e Sociologia da Esalq/USP

A rentabilidade e o potencial de crescimento da atividade canavieira no

Brasil estão diretamente associados aos mercados dos principais produtos finais da cadeia - etanol e açúcar -, motivo pelo qual propomos a discussão desses mercados. Um outro assunto que mereceu a atenção nesse encontro diz respeito à sustentabilidade no segmento dos fornecedores de cana-de-açúcar. Nesse contexto, foram discutidas as ações que vêm sendo implementadas para o fortalecimento desse importante segmento da cadeia. Discutir aspectos conjunturais e estruturais que afetam a produção e consumo desse alimento no Brasil e no mundo é fundamental para definir tendências de curto e longo prazos e os impactos sobre o crescimento da indústria sucroenergética.

## ENCONTRO 6

### **BALANÇO DE CARBONO NO SETOR SUCROENERGÉTICO**

Coordenador: Carlos Eduardo P. Cerri, professor do Departamento de Ciência do Solo da Esalq/USP

A crescente demanda por produção de bioenergia impulsionada pela política setorial no Brasil (por exemplo, programa RenovaBio) e compromissos internacionais para alcançar as Contribuições Nacionalmente Determinadas (NDC) anunciadas no Acordo de Paris, torna a cana-de-açúcar uma matéria-prima importante para a produção de bioenergia de forma mais sustentável. Há atualmente intensa discussão envolvendo instituições de ensino e pesquisa e diversos agentes da complexa cadeia sucroenergética cobrindo um conjunto multitemático de tópicos, incluindo sequestro de carbono no solo, emissões de gases do efeito estufa, biodiversidade do

solo, manejo dos resíduos culturais, reciclagem de nutrientes de subprodutos da cadeia sucroenergética, racionalização da aplicação de fertilizantes, manejo de pragas, mecanização, soluções de engenharia, desempenho industrial dentre outros aspectos.

Assim promovemos o debate sobre parte desses desafiadores tópicos, sobretudo, no que se refere as potenciais reduções das emissões de gases do efeito estufa e potencial aumento do sequestro de carbono no solo. Para tanto, especialistas no tema foram convidados contemplando a visão da academia e também do setor produtivo.

## ENCONTRO 7

### **POLÍTICAS PÚBLICAS NO SETOR SUCROENERGÉTICO**

Coordenador: Ricardo Ribeiro Rodrigues, professor do Depto. de Ciências Biológicas da Esalq/USP

O objetivo foi discutir quais as possíveis políticas públicas que deverão ser resgatadas, implantadas ou ainda elaboradas para que a cultura de cana de açúcar consiga trilhar o caminho da sustentabilidade social e ambiental, sem perder sustentabilidade econômica. Essas políticas vão desde a esfera da propriedade até a federal, passando pela política da empresa, a municipal e a estadual. Por isso o painel foi pensado envolvendo a apresentação de conceitos espaciais importantes, de regulamentação legal necessária e de potencialidades dessas políticas, mostrando exemplos de políticas já implantadas e algumas ainda em desenvolvimento, que contribuirão fortemente com o sucesso

dessa sustentabilidade da cultura canavieira. Assim promovemos um debate consistente e participativo, para garantirmos um

futuro sustentável para a cultura de cana de açúcar no Brasil.

Após a realização dos Encontros Preparatórios, os coordenadores prepararam uma síntese da discussão apresentada pelos especialistas da academia e do mercado, que estão a seguir, além de um artigo sobre políticas públicas.



DENISE GUIMARÃES



## ENCONTRO 1

### **INOVAÇÕES PARA O MANEJO INTEGRADO DE PRAGAS E DOENÇAS DA CULTURA DA CANA-DE-AÇÚCAR E EFICIÊNCIA DA PRODUÇÃO**

Coordenador: Carlos Alberto Labate, professor do Departamento de Genética da Esalq/USP. Debatedores: José Roberto Postali Parra, Prof. do Departamento de Entomologia e Acarologia da Esalq/USP; Fernando Dini Andreote, Prof. do Departamento de Ciência do Solo da Esalq/USP; Juliana Velasco de Oliveira, Pesquisadora do Laboratório Nacional de Biorrenováveis CNPEM; Antonio Carlos Zem, Presidente da Biotrop; Christian Lohbauer, Presidente da associação Crop Life.

### **INTRODUÇÃO**

A agricultura é uma atividade naturalmente impactante ao meio ambiente. Uma vez removida a cobertura natural, que antes existia em equilíbrio ou próximo disso, a instalação de uma monocultura, ou o cultivo de poucas espécies pode gerar uma forte redução da biodiversidade. Esta mudança leva a alterações no microbiota do solo, surgimento de novos predadores, patógenos que antes estavam em equilíbrio com os demais elementos do ecossistema. A aplicação de químicos para contrapor esse desequilíbrio, em favor da cultura agrícola, no longo prazo, leva ainda a maiores desequilíbrios. A experiência dos últimos 40 anos de agricultura tropical mostrou a necessidade de um manejo integrado para o controle de pragas e doenças, de tal forma a usar os químicos associados aos produtos biológicos, aumentando a sustentabilidade da produção agrícola.

Na agricultura tropical, diferente do que ocorre no hemisfério norte, onde o inverno representa um importante fator de redução da atividade biológica, o que observamos é o contrário, o que dificulta ainda mais o manejo químico e aumenta a intensidade de seleção de indivíduos resistentes a esses produtos. A experiência mostrou que o cultivo mínimo do solo nas nossas condições, não só melhora a estrutura destes, como também a capacidade de retenção de água com a incorporação da matéria orgânica e aumento da biodiversidade da microbiota. A cultura da cana-de-açúcar, por sua vez, não deixou de assimilar esses conceitos modernos de sustentabilidade no cultivo, sendo um dos primeiros setores a introduzir o controle biológico de pragas utilizando insetos predadores criados em escala comercial e liberados no campo. O sucesso dessa tecnologia foi tal que muitas usinas acabaram construindo laboratórios especializados na criação desses insetos, os quais são aplicados em suas propriedades com enorme sucesso.

### **1) O MERCADO DE MICRO E MACROBIOLÓGICOS**

A cultura da cana-de-açúcar no Estado de São Paulo é pioneira na utilização do controle biológico de pragas e doenças, com excelentes resultados ao longo dos últimos 30 anos. Esta tendência é crescente e os motivos se devem à necessidade de aumento da sustentabilidade da cadeia de produção da cana-de-açúcar. Neste painel foram discutidos alguns aspectos do uso do controle biológico na cultura de cana-de-açúcar.

Atualmente, já existem 423 produtos biológicos registrados no Ministério

da Agricultura e Abastecimento (MAPA), sendo 62% de microrganismos, 16% macrorganismos, 10% semioquímicos e 12% de bioquímicos, e a tendência é que este número aumente. Ao longo dos últimos anos, muitos inimigos naturais foram identificados, criados em larga escala de forma comercial, e aplicados à cultura da cana com grande sucesso, para o controle da broca da cana, cigarrinha das raízes e o gorgulho da cana.

## 2) A IMPORTÂNCIA DO MICROBIOTA E DA MICROFAUNA DOS SOLOS

Para o sucesso desta abordagem, é de extrema importância conhecer a biologia do solo, formada principalmente por insetos, nematóides, bactérias, vírus, protozoários, fungos e anelídeos, com potencial de uso no controle de doenças e assimilação de nutrientes pela cana-de-açúcar. Assim, o restabelecimento e manutenção desse complexo biológico de organismos é vital para atingirmos o equilíbrio entre microrganismos patogênicos e o controle de doenças na cultura da cana. Aumentar a biodiversidade do sistema solo é fundamental para o aumento da sustentabilidade da produção, melhorando a assimilação de nutrientes e maior produtividade da cultura.

## 3) NOVOS PRODUTOS DERIVADOS DE COMPOSTOS VOLÁTEIS PRODUZIDOS PELO MICROBIOTA

A inovação tecnológica é um dos pontos fortes dessa atividade e existe grande potencial biotecnológico de moléculas sinalizadoras para o controle de doenças de plantas, inibindo o crescimento de mi-

croorganismos fitopatogênicos. Essas moléculas produzidas por microrganismos, são compostos voláteis orgânicos, também denominados COVs. Um exemplo importante de controle é o da podridão do abacaxi em cana, com o isolamento de uma molécula volátil de bactérias que inibem o crescimento do fungo causador da podridão. Além desse, outros exemplos de moléculas mostram o enorme potencial que essas pesquisas possuem no desenvolvimento de novos produtos que podem ser usados para o controle de doenças e pragas da cana-de-açúcar.

## 4) O FUTURO DO MERCADO DE BIOLÓGICOS

A expectativa é que o segmento de biológicos deve alcançar uma receita de US\$ 18.5 bilhões em 2026 e triplicar até 2030 (fonte: Valor Econômico 25/06/2022). A expectativa é que o mercado tem potencial de crescer pelo menos 40% ao ano. São muitas as inovações para o manejo integrado de pragas e doenças da cultura de cana-de-açúcar e eficiência de produção. A visão empresarial deste tema mostra o potencial comercial desses produtos na consolidação da Agricultura Regenerativa. Houve grande crescimento do setor nas principais indústrias do setor de defensivos agrícolas e biológicos, com perspectivas futuras que estão avançando na direção da maior sustentabilidade da produção agrícola.



**SAIBA MAIS:** Para assistir as apresentações que resultaram neste documento, acesse <http://bit.do/fUMwL> ou aponte a câmera do seu celular para o QRcode acima.



## ENCONTRO 2

### OPORTUNIDADES DE OTIMIZAÇÃO NA LOGÍSTICA DE CANA NO BRASIL

Coordenador: José Vicente Caixeta Filho, Professor do Departamento de Economia, Administração e Sociologia da Esalq/USP. Debatedores: Thiago Guilherme Péra, Coordenador técnico da Esalq-LOG; Douglas Rocha, Coordenador comercial AGCO - América do Sul; Marcos Fogagnoli, Sócio fundador da Cromai.

### INTRODUÇÃO

A logística de abastecimento de cana nas usinas tem passado por uma série de mudanças e desafios nos últimos tempos. Recentemente, por exemplo, com o avanço da colheita mecanizada no País, o setor vivenciou a mudança no acrônimo que designava o conjunto de atividades logísticas do setor denominado “Corte, Carregamento e Transporte” (CCT) para “Corte, Transbordo e Transporte” (CTT). A mudança do “C” pelo “T” altera todo o sistema e gera maior eficiência produtiva, ganhos ambientais e energéticos e, da mesma forma, pressiona profissionais para novos desafios e melhores práticas de gestão da logística da cultura da cana-de-açúcar.

O setor tem vivenciado alterações no ambiente regulatório, envolvendo novos limites de peso bruto total combinado dos caminhões canavieiros, exigências de enlombamento das cargas, maior responsabilidade das usinas pelos riscos dos operadores, intensificação do controle por parte dos agentes reguladores etc. Estas combinações de mudanças legais e regulatórias penalizam os custos de CTT nas usinas e

têm forçado os gestores a repensarem a configuração dessas operações.

Os custos logísticos das atividades de CTT têm resultado em grandes participações no custo agroindustrial das usinas, tal como têm ocorrido com outros segmentos do agronegócio brasileiro. Se por um lado os ambientes regulatório e legal têm pressionado, a economia também. A eficiência energética do transporte de cana, que atinge o patamar de rendimento médio de um litro de óleo diesel para cada quilômetro transportado, tem sido cada vez mais penalizada pela alta dos preços de óleo diesel no mercado.

Numa época em que a redução de custos é substancial para o setor sucroenergético, a gestão logística ganha protagonismo como fronteira para aumentar a lucratividade. Para isso, é fundamental buscar novas ideias e soluções para se fazer uma boa logística e reduzir custos.

No caso das operações de CTT, a gestão logística eficaz contempla o aprimoramento de vários aspectos que devem ser racionalizados de forma sinérgica para conduzir o sistema em níveis de excelência, envolvendo: configuração tecnológica dos equipamentos, dimensionamento adequado da frota, terceirização de operações, configuração da malha viária e fluxos de transporte, distribuição espacial das áreas de fornecimento de cana, alocação espacial e temporal das frentes de colheita, estruturação de sistema de indicadores de desempenho, planejamento e controle das operações de corte, transbordo e transporte.

### 1) COLHEITA DE ALTA PERFORMANCE

O grande desafio do processo de logística de colheita (CTT) é manter a indústria em constante operação, em uma condição que pode ser considerada just in time, quando se trabalha com baixíssima ociosidade.

O transporte canavieiro tem custos tanto absoluto quanto relativo elevados, pois a cana-de-açúcar, um produto de baixa densidade (em torno de  $380 \text{ kg/m}^3$ ) e que normalmente não admite carga de retorno, faz com que os caminhões voltem vazios para as frentes de colheitas. Demanda, ainda, equipamentos com grande capacidade volumétrica (de até  $92 \text{ m}^3$ ), que são traionados por caminhões, com potência de mais de 400 CV.

Nesse sentido, busca-se sempre o incremento da chamada “eficiência operacional”, que envolve diversos fatores que influenciam e impactam na entrega da cana à indústria. Entre eles: planejamento da colheita; sistematização; produtividade da lavoura; colheitabilidade; adequação dos equipamentos; capacitação dos integrantes e habilidade operacional; lideranças; definição das melhores práticas; condição operacional dos equipamentos; porcentagens de perdas; qualidade da matéria prima entregue na indústria; controle de pisoteios na área produtiva; vida útil dos equipamentos; manejo agrícola; manutenções mecânicas; custos adequados; sustentabilidade.

Há uma série de exemplos de modernidade que podem impactar positivamente a “eficiência operacional” do sistema. Por exemplo, o “Piloto Automático”, que pode vir a possibilitar melhor paralelismo na condução dos equipamentos; aumento do rendimento operacional; redução do consumo de combustível; redução das falhas; trabalho noturno com qualidade; re-

dução da fadiga do operador; tráfego mais controlado de máquinas.

Algo que também tem se tornado popular e recorrente é o uso de drones e de sensores no planejamento da cana, inclusive para a identificação precisa de áreas com ervas daninhas. Já se dispõe de ferramentas computacionais capazes de garantir colheita com menos interferência de ervas daninhas, por meio de identificação e localização de ervas daninhas, o que possibilita menor aplicação de defensivos. Há também sistemas que contribuem para a identificação e para quantificação de palha na cana, como os já implantados em laboratórios de algumas usinas.

Tais sistemas, mais voltados à identificação de falhas no plantio, localizam e quantificam vazios no canavial. Também já estão disponíveis, em menor escala, soluções que quantificam a brotação ou mesmo que qualificam o vigor e contribuem para o refinamento de diagnósticos (progredindo de previsão para predição de safra). Aguarda-se, para muito em breve, soluções baseadas em drones que estejam mais voltados à maturação da cana em si, calibrando o sistema de referência para possibilitar a identificação da melhor data de colheita.

No setor canavieiro, onde um complexo de atividades estão interligadas, pode-se afirmar que a eficiência da colheita mecanizada contribui diretamente com a rentabilidade da empresa. A mecanização total apresenta-se como a única opção para a colheita da cana, considerando-se aspectos do ponto de vista ergonômico, econômico e principalmente, legal e ambiental, já que apenas o corte mecânico viabiliza a colheita sem queima prévia, o que por sua vez viabiliza o aproveitamento do palhiço

na cogeração de energia.

Nesse sentido, a organização das frentes de colheita torna-se uma tarefa fundamental. Com a adequação das frentes de colheita e dos equipamentos, além da própria implantação das melhores práticas operacionais e capacitação dos integrantes, pode-se alcançar maior eficiência e segurança na operação.

Quanto às operações nas frentes de colheita, envolvendo a movimentação da colhedora entre os pátios, espera-se por ajustes devidos nos equipamentos de forma que isto contribua para os carregamentos preferencialmente simultâneos, para a própria limpeza do pátio e para as trocas de turnos mais eficientes.

A utilização de tecnologias diversas (incluindo a automação de processos) é de fundamental importância para que os objetivos das operações nas frentes de colheita sejam alcançados. Isso inclui: o aumento de rendimento (maior interface homem/máquina); sensoriamento remoto (localização real) de equipamentos e componentes; visualização do rastreamento das operações em si (o acompanhamento das métricas desses objetivos deve ser feito a partir de relatórios gerenciais adequados). Destaque-se também que a elaboração de projeto de linhas permite o melhor aproveitamento da área em termos de deslocamento das máquinas, considerando-se as características topográficas do talhão.

Com relação a talhões, o formato dos mesmos, o nivelamento das áreas e o sistema viário são aspectos muito importantes na eficiência do CTT. A falta de planejamento e de sistematização acarretará diversos prejuízos ao sistema, implicando aumento de custos relacionados a redução da capacidade operacional das máquinas;

maiores riscos de acidentes (batidas, quebras, tombamentos etc); e perdas de área produtiva em carregadores.

As colhedoras de cana-de-açúcar têm capacidade para operar em velocidades de até 9,0 km/h; entretanto, é observado que essas máquinas trabalham melhor com uma velocidade de deslocamento entre 4,0 e 6,0 km/h. Isso poderá vir a ocorrer pela falta de sistematização dos talhões destinados à colheita mecanizada.

A definição do pátio de transferência das cargas, dentro de cada talhão, deverá ser demarcada já na preparação da área. Cada bloco de talhão deverá estar com tamanho em torno de 100 ha, de forma a permitir melhor distribuição dos equipamentos na área assim como maior segurança na operação e eficiência na logística da frente de colheita.

Entende-se que, para se obter um desempenho satisfatório das frentes de colheitas, todos os líderes, supervisores e coordenadores de CTT e de outras áreas (logística, manutenção, qualidade, segurança, preparo de solo/plantio) devam passar por treinamentos sobre os principais procedimentos nas frentes de colheita mecanizada e demais operações.

O conhecimento das origens ou causas das perdas na colheita é importante para que se possa atuar no processo e efetuar as correções necessárias para reduzir sua incidência, principalmente quando os valores determinados forem muito elevados.

## **2) FERRAMENTAS DE OTIMIZAÇÃO PARA LOGÍSTICA DA CANA**

A gestão da logística in-bound (ou de coleta) tem como objetivo principal

atingir o menor custo possível de “Açúcares Totais Recuperáveis” (ATR) entregues nas usinas. No entanto, tem como desafio responder em quais regiões deve-se produzir cada classe de variedades de cana-de-açúcar, quando devem ser plantadas, colhidas, quais os tipos e a quantidade dos equipamentos e pessoas que devem ser alocados para realizarem as operações agrícolas e como realizar essa operação.

Há uma série de trade-offs logísticos possíveis nessa gestão da cadeia da cana, envolvendo o tamanho do caminhão (análise do custo do frete por tonelada varia com o tempo); a idade do caminhão (análise do custo de oportunidade x risco de quebra); a garantia de suprimento de cana à usina (garantia de cana x perda de ATR x ociosidade de caminhão); a maximização da colheita (número de comboios de transbordo x custo de colheita); o eventual aumento do volume transportado (cavalo de maior potência x velocidade no transporte).

Muitas indústrias do setor sucroenergético ainda coordenam suas operações baseadas em planos individualizados e pautados em grande parte por processos decisórios intuitivos. Esse tipo de conduta aumenta as chances de falhas no planejamento, afastando os resultados da companhia do potencial máximo de criação de valor das suas operações. A ocorrência de pequenos equívocos de planejamento pode passar despercebida por anos, acumulando prejuízos de grandes proporções.

Nesse sentido, urge que se tome a melhor decisão possível, utilizando-se de forma apropriada a modelagem matemática de apoio à decisão logística. O mercado tem oferecido diversas alternativas para tal, desde os mais tradicionais modelos

determinísticos ou estocásticos de programação linear, até os chamados gêmeos digitais, que podem incorporar técnicas de inteligência artificial (machine learning, deep learning etc).

Algumas usinas brasileiras já têm optado pela gestão de CTT via os chamados Centros de Controle Operacional, que incluem as atualmente intituladas “Torres de Controle Logístico”.

### **3) MODELO FERROVIÁRIO AUSTRALIANO PARA CORTE, TRANSBORDO E TRANSPORTE DE CANA**

No século XIX, havia transporte ferroviário de cana no Brasil, o qual não existe atualmente. Entretanto, inspirações para tal podem ser colhidas em outras partes do mundo, inclusive na Austrália.

No caso específico daquele país, o modelo de transporte ferroviário de cana vem sendo adotado por 18 usinas, ao longo de uma malha de aproximadamente 4.000 km. Um trajeto ferroviário mais longo pode atingir até 120 km, ficando o trajeto médio entre 13 e 35 km. A composição inclui 250 locomotivas e 52 mil bins, com uma bitola típica de 0,61 metro (específica para a cana, bem menor que as bitolas existentes no Brasil). A capacidade de transporte de uma composição ferroviária gira em torno de 1.000 a 1.500 toneladas (1 locomotiva + 10 a 15 bins). Estima-se que o custo de construção da ferrovia australiana para movimentação de cana dê conta de valores que fiquem entre US\$ 300 mil a US\$ 500 mil por km.

A produção de cana no Brasil ultrapassa 600 milhões de toneladas, as quais são transportadas exclusivamente por caminhões de baixa eficiência, que

consomem em média um quilômetro por litro. Para uma distância média de trinta quilômetros de entrega e com veículos com capacidades mais restritivas de transporte, o consumo de óleo diesel para essa operação ultrapassa 200 milhões de litros.

Por outro lado, o estado de São Paulo possui uma malha ferroviária subutilizada, sendo que boa parte dela corta grandes regiões de produção de cana. A região de Ribeirão Preto, por exemplo, apresenta alta produção de cana, associada a relativa alta densidade de ferrovia. Assim, se configura como uma região de boa aptidão para a logística ferroviária da cana, o que pode reduzir custos e emissões, além de garantir maior segurança viária.

Com o novo programa de autorização de ferrovias, que permite a criação de ferrovias privadas no País, a expectativa de ferrovia para o transporte de cana pode se tornar uma realidade interessante do ponto de vista econômico para a logística in-bound do setor sucroenergético. Do ponto de vista ambiental, pode promover transporte mais eficiente, melhorando o desempenho das usinas para aquisição de créditos de carbono junto ao Renovabio.

## VISÃO DE FUTURO

Tendo em vista a hoje ainda clara e grande heterogeneidade na gestão de CTT por parte das usinas brasileiras, entende-se que a partir de um cenário com maior eficiência, a indústria da cana se tornará uma excelente candidata a fusões e aquisições que tenham como foco um mercado oligopolizado, constituído por usinas maiores e com menores custos unitários (economias de escala). Grandes grupos, dotados de novas tecnologias (ênfase em tecnologias embarcadas e em conectividade), tenderão a realizar novas aquisições, eventualmente considerando a diversificação de seus negócios (usinas de milho, por exemplo). Sistemas de inteligência artificial deverão ser ainda mais disseminados, focando maior grau de detalhes (não mais relacionados ao talhão ou ao hectare, mas ao metro quadrado).



**SAIBA MAIS:** Para assistir as apresentações que resultaram neste documento, acesse <http://bit.do/fUMwQ> ou aponte a câmera do seu celular para o QRcode acima.



FABIO TORREZAN



## ENCONTRO 3

### **A INDÚSTRIA SUCROENERGÉTICA: ESTADO ATUAL DA ARTE, DESAFIOS E IMPORTÂNCIA DAS NOVAS TECNOLOGIAS**

Coordenador: Henrique Amorim, presidente do Conselho da Fermentec  
Debatedores: Ricardo Brunelli, Diretor de Engenharia da Empral; Arthur Padovani, Diretor da Aliança Engenharia e Tecnologia; Henrique Berbert de Amorim Neto, Presidente da Fermentec; Guilherme Nastari, Diretor da Datagro.

#### **1) PREPARO, EXTRAÇÃO E COMPARAÇÃO ENTRE MOENDA E DIFUSOR**

##### **ESTADO DA ARTE**

Podemos dividir a tecnologia brasileira de moagem de cana-de-açúcar em duas épocas, anterior e posterior a 1973. Em 1973, uma nova técnica de extração de caldo de cana por moagem chegou ao Brasil, provocando dúvidas em muitos e enfrentando a oposição de outros. Além disso, havia falta de colaboração dos principais construtores de equipamentos da época.

O principal responsável por esse desenvolvimento foi o Centro de Tecnologia Coopersucar – CTC, que soube agregar o que de melhor existia nas tecnologias em outros países. O CTC contou com forte apoio de uma consultoria da África do Sul, a Deon Hullet, somada a uma equipe de engenheiros e técnicos brasileiros, podendo ser citados: Jorge Wolney Atalla – Presidente Coopersucar, por sua visão da necessidade de melhora. Pierre Chenu – Chefe Divisão Industrial Coopersucar,

trouxe a Deon Hullet da África do Sul. Sidnei Brunelli – Chefe Divisão Industrial Coopersucar.

Nos últimos anos houve mudanças significativas na matéria prima, como resultado de alterações na colheita. Antes a cana chegava inteira e com pouca palha, e hoje chega picada com muita palha na usina. Houveram avanços no processamento com hilos de alimentação, aumento da capacidade de transporte dos caminhões até 30 toneladas. Além disso, houveram incrementos com novas tecnologias como limpeza a seco; palha vai para a caldeira e melhora a extração; esteiras de borrachas e não mais metálicas.

##### **MOENDA OU DIFUSOR**

A cana pode ir para a moenda ou para o difusor para ser processada. No entanto, embora o difusor pode resultar em extração maior, as moendas predominam nas usinas. Isso se deve ao fato de que quando agregamos aumento de capacidade e as impurezas vegetais e minerais da cana crua, a vantagem do difusor se anula. Em muitos casos, se inverte. Com isso, é importante avaliarmos as tecnologias considerando qual o impacto da escala no custo de manutenção e também qual a flexibilidade para crescimento.

##### **CAPACIDADE E ESCALA**

As moendas têm maior flexibilidade e permitem aumento da moagem, o que não ocorre com o difusor. As moendas permitem moagem de até 35.000 toneladas de cana por dia (TCD), o que representa mais de 6.000.000 toneladas de cana por safra (TCS) em uma única linha. É comum

encontrarmos linhas com moagens maiores que 25.000 TCD, ou mais de 4.500.000 TCS.

Já o difusor permite moagem de até 18.000 TCD, ou 3.240.000 TCS, em uma única linha, sendo o mais comum a presença de difusores para moagens de 12.000 TCD (+2.160.000 TCS).

## **CONSUMO E GERAÇÃO DE ENERGIA**

A análise dos equipamentos em si, revela que o difusor tem menor consumo de energia que a moenda. Entretanto, é necessário analisar a Usina com um todo. Deve-se analisar a necessidade de maiores gastos energéticos do difusor para preparar a cana, concentrar o caldo (evaporadores), como também menor poder calorífico inferior (PCI) do seu bagaço devido a maior umidade, o que ao final resulta em maior gasto de energia.

## **CUSTO DE MANUTENÇÃO**

Para uma moagem de 12.000 TCD, um difusor tende a ter menor custo de manutenção que uma linha de moendas. No entanto, se agregarmos o ganho de escala, e compararmos duas linhas de difusores de 12.000 TCD (24.000 TCD) com uma linha de moendas que processa 24.000 TCD, o custo de manutenção por tonelada de cana se altera em favor das moendas.

## **IMPORTÂNCIA DA MATÉRIA PRIMA**

Considerando a nova realidade de recepção de cana picada crua, a moenda apresenta alta flexibilidade em relação à capacidade de moagem sem muito efeito na extração. Já o difusor permite compen-

sar os impactos dessa nova matéria prima, porém com impactos na extração.

## **GESTÃO DO CONHECIMENTO**

Em relação à gestão do conhecimento é importante salientar que a tecnologia de uso das moendas conta com grande número de consultores qualificados, o que não ocorre com os difusores. Este aspecto mostra que a realidade brasileira é diferente da observada na África do Sul.

## **FUTURO E DEMANDAS DE POLÍTICAS PÚBLICAS**

Existe demanda de políticas públicas para investimento em análise de dados, tecnologia da Informação (TI) e inteligência artificial (IA). Considerando o estado da arte, questiona-se porque o Brasil não tem engenharia açucareira mais desenvolvida. Em linhas gerais, existe necessidade de agregar mais conhecimento e tecnologia, para promover evolução contínua e gestão orientada à geração de valor na cadeia produtiva da cana de açúcar.

## **2) PRODUÇÃO DE ENERGIA ELÉTRICA NO SETOR SUCROALCOOLEIRO**

Há alguns anos atrás o cenário era de excesso de bagaço de cana-de-açúcar, associado às caldeiras com baixa tecnologia. Portanto, havia necessidade de dar um destino ou consumir o bagaço. A evolução do mercado e o aumento no preço da energia elétrica vendida resultou em melhorias nas caldeiras. Vários são os aspectos favoráveis à produção de energia com o uso de biomassa, sendo o principal a questão da sustentabilidade. Mas, além

disso, podem ser citadas a maximização da geração de energia através de tecnologias existentes e dominadas; a aplicação de acionamentos elétricos nas moendas e caldeiras; e a tecnologia do leito fluidizado favorecendo outros tipos de biomassa nas caldeiras (pontas, palhas e outros resíduos agrícolas).

No entanto, é importante pensar em outras estratégias, ou seja, estabelecer um norte tecnológico para a produção de energia elétrica no setor sucroalcooleiro. É importante pensar na evolução do sistema de geração de vapor dentro de outros cenários: etanol 2G, etanol de milho etc, além da incorporação de outras biomassas (capim elefante) na atividade. Considerando que caldeiras e turbinas têm vida útil de 50 anos, avançar na pesquisa de novas tecnologias associadas ao sistema de geração de energia, que deverá ser superior a 250 kWh/tc.

A partir de análise tecnológica para Reposicionamento / Competitividade do Setor Sucroenergético como Gerador de Energia Elétrica, pode-se estabelecer forças, oportunidades, fraquezas e ameaças. A grande força está baseada na geração de energia Sustentável, a partir de simplicidade operacional e com baixa manutenção, o que favorece a população em geral. Além disso, existe confiabilidade na tecnologia e utilização de parque industrial moderno. Já as oportunidades estão associadas ao aproveitamento da ponta e palha, além de outros resíduos vegetais para geração de energia elétrica, extraídos de área adjacentes, para suprir energia para produtos de maior valor agregado. Existe ainda a geração de energia por meio da produção de biodiesel ou etanol de milho. As fraquezas têm cunho econômico, à medida que exi-

ge intensivo em capital, associado ao fato de que se utiliza tecnologia convencional, sujeita à obsolescência em prazo inferior a vida útil dos equipamentos. A sazonalidade de produção também se posiciona como uma fraqueza, uma vez que a geração de energia ocorreria somente durante a safra. Além disso, a inexistência de centros de pesquisa de ponta para nortear os próximos passos, traz fragilidade para a atividade. As ameaças à atividade já agora de cunho mais político envolvem a regulamentação governamental na distribuição de energia e a modelagem de leilões de comercialização de energia elétrica.

### **3) FERRAMENTAS DE INTELIGÊNCIA ARTIFICIAL PARA A ÁREA INDUSTRIAL**

A importância de se utilizar os dados em tempo real como ponto de partida para otimização da gestão e da produção, está se consolidando de maneira rápida e alicerçada em números. Hoje, a diferença do melhor para o pior cliente da Fermentec, empresa que gera e transfere tecnologia para usinas, considerando a eficiência global, chega a 5%, e isso equivale a R\$ 28 milhões. Ou seja, o uso de ferramentas de inteligência se torna essencial para diminuir esses gaps de eficiência, pois mostra de maneira mais clara os caminhos a serem percorridos. Dentro dessa temática, o uso de equipamentos de processo, sensores e coletores on-line tornam-se essenciais. Assim, o uso de técnicas espectroscópicas como NIR, são pontos fundamentais a serem inseridos em locais que carecem desse tipo de monitoramento (como a moenda, a fermentação) para coleta de dados em tempo real (usina 4.0). A gestão passa a ser

totalmente integrada, por meio da automação e de uso de banco de dados corporativo associados aos painéis de gestão.

Neste tipo de gestão, o foco no processamento contínuo de dados, acessível em qualquer localidade, escalabilidade e dimensionamento elástico é possível por meio do uso de computação em nuvem. No entanto, é necessário o desenvolvimento de algoritmos computacionais que, devido ao grande número de dados, facilitam sua interpretação para tomada de posição/decisão mais assertiva. Da mesma forma, é possível realizar a gestão de desvios, com correção do processo antes que o problema apareça, o que reduz perdas nos processos. A atuação dos gestores orientada pelas ferramentas de IA permite a redução de perdas durante as fermentações, bem como a otimização do uso de insumos. No próximo ciclo de inovação, as ferramentas de inteligência serão cada vez mais imprescindíveis para aumentar a eficiência industrial, com aumento de produtividade e redução das perdas do processo.

#### 4) NOVAS TECNOLOGIAS PARA O SETOR SUCROENERGÉTICO

O Brasil é o maior produtor de etanol de cana e é referência mundial com relação à tecnologia empregada, baseada no reciclo de células de levedura. A Fermentec desenvolveu várias tecnologias para o setor sucroenergético:

##### 4.1) FERMENTAÇÃO COM ALTO TEOR ALCOÓLICO

No passado, o teor alcoólico no vinho no final de fermentação era de 6 a 8% no máximo. A principal vantagem de

trabalhar com alto teor alcoólico (15%) é a diminuição no volume de vinhaça produzida por litro de etanol. Esta redução do volume de vinhaça reduz fortemente o custo da distribuição no campo, o que aumenta a rentabilidade.

**Tabela.** Exemplo de aumento do teor alcoólico e o impacto sobre a redução do volume de vinhaça.

Teor alcoólico (v/v)	Vinhaça (L vinhaça/L etanol produzido)
8%	11,9
15%	5,9

##### 4.2) OLEOLEV®

É a produção tanto de biodiesel, quanto de levedura seca. Aproveita-se a vinhaça, resíduo da destilação de etanol, como substrato com adição de levedura especial (*Yarrowia lipolytica*), fornecida pela Universidade do Minho (Portugal) para a produção de biodiesel, economizando combustível. Esse é um processo que traz alta produtividade, com potencial de gerar 2,65L de óleo e 14,7 Kg de levedura seca/m<sup>3</sup> de vinhaça.

##### 4.3) CELLEV®

Produção de etanol (de segunda geração) e de levedura seca, utilizando bagaço como substrato. Essa tecnologia tem produtividade de 116L etanol, 53Kg levedura seca e 200Kg de lignina/ton de bagaço.

##### 4.4) ETANOL DE MILHO

A produção de etanol a partir de

milho tem perspectiva de grande crescimento no Brasil, que tem know-how para produção de etanol por meio de reciclo de levedura (patente da Fermentec). Assim, existem oportunidade para a produção de etanol de milho utilizando-se reciclo de leveduras. A fermentação tradicional tem duração em torno de 65 horas, mas isso pode ser bastante reduzido (25h) com o reciclo. Através do uso de centrífugas decanter e sedicanter, é possível trabalhar com concentração maior de leveduras no meio fermentativo (8 a 10% em relação ao volume final dos tanques de fermentação), o que além de reduzir o tempo de fermentação propicia maior rendimento.

#### **4.5) BIOGÁS (METANO)**

Produção de biogás a partir de vinhaça enriquecida com torta de filtro. Este é um processo anaeróbico (Paques) que resulta na produção de biogás (biometano - 75 – 85%), efluente tratado (10 – 15%) e lodo excedente (1 – 5%). Levantamentos mostram que 34% da demanda energética do país pode ser atendida pela produção de biogás, a partir de resíduos, energia limpa e sustentável.

#### **4.6) FUTURO E DEMANDAS DE POLÍTICAS PÚBLICAS**

A indústria sucroalcooleira precisa gerar novos produtos, como etanol 2ª. geração, secar levedura, biogás e óleo leve. Para o futuro deve-se procurar o aumentar da quantidade de açúcar por ha e manter a evolução na indústria.

### **5) MERCADO, DESAFIOS E TENDÊNCIAS DO SETOR SUCROENERGÉTICO**

A evolução da moagem de cana no setor sucroenergético brasileiro, foi marcante com aumentos de 69 milhões ton em 1975 para 359 milhões ton em 2003 e 657 milhões ton em 2018. A estimativa é que a moagem de cana alcance patamares em torno de 890 milhões ton em 2028. O crescimento ocorreu devido ao aumento de demanda, de forma que o desenvolver de clientes deverá impulsionar ainda mais a atividade.

Os biocombustíveis ajudam a resolver os dois maiores problemas da humanidade: aquecimento global e a crise dos refugiados (migração). A agricultura energética complementa e alavanca a agricultura alimentar, o que auxiliou na transformação do país de importador para exportador de alimentos. Atualmente, estamos a caminho da era do hidrogênio, não aquele armazenado em tanques de alta pressão, mas armazenado nas moléculas de biocombustíveis como etanol, biodiesel, biogás, biometano e bioquerosene.

Conforme podemos observar pelas informações a seguir, o uso do etanol se constitui em uma opção moderna e eficiente, considerando as emissões de gases do efeito estufa mensurada pela emissão de gCO<sub>2</sub>e/Km. As emissões de gCO<sub>2</sub>e/Km são bastante diferentes de acordo com o tipo de carro:

- Carro elétrico EU 2017 (139 gCO<sub>2</sub>e/Km)
- Flex Ethanol Brazil 2017 (45g CO<sub>2</sub>e/Km)
- Hybrid Ethanol Flex 2017

(23g CO<sub>2</sub>e/Km)

- Fuel Cell Ethanol 2040 - estimativa  
(11g CO<sub>2</sub>e/Km)

Pode-se observar a vantagem do uso de etanol e a necessidade de se favorecer o cenário de investimento e políticas públicas que suporte o desenvolvimento de tecnologias que tenha como base o uso de biocombustíveis.

## 6) A INDÚSTRIA NA PRÁTICA

Para o desenvolvimento da indústria sucroalcooleira, quatro pilares essenciais devem ser suportados: Gestão das Eficiências; Gestão da Operação; Gestão da Automação; Gestão dos Recursos Talentos Humanos. A partir desses pilares pode-se garantir a geração de dados importantes para adequada gestão.

Estes pilares são contemplados pelo uso de tecnologias avançadas de monitoramento, acompanhamento e medições

das perdas no processo industrial. O uso de cromatografia, NIR e avaliação de dados em tempo real se tornam fundamentais dentro desse contexto de buscar a excelência operacional.

A indústria sucroalcooleira passou por profundas transformações, com evolução desde a moenda até a automação de processos, inclusive colheita mecanizada e o transporte. No entanto, a produtividade de cana de açúcar mensurada em açúcares redutores totais/ha ou toneladas/ha atingiu um platô e não tem evoluído. Dessa forma, existem oportunidades futuras de evolução significativa na área agrícola, com aumento na produtividade de cana, para acompanhar essa curva de evolução observada na indústria.



**SAIBA MAIS:** Para assistir as apresentações que resultaram neste documento acesse <http://bit.do/fUMwS> ou aponte a câmera do seu celular para o QRcode acima.



PAULO SOARES



## ENCONTRO 4

### TECNOLOGIA DA INFORMAÇÃO NO SETOR SUCROENERGÉTICO BRASILEIRO

Coordenador: Fábio Ricardo Marin, Docente do Departamento de Engenharia de Biosistemas da Esalq/USP  
Debatedores: Ariel Junior de Souza, Gerente de Tecnologia da Informação da São Domingos Bioenergia; Paulo Sergio dos Santos, Gerente de TI e Automação da Usina Alta Mogiana S.A; Antonio César S. Santos, Gerente de Inovação e Novos Negócios B2B da VIVO; Antonio José de Paula, Gerente de TI da Tietê Agroindustrial S.A; Rodrigo Ribeiro Gonçalves, Diretor de Tecnologia e Inovação da UISA.

### INTRODUÇÃO

O Brasil é líder mundial de produção de etanol e açúcar, com aproximadamente 8,2 milhões de hectares previstos para serem colhidos em 2022, e produção de cerca de 25 bilhões de etanol e mais de 40 milhões de toneladas de açúcar. Além dos investimentos em equipamentos, logística e mercado, o fator “informação” tem sido protagonista para a manutenção do país como referência global no setor sucroalcooleiro. Dessa forma, a importância do uso da TI (Tecnologia da Informação) no desenvolvimento da economia sucroalcooleira tem ganhado cada vez mais palcos de grandes discussões e atraído os olhares de toda a cadeia produtiva da cana de açúcar.

Com a globalização da internet, acessibilidade aos meios de comunicação, avanços na área de processamento de dados e sistemas globais de posição geográfica, o produtor tem acesso em tempo real

não somente aos fatores externos, como por exemplo as condições do mercado, mas também aos fatores ligados diretamente às condições da usina, da produção e do campo. Sistemas de software específicos são capazes de processar e armazenar todas essas informações. Criados a partir das necessidades de informação do produtor e da disponibilidade de tecnologia a custos acessíveis, atualmente o produtor monitora por meio de um aparelho smartphone com acesso à internet com precisão e em tempo real, como está ocorrendo a colheita e todas as etapas do manejo da cana-de-açúcar em cada talhão, de forma a aprimorar a logística, aumentar a eficiência e reduzir os custos.

### 1) A REALIDADE DA TI NO SETOR SUCROENERGÉTICO

A realidade da TI no setor sucroenergético pode ser dividida em três fases: a fase do uso dos controladores, a fase do uso de PLCs (power line communication) e a fase mais avançada, que é a centralização e otimizadores dos processos. No Brasil, existem atualmente usinas em cada uma destas três fases, sendo a primeira fase (uso de controladores), caracterizada por processos de automação rudimentares, operações descentralizadas e restritas às áreas específicas dentro da usina. Esta fase teve início na década de 1980, entretanto foram implementadas nas usinas na década de 1990, com um atraso de cerca de 10 anos, mas os controladores manuais são ainda uma realidade em muitas usinas no Brasil.

A segunda fase teve início ao final da década de 1990. Com o uso definitivo de PLCs inicia-se o uso da inteligência via intertravamentos lógicos, inclusão de vá-

rias áreas da usina na automação trazendo mais autonomia para a mesma sem depender tanto da busca de soluções complexas fornecidas pelos fabricantes. Na terceira fase, a mais evoluída do setor, tivemos a inclusão dos otimizadores de processo, com operações mais centralizadas e operações geridas de forma única. Atualmente é a fase que se encontra a maioria das usinas.

As dificuldades do processo de nacionalização do setor, com a fabricação de equipamentos e produtos nacionais para concorrer com o mercado global, traz dificuldades no avanço da tecnologia na automação do setor, pois os custos ainda são altos. Além disso, a qualidade nacional dos equipamentos e a confiabilidade ainda deixam a desejar e os padrões produzidos nacionalmente não correspondem com os produzidos no exterior, dificultando a comunicação. Entretanto, estamos em uma nova revolução industrial devido à evolução dos sistemas de informações e precisamos investir em infraestrutura, traçar planos estratégicos aliados também ao fator humano para atender as demandas. No setor sucroenergético, o investimento em ‘cyber security’, atualização tecnológica Ethernet, inteligência artificial e realidade virtual são alguns dos exemplos em que o setor deverá ser transformado.

## **2) TECNOLOGIA DA INFORMAÇÃO NO SETOR SUCROENERGÉTICO BRASILEIRO**

A realidade da tecnologia e inovação no setor sucroenergético, já pode ser vivenciada no campo com a utilização de tecnologias para rastreamento e monitoramento dos equipamentos e máquinas durante sua operação no campo agrícola, ou

seja, no corte, carregamento e transporte da cana de açúcar para otimização de processos aumentando a eficiência dos tratores, caminhões canavieiros e colhedoras.

A integração dos sistemas de monitoramento, melhoram a logística no campo. Assim, os sistemas que atuam de forma individual foram integrados dando origem a um sistema de integração por meio da plataforma de sistema de informação geográfica, para facilitar e otimizar os processos de informação. Dessa maneira, todas as informações são acessadas de forma unificada a partir de um dispositivo smarthphone (mobilidade) trazendo informações de dados de colheitas, por exemplo para cada talhão no campo. Todas as operações podem ser monitoradas em tempo real, por meio de mapas, sistemas GIS (geographic information system) com simplicidade trazendo confiabilidade na tomada de decisões do setor.

Outra aplicação muito importante no setor de TI no setor sucroenergético é a utilização de aplicativo para o monitoramento no apoio nas grandes áreas no campo, em relação a ordem de serviços na manutenção de veículos e equipamentos, aprimorando a gestão na usina.

## **3) INTERNET DAS COISAS NO AGRO**

A tecnologia de fato é a chave para alavancar o agronegócio, e a conectividade rural ampla no setor sucroenergético brasileiro é primordial, com possibilidade de maximizar os ganhos e reduzir os desperdícios. Os pilares baseados em conectividade, abordagens de serviços e a “internet das coisas” direcionam nas tomadas de decisões para ganho de eficiência e na automatização de processos, de forma a

diagnosticar potenciais insuficiências no agronegócio, e colaborar com a agricultura de precisão. Assim, a criação de um ecossistema completo na transformação digital no campo é muito importante para a evolução e maior competitividade do setor. Para tanto, a cobertura de internet de alta velocidade é muito importante neste processo e, em breve, a rede 5G de conectividade (alta velocidade e baixa latência) trará ainda mais rapidez e eficiência na viabilização nas tomadas de decisões com menor tempo de resposta. Isso levará à otimização dos processos, como o acionamento de equipamentos, leitura automatizada de dados climáticos e monitoramento das atividades através da conectividade e internet das coisas, levando a agricultura digital ao setor sucroenergético.

#### **4) INTEGRAÇÃO E PROTEÇÃO DE SOFTWARES E DADOS ORIUNDOS DE SENSORES E EQUIPAMENTOS**

A integração e proteção de softwares e dados oriundos de sensores e equipamentos na segurança da informação é essencial, não somente na área administrativa, mas também nas informações que são compartilhadas tanto na indústria quanto no campo. Na parte industrial, pode haver grandes danos ambientais ou até mesmo acidentes com risco à saúde humana, enquanto no campo, os riscos se referem ao ataque cibernético e estão mais relacionados à lentidão no sistema e compartilhamento de informações. É muito importante conectar todas as áreas na segurança da usina para manter o máximo de segurança possível de forma que as políticas, procedimentos e conscientização são importantes para manter a segurança e a integridade dos

dados. Dessa forma, políticas e procedimentos de TI devem contemplar GPOs em usuários/máquinas, restrições de BYOD/BYOC (bring your own device ou bring your own cloud), firewall e antivírus, segregação de redes, etc. A convergência de TI e a tecnologia da automação, visando a redução de erros e retrabalhos, economia de recursos, melhoria na tomada de decisões, menor necessidade de paradas e melhor resultado para a empresa, pode ser realizada sem perder a segurança, eliminando as falhas de comunicação e atrasos, rádio, telefone, boletins; integrar laboratório industrial, PCTS, rotinas de administração com automação operacional e gestão para criar escalabilidade de ação operacional antes da gestão e manter a integração e proteção dos dados, independente de sua origem.

#### **5) INTELIGÊNCIA ARTIFICIAL, BLOCKCHAIN E OUTRAS TECNOLOGIAS NO SETOR SUCROENERGÉTICO**

A indústria 4.0 tem passado por mudanças, seja na transparência ou na automação agrícola e industrial, sendo muito importante para o planejamento e orçamento integrado por meio de um ecossistema de análise avançada e inteligência artificial para otimização e operação, isso tudo moldando o agronegócio 4.0. Uma blockchain é uma lista imutável de blocos conectados. Cada bloco contém uma lista de transações, incluindo uma camada de criptografia que dificulta a adulteração de dados na rede, criando potencial para melhorar a segurança e a rastreabilidade em muitos tipos de transações. A criação de blockchain, como uma estrutura que permite a criação de aplicativos baseados

em micro contatos, trazendo vantagens por ser seguro, de baixo custo para grandes volumes, rápido, irreversível, transparente, global, não depende de terceiros riscos. Como desvantagem e riscos, apresenta volatilidade, bug no software, usabilidade, centralização da posse, consumo de energia elétrica, pontas fracas, vulnerabilida-

de à computação quântica e custo fixo da transação.



**SAIBA MAIS:** Para assistir as apresentações que resultaram neste documento acesse <http://bit.do/fUMwX> ou aponte a câmera do seu celular para o QRcode acima.



FABIO TORREZAN



## ENCONTRO 5

### PERSPECTIVAS PARA A CADEIA DA CANA DE AÇÚCAR SOB A ÓTICA ECONÔMICA E SOCIAL

Coordenadora: Mirian Rumenos Piedade Bacchi, Docente do Departamento de Economia, Administração e Sociologia da Esalq/USP  
Painelistas: Eduardo Leão de Souza – Diretor da UNICA – União das Indústrias de Cana de Açúcar; Júlio Maria Borges – Professor da FEA/USP e diretor JOB Economia; Gonçalo Pereira – Professor Titular da Unicamp; Guilherme Bellotti Melo – Gerente de Consultoria de Agronegócio do Itaú BBA; Denis Arroyo Alves – Diretor Executivo da Orplana – Organização de Associações Produtores de Cana do Brasil.

### INTRODUÇÃO

A abordagem escolhida para o 5º. Encontro Preparatório do EsalqShow, que trata de aspectos socioeconômicos da cultura da cana de açúcar, foi obter respostas para as seguintes questões:

**1)** Os agentes da cadeia produtiva da cana de açúcar querem e podem retomar o ciclo de crescimento da atividade canavieira, tendo como um dos propósitos o aumento da produção de biocombustíveis para cumprir compromissos internacionais do Brasil em relação à mitigação de danos ambientais? Essa questão pode ser desdobrada em três para tornar a análise mais sistemática.

• As unidades produtoras estão capitalizadas para investir e retomar o ciclo de crescimento da produção de biocombustíveis?

• As perspectivas para o mercado de açúcar e etanol, principais produtos do setor sucroenergético são positivas para os próximos anos, e no longo prazo, de forma a estimular a retomada do crescimento da atividade canavieira?

• Considerando que os sunk costs relacionados à montagem de greenfields são elevados, há espaço para essas plantas em um momento no qual fala-se na substituição, em um futuro próximo, de parte dos automóveis movidos à combustão por elétricos?

**2)** A cadeia sucroenergética brasileira está articulada para atender à demanda internacional por bens produzidos de forma ambiental e socialmente correta, como requerem os potenciais compradores internacionais de açúcar e etanol?

Para obter respostas para essas questões, é importante tratar das perspectivas e dos desafios para os mercados de açúcar e etanol; da importância da célula de biocombustível em um momento de transição de uso de combustíveis fósseis na frota automotiva; da saúde financeira das unidades produtoras de açúcar e etanol e potencial de crescimento do setor; e da organização dos produtores independentes, importante elo da cadeia de cana de açúcar que deve ter suas práticas sociais e ambientais equiparadas às da área agrícola das indústrias.

**1)** Saúde financeira das Unidades Produtoras de Açúcar e Etanol

Tratando da saúde financeira de 59 grupos do setor sucroenergético brasileiro

da região Centro Sul, o Banco Itaú, representado pelo seu Diretor do Agronegócio, apresentou dados que mostram que, no ano safra 2019/20, houve melhora no resultado operacional. O ganho em receita líquida observado foi decorrente do aumento da moagem e da qualidade da cana (quantidade de açúcares redutores totais - ART) e dos melhores preços de açúcar e etanol em relação ao ano safra anterior. O Ebtida, que indica quanto a empresa está gerando com suas atividades operacionais (não levando em conta investimentos financeiros, empréstimos e impostos), aumentou no mesmo comparativo, apontando ganhos financeiros e aumento da eficiência. O CAPEX, que mostra investimentos em bens de capital voltou a crescer, indicando que as empresas estão dispostas a investir em bens de capital e a introduzir melhorias. O fluxo de caixa é o terceiro maior dos últimos cinco anos safra, quando todos apresentaram sinal positivo, diferentemente do que ocorreu em 2013/14 e 2014/15.

Se de um lado observa-se ganhos em alguns indicadores econômicos, de outro foi registrado o aumento do endividamento das usinas, especialmente devido às altas da taxa cambial. A Dívida Líquida foi a maior dos últimos 7 anos safra, período considerado na análise, com crescimento de 13% em relação ao ano safra 2018/19. A taxa de câmbio, que em março de 2019 era de 3,92, passou a 5,21 em março de 2020, o que levou a um aumento de 32% da dívida em dólar. Para 2020/21, projetou-se redução da dívida do setor, e em 2021/22, as altas dos preços de açúcar e etanol ajudarão no fluxo de caixa, tendo havido quebra da produtividade devido às condições climáticas adversas.

Importante chamar a atenção para as dife-

renças existentes entre as empresas/grupos considerados na análise, classificando-os em 4 categorias:

Grupo A: grande escala e ativos diferenciados – resilientes mesmo em cenário de preços adversos (12 empresas, com moagem de 91 mm t em 2019/20);

Grupo B: empresas bastante saudáveis operacional e financeiramente, mas com alavancagem e/ou liquidez inferiores ao do Grupo A (28 empresas, com moagem de 158 mm t em 2019/20);

Grupo C: empresas com alguma fragilidade, seja por alavancagem, liquidez ou por menor eficiência operacional (11 empresas, com moagem de 63 mm t em 2019/20);

Grupo D: empresas em grande estresse (8 empresas, com moagem de 37 mm t em 2019/20).

Observa-se que 71% da cana da região Centro Sul (grupos A+B) são de responsabilidade de empresas/grupos saudáveis operacional e financeiramente, sendo 12 das empresas (grupo A) grandes e com ativos diferenciados. Comparativamente ao ano safra 2013/14, o Ebtida desses grupos, com exceção do D, aumentou de forma significativa em 2019/20. No entanto, a dívida líquida por tonelada também teve aumento expressivo para os grupos C e D, menor aumento para o grupo B, e manteve-se praticamente inalterada para o grupo A.

## 2) Tendências no mercado de açúcar e etanol

Atualmente, 61 países espalhados pelos continentes americano, europeu, asiático e africano adicionam etanol à gasolina, variando de 2% (África do Sul

– E2) a 27% (Brasil - E27), prevalecendo a proporção de 10%. Análises prospectivas mostrando comportamento crescente do uso de etanol no mundo são feitas baseadas no aumento do percentual de etanol adicionado ao combustível fóssil, em países que já utilizam o biocombustível com essa finalidade, e, também, no crescimento do número de países que passarão a utilizar a mistura.

Um dos impeditivos de uma maior disseminação do uso de etanol como combustível é a concentração da produção em poucos países. Estado Unidos (55%), Brasil (25%), China (4%) e Europa 27 + UK (5,5%) são responsáveis por aproximadamente 90% da produção mundial. A produção brasileira de etanol utilizando a cana de açúcar é caracterizada como desenvolvida. Comparativamente à gasolina, o uso de etanol brasileiro de cana é aquele que resulta em maior redução de emissão de Gases de Efeito Estufa (GEE). Estados Unidos e Brasil são os principais exportadores. Ainda assim, em 2020, o etanol brasileiro representou cerca de 14% do comércio internacional desse biocombustível (2,7 bilhões de litros). Os principais destinos foram Ásia e Estados Unidos.

O etanol tem um importante papel a desempenhar como mitigador dos danos ambientais causados por GEE, especialmente nos países onde a emissão desses gases é elevada, destacando-se, nesse contexto, a China e os Estados Unidos. Atualmente, o setor de transporte é responsável por aproximadamente 25% da emissão de GEE e projeta-se um crescimento significativo no número de veículos nos próximos anos, especialmente na China, Índia e outros países da Ásia. Vale mencionar que a Ásia é muito dependente de petróleo, e

ganhos expressivos seriam observados se o uso de etanol se expandisse nesse continente

Em que pesem as discussões que estão sendo feitas de substituição da frota de veículos movidos a combustível por veículos elétricos, considera-se que o etanol possa vir a atender importantes desafios em relação aos aspectos ambientais. Inúmeras são as cidades que têm alto índice de poluição ambiental, sendo que das 50 mais poluídas do mundo, 35 estão na Índia e 7 na China. Para fim de comparação, São Paulo, que é a quarta maior cidade do mundo em população, está em 147º lugar nesse ranking.

No Brasil, onde a maior parte do etanol é produzido a partir da cana de açúcar, existe flexibilidade, dentro de certos limites, em alocar a cana para produção de açúcar ou etanol, e os produtores respondem a sinalizações de mercado para a tomada de decisão sobre quanto produzir de um e do outro produto. Isso permite que os agentes do setor, ao buscarem maximizar lucro, optem por produzir mais daquele produto com maior rentabilidade, podendo minimizar possíveis perdas e se manterem nessa indústria mesmo que em condições econômicas não tão favoráveis.

Tratando da produção de açúcar, o Brasil é um grande player do mercado internacional, sendo responsável, na média dos 5 últimos anos safra, por 20,2% da produção mundial. A Índia, segundo colocado no ranking, é responsável por 17,2%, sendo seguida pela União Europeia, responsável por 9,3%. Considerando a produção dos mencionados países e acrescentando a da Tailândia, da China, dos Estados Unidos, do México e da Austrália, aproxima-se dos 90% da produção

mundial. Considerando esses números, e sabendo-se que a Índia, mesmo que sendo grande produtora, importa açúcar em determinados períodos, pode-se inferir que o Brasil tem enorme potencial para suprir a necessidade do adoçante de muitos países do mundo. Na média dos últimos 5 anos safra, o açúcar brasileiro representou 42,4% das exportações mundiais, sendo seguido pela Tailândia, com representatividade de 14,1%. No ano safra 2020/21, o Brasil foi responsável por 50% das exportações mundiais.

Os asiáticos são os maiores consumidores de açúcar do mundo, responsáveis por 43% do total, considerando a média dos cinco últimos anos safra. Ocupam posição de destaque também a América do Sul, a América do Norte e a Europa, mas com representatividade bastante inferior, de 10 a 11%. Nos últimos 10 anos, exceto na América do Sul e na União Europeia, o consumo de açúcar vem crescendo, sendo a maior taxa a do sudeste da Ásia (3,1%) e a do norte da África (2,5%). São importadores líquidos de açúcar a Ásia, a África, o Oriente Médio, a Europa e a América do Norte. Na Ásia e África, a taxa de crescimento do consumo de açúcar nos últimos 10 anos foi positiva, chegando a 5,3% no sudeste da Ásia e 4,7% na África Subsaariana. Taxa negativa e elevada foi observada na União Europeia (-6,9%). A Ásia e a África são os principais destinos das exportações brasileiras.

O açúcar tem mercado altamente protegido, o que distorce a formação de preços e impede que prevaleça as vantagens competitivas dos países. Cita-se, para justificar tal constatação, a política comercial de alguns países com relação ao adoçante. Nos Estados Unidos, as importa-

ções são controladas por cotas distribuídas a países em função de características sócio econômicas (cotas de 1,2 milhão de toneladas, o que representa 11% do consumo do país). A tarifa extra cota para a importação do açúcar nos Estados Unidos é de US\$ 337,92/t. Na Rússia, a tarifa de importação é variável (de US\$ 140 a 260/t); no Japão, a tarifa é de cerca de US\$ 200,00/t; na China, a tarifa é de 15% na quota e de 50% extra cota; na Índia, há subsídio às exportações e tarifa de importação de 100%. No Paquistão também há subsídios às exportações e a tarifa de importação é de 40%; na EU, além de subsídio aos produtores, há tarifas elevadas quando se consideram os volumes extra cotas.

Os riscos para o setor sucroenergético brasileiro estão especialmente relacionados ao preço internacional e câmbio, o que é válido tanto para o açúcar quanto para o etanol. No caso do etanol, o preço da gasolina e, em última instância, o do petróleo, determina em grande parte o preço recebido pelos produtores brasileiros do biocombustível. No caso do açúcar, também há forte relação dos preços domésticos com os internacionais, representados pelas cotações dos contratos futuros das bolsas de NY e Londres. Além do mais, o Brasil exporta, como visto, grande parte da produção de açúcar, e o efeito dos preços internacionais, neste caso, é direto.

Os prognósticos para os próximos 5 anos para a rentabilidade do setor, baseados em cenários que levam em conta custos (atualmente em alta), preços internacionais de commodities e câmbio, são bons. O processo de fusões e aquisições deverá continuar e o crescimento da capacidade instalada no Brasil para a moagem da cana de açúcar não deverá ocorrer via novas

plantas. A capacidade de investimento do setor é limitada pelo crescimento da dívida das unidades produtoras de açúcar e etanol.

### 3) O papel do etanol na matriz energética futura – célula de biocombustível

O crescimento populacional leva ao aumento do uso de energia e pressiona a necessidade de se buscar outras fontes menos poluentes. Várias alternativas aos combustíveis fósseis estão sendo propostas (eólica, solar, etc.), mas é certo que a era do petróleo ainda está longe de acabar. No futuro, o zoneamento climático deve mudar, e haverá consequências geopolíticas graves para regiões específicas do planeta.

Do ponto de vista de energia utilizada em transporte, muito se discute sobre as vantagens dos carros elétricos, sendo considerados aqueles que mitigam os efeitos climáticos indesejáveis. No entanto, essa visão pode ser enganosa, se restringindo apenas ao trajeto “do tanque à roda”. Somente comparando o ciclo de vida (toda a emissão gerada no processo produtivo) de rotas alternativas de energia é que se pode avaliar cada uma delas no que diz respeito à mitigação de efeitos indesejados sobre o ambiente.

Há ainda as externalidades negativas no caso dos carros elétricos, relativamente aos movidos a etanol. Relativamente ao carro movido a etanol, o elétrico tem como desvantagem o pouco ou quase nenhum uso de mão de obra na produção, comprometendo o nível de emprego. Outras desvantagens podem ser citadas: para se implantar uma rede de abastecimento de energia elétrica no país, estima-se que haja a necessidade de investimentos da ordem de mais de um trilhão de reais. Enquanto

isso não for feito, a autonomia dos carros elétricos é pequena. Vale mencionar que os automóveis híbridos podem resolver a questão da pequena autonomia dos elétricos, nesse momento que não há uma rede de abastecimento para elétricos representativa. Quando se fala de carros elétricos, tem-se que levar em conta que as baterias são recarregadas usando hidrogênio, atualmente produzido a partir do gás natural. O uso de baterias pode levar a uma competição por metais, onerando os preços desses elementos.

Considera-se, portanto, bastante promissor o uso da célula de biocombustível no futuro, podendo-se mencionar que a Nissan já tem um protótipo usando essa tecnologia. Apesar de algumas montadoras terem cronogramas que estabelecem a substituição completa dos veículos a combustão por carros elétricos num futuro próximo, o grau de substituição vai depender de condições específicas de cada país; por muito tempo ainda haverá espaço para combustíveis líquidos.

### 4) Sustentabilidade no segmento do fornecedor independente de cana-de-açúcar

A cadeia de cana-de-açúcar conta com um número bastante significativo de produtores independentes dessa matéria prima, embora a maior parte dela seja produzida em área própria das usinas ou por elas arrendadas. Esses produtores, os quais são chamados de independentes, fornecem cana às usinas com as quais mantem contratos, seguindo regras do sistema estabelecido pelo Consecana, o qual assegura um piso para o preço da cana entregue.

Pelo fato da cana-de-açúcar ser um produto volumoso, o que torna impeditivo

o seu transporte por longas distâncias, e ter que ser processada tão logo seja colhida, o comércio de cana, tanto na região Centro Sul do país como na Norte Nordeste se dá, prioritariamente, pelo mencionado sistema.

As parcerias entre fornecedores independentes e usinas vem ocorrendo desde que o preço da cana foi liberado pelo governo na segunda metade da década de 90, sendo o sistema do Consecana uma referência para outros complexos agroindustriais nacionais, que vêm estudando a implantação de sistemas semelhantes. No estado de São Paulo, o maior produtor nacional de cana-de-açúcar, representantes da Orplana (Organização de Associações de Produtores de Cana do Brasil), juntamente com representantes da Unica (União da Indústria da Cana de Açúcar), formam o mencionado Conselho. A Orplana é formada por 31 associações, com 12 mil produtores filiados, representando 60 milhões de toneladas e 750 mil hectares plantados. Outros estados, tanto da região Centro Sul como das regiões Norte e Nordeste também adotam o Consecana, levando em consideração, neste caso, as especificidades regionais.

Essa aproximação das usinas e fornecedores de cana independentes tem gerado a sinergia necessária para que outras ações possam ser implementadas conjuntamente e possam atender às exigências de um mercado consumidor cada vez mais voltado às questões ambientais e sociais.

As unidades produtoras de açúcar e etanol do Brasil estão, na sua maior parte, atendendo de forma eficiente as novas demandas do mercado comprador, especialmente quanto às questões sociais e ambientais, incluindo a área agrícola. O

elo do produtor independente de cana vem fazendo, através de suas associações, grandes esforços para se equiparar às práticas adotadas nas áreas agrícolas das Usinas.

Visando obter selos de boas práticas, os produtores de açúcar e etanol têm interesse de que todos os elos da cadeia apresentem homogeneidade no que diz respeito as exigências necessárias para as certificações. A segregação dentro da usina de produtos obtidos com nível diferente de atendimento às exigências ambientais e sociais é onerosa e muitas vezes impraticável.

Atualmente, a Orplana, por meio das suas associações, busca elevar a eficiência dos produtores independentes de cana e induzir a adoção de práticas agrícolas sustentáveis, especialmente no que diz respeito ao ambiente. As ações da Orplana e de suas associações visam, também, a inserção dos fornecedores no mundo empresarial, para que tomem decisões com base na economicidade da produção.

Um projeto de grande importância implantado pela Orplana é o “Muda Cana”, que tem o objetivo de gerar melhorias contínuas na produção de cana, sendo sustentado por quatro pilares: uso de indicadores desempenho, valorização da cultura associativista; ações coletivas entre produtores; e ações coletivas entre as associações e outras unidades/instituições. Como resultado dos esforços feitos pela Orplana, 19 associações já foram impactadas pelo “Muda Cana”, incluindo aproximadamente 9.000 fornecedores – mais de 18.000 pessoas foram treinadas e 54 ferramentas digitais foram criadas para o gerenciamento das atividades. A Orplana e seus associados implantaram também o Programa For Farmers, que busca aproxi-

mar os fornecedores de startups visando obter ganhos de eficiência nesse elo da cadeia.

Importantes instituições estão envolvidas na busca de melhores práticas sociais e ambientais no campo, podendo-se citar a ONG Solidaridad, que atua em mais de 40 países, e capta fundos internacionais com o objetivo de implantar projetos no campo. Não se pode deixar de mencionar também a Fundação Dom Cabral, que têm ajudado os fornecedores de cana em treinamentos e capacitação.

As certificações, que irão beneficiar o comércio dos produtos finais açúcar e etanol, exigem que todos os elos da cadeia estejam alinhados em termos de boas práticas. O Renovabio, que gerará mais créditos de carbono para fornecedores que se destacarem no cumprimento das exigências socioambientais poderá contribuir para a equiparação das práticas adotadas nas áreas agrícolas de fornecedores independentes e em áreas próprias ou arrendadas das usinas.

Deve-se mencionar também que algumas usinas já desenvolvem programas de avaliação do nível de cumprimento das exigências ambientais e sociais dos seus fornecedores de cana, podendo-se citar o projeto Elo implantado pela Raízen, junto com a ONG Solidaridad, há mais de 5 anos. Ao mesmo tempo que se acompanha o desenvolvimento dos fornecedores, se fornece a eles informações sobre as ações consideradas corretas.

Os dados aqui apresentados mostram que grande esforço está sendo feito por parte dos fornecedores de cana para se equipararem às usinas em termos de práticas adotadas no campo, quer no que diz respeito à tecnologia, quer no que se refere ao cumprimento da legislação ambiental e social vigentes.



**SAIBA MAIS:** Para assistir as apresentações que resultaram neste documento acesse <http://bit.do/fUMw2> ou aponte a câmera do seu celular para o QRcode acima.



FABIO TORREZAN



## ENCONTRO 6

**BALANÇO DE CARBONO NO SETOR SUCRO-ENERGÉTICO** Coordenador: Carlos Eduardo Pelegrino Cerri, docente do Departamento de Ciência do Solo da Esalq/USP. Debatedores: Maurício Cherubin, Docente do Departamento de Ciência do Solo da Esalq/USP; Marília Folegatti, Pesquisadora da Embrapa Meio Ambiente; Luiz Horta, Docente da Universidade de Itajubá e Pesquisador do Núcleo Interdisciplinar de Planejamento Energético da Unicamp; Heitor Catarella, Chefe do Centro de Solos e Recursos Ambientais do Instituto Agrônomo de Campinas.

O objetivo deste encontro foi o de discutir três aspectos importantes sobre o tema geral: i) mudanças de carbono no solo e emissões de efeito estufa; ii) oportunidades e inovações no setor sucroalcooleiro (visão das empresas); e iii) balanço energético da bioenergia da cana-de-açúcar e políticas públicas.

As projeções globais indicam que a produção de etanol passará de cerca de 100 bilhões de litros para quase 134,5 bilhões de litros em 2028. A expectativa é que 2/3 desse aumento venha da cana-de-açúcar brasileira. Nesse contexto, a crescente demanda pela produção de bioenergia impulsionada pela política setorial no Brasil (por exemplo, o programa *RenovaBio*) e os compromissos internacionais para alcançar as Contribuições Nacionalmente Determinadas (NDC) anunciadas no Acordo de Paris, fazem da cana-de-açúcar uma importante matéria-prima para a produção de bioenergias e bioprodutos de forma mais sustentável. Atualmente, há uma

intensa discussão envolvendo instituições de ensino e pesquisa e diversos agentes da complexa cadeia sucroenergética, que abrange um conjunto multitemático de tópicos, incluindo sequestro de carbono no solo, emissões de gases de efeito estufa (GEE), biodiversidade do solo, manejo de resíduos agrícolas, reciclagem de nutrientes de produtos da cadeia sucroenergética, racionalização da aplicação de fertilizantes, manejo de pragas, mecanização, soluções de engenharia, desempenho industrial, entre outros aspectos.

A cana-de-açúcar é uma cultura semiperene, altamente eficiente para converter CO<sub>2</sub> atmosférico em compostos orgânicos. Anualmente, cada hectare de cana-de-açúcar retira da atmosfera cerca de 60 toneladas de CO<sub>2</sub>. Portanto, em média, cerca de 600 Gt de CO<sub>2</sub> são removidos anualmente da atmosfera pelas usinas de cana-de-açúcar nos 10 milhões de ha no Brasil (Cherubin et al., 2021). Do campo à indústria, a cadeia produtiva da cana-de-açúcar é complexa, mas também versátil, permitindo produzir açúcar, biocombustível avançado (etanol e querosene de aviação), bioeletricidade, biometano, biopolímeros, biocarvão, entre outros produtos. Todos os processos e produtos associados à cana-de-açúcar tornam-se oportunidades para sequestrar C e reduzir emissões de GEE.

Existem várias opções para aumentar a produção de bioenergia a partir da cana-de-açúcar no Brasil, como expandir a área de cultivo da cana-de-açúcar, aumentar a produtividade das lavouras, melhorar o desempenho industrial e, finalmente, integrar novas tecnologias para captura e armazenamento de GEE gerados nos processos industriais.

No campo, a transição da terra de pastagens de baixa produtividade para o cultivo de cana-de-açúcar parece ser um caminho sustentável para expandir a área de cana-de-açúcar e aumentar a produção de bioenergia. Esse cenário de mudança benéfica do uso da terra melhora a saúde e o sequestro de C do solo ao longo do tempo, embora sua compactação, perda de biodiversidade e erosão ainda sejam um desafio. Além disso, adotar as melhores práticas de manejo, como plantio direto, manejo sustentável de resíduos agrícolas, adubação racional e reciclagem de subprodutos industriais (torta de filtro, cinzas e vinhaça), tem sido fundamental para garantir a produção sustentável de bioenergia.

A conversão de solo degradado em cultivo de cana-de-açúcar abre a possibilidade de um grande sequestro de carbono pelo melhor manejo do solo, mudança benéfica do uso da terra, mas também pela possibilidade de biomassa em crescimento sustentável para gerar energia renovável. O aumento da produtividade da cana-de-açúcar contribui para aumentar o estoque de C orgânico do solo, armazenando C no solo. No entanto, esse C capturado da atmosfera ainda é difícil de ser monetizado no mercado de carbono, ou por meio de políticas públicas como a Política Brasileira de Biocombustíveis (Renovabio). Isso ocorre basicamente porque a metodologia atual do Renovabio não contabiliza o carbono que é sequestrado no solo de forma independente, apenas por critérios de uso da terra. Portanto, o sequestro de carbono ainda não conta a favor dos produtores de etanol, mas possivelmente contará no futuro. O *RenovaCalc* (ferramenta de cálculo que aplica a metodologia Renovabio) segue as normas ISO14040, a qual avalia a análise do ciclo

de vida dos biocombustíveis envolvendo todos os GEE e não apenas o CO<sub>2</sub>, contém 18 categorias de impacto e está em constante aprimoramento para poder mostrar detalhes mais granulares.

Na indústria, diversos processos contribuem para a redução das emissões de GEE. Um importante processo é a cogeração de energia elétrica pela queima do bagaço e da palha. Essa energia supre as demandas de calor e eletricidade da usina e o excedente é exportado e incorporado à rede nacional. Outra é a possibilidade de capturar o CO<sub>2</sub> emitido no processo de fermentação, que pode ser coletado e vendido (para produzir refrigerantes, por exemplo). A vinhaça, um resíduo líquido da destilação do etanol, pode ser concentrada para se tornar um fertilizante rico em nutrientes, ou biodigerida para produzir biometano. Recentemente (setembro de 2021) foi celebrado o primeiro contrato entre duas empresas privadas para fornecer biometano a partir da fermentação dos resíduos da cana-de-açúcar para a produção de amônia verde, que pode ser transformada em fertilizante ou até mesmo utilizada como combustível renovável. A importância da tecnologia para ampliar ainda mais a circularidade da biomassa neste negócio tem destaque nas discussões atuais. Como exemplos, pode-se citar que o açúcar poderia fornecer carbono para substituir o petróleo e novas técnicas poderiam aumentar a densidade energética do etanol para atender a demanda por querosene de aviação. A queima de palha para energia atualmente tem baixo retorno econômico, por isso a indústria precisa encontrar alternativas, como modificação química ou fermentação. Tratores e colheitadeiras poderiam ser movidos a biogás derivado

da biodigestão de vinhaça e outros resíduos. Além disso, grandes indústrias que atuam no Brasil estudam a viabilidade de adotar tecnologias disruptivas de captura e utilização de carbono (CCU) ou captura e armazenamento de carbono (CCS). Uma possibilidade do primeiro tipo é bombear o gás coletado da atmosfera de volta ao solo. Essas tecnologias negativas de GEE têm um forte potencial para mitigar as emissões industriais e contribuir para conter as mudanças climáticas.

Outro tema importante no setor diz respeito aos fertilizantes nitrogenados. Grandes quantidades de GEE são geradas tanto durante a fabricação de fertilizantes quanto durante o uso de fertilizantes nitrogenados no campo. O gás natural e outros combustíveis fósseis são usados para produzir amônia. Além disso, outras emissões de GEE ocorrem quando os fertilizantes são aplicados nos solos, principalmente o óxido nitroso (N<sub>2</sub>O). Embora as quantidades de N<sub>2</sub>O emitidas no campo sejam da ordem de apenas 1% do fertilizante N utilizado, o N<sub>2</sub>O tem potencial de aquecimento equivalente a 300 vezes o do CO<sub>2</sub>. O GEE combinado emitido para produzir e usar fertilizantes nitrogenados é de aproximadamente 10 a 12 kg CO<sub>2</sub>e kg<sup>-1</sup> N. Isso significa que a taxa média de fertilizante N usada para produzir cana-de-açúcar no Brasil – 100 kg N ha<sup>-1</sup> – contribui com aproximadamente 1.000 a 1.200 kg CO<sub>2</sub>e ha<sup>-1</sup> para a intensidade de C do etanol, podendo atingir até 50% das emissões totais de GEE para a produção de etanol. Além disso, devido às diferenças no processo de produção de fertilizantes, a pegada de C dos fertilizantes nitrogenados pode variar significativamente dependendo de onde o fertilizante é fabricado. Por exemplo,

alguns fertilizantes produzidos na Europa Ocidental podem ter quase metade da pegada de C (9,16 kg CO<sub>2</sub>eq kg<sup>-1</sup> de N) daqueles produzidos em algumas partes da China (16,0 kg CO<sub>2</sub>eq kg<sup>-1</sup> de N). Portanto, melhores tecnologias na produção e uso de fertilizantes podem gerar ganhos consideráveis. Estima-se que uma biorrefinaria de etanol produzindo 430 milhões de litros de etanol pode reduzir as emissões de GEE e ganhar créditos de descarbonização (CBIO) no valor de US\$ 345.000 adicionando inibidores de nitrificação aos fertilizantes nitrogenados e calculando fatores de emissão de N<sub>2</sub>O determinados localmente. Se a eficiência de uso de fertilizantes nitrogenados pudesse ser aumentada em 10% nas operações agrícolas, um adicional de US\$ 100.000 seria ganho em créditos de descarbonização (Carvalho et al., 2021).

As políticas públicas e marcos legais e normativos bem elaborados, como o Código Florestal, a regulamentação ambiental e o RenovaBio, têm promovido a produção de cana-de-açúcar compatível com o uso racional da terra e a proteção ambiental.

A ideia não é nova. O balanço de carbono é um tema derivado de discussão técnica da década de 1970 sobre a intensidade energética do etanol produzido a partir da cana-de-açúcar. As metodologias de cálculo de balanço energético do etanol como combustível, passaram por grande processo desenvolvimento e de melhoria. Os primeiros estudos já mostravam que o etanol produz muitas vezes mais energia do que consome no processo produtivo, tema relevante para avaliar a sustentabilidade do etanol de cana-de-açúcar (Seabra et al., 2014).

Esses 40 anos de história, desde o ProÁlcool (primeira política pública brasileira de energia renovável), colocam o Brasil em posição de liderança para implementar a transição energética necessária para enfrentar as mudanças climáticas. Os novos critérios ambientais, sociais e de governança (ESG) que estão sendo cada vez mais valorizados em todo o mundo é mais uma oportunidade para o setor sucroenergético provar que tem efeito positivo no meio ambiente e na sociedade.

A redução das emissões de gases de efeito estufa pela substituição de combustíveis fósseis depende de como os biocombustíveis são produzidos e de como as emissões são calculadas. Métodos científicos para avaliar a produção, distribuição, venda e consumo são essenciais. As políticas públicas e setoriais por trás dos certificados de descarbonização podem incentivar agricultores e tomadores de decisão a buscarem soluções mais eficientes e econômicas para diminuir ainda mais as emissões e melhorar a sustentabilidade. O etanol de cana-de-açúcar é uma excelente alternativa para o etanol produzido, não apenas de primeira geração, mas também de segunda geração, recentemente desen-

volvido, a partir de processos de hidrólise de celulose.

A bioenergia derivada da cana-de-açúcar é uma opção sustentável para enfrentar as mudanças climáticas, fornecendo outros serviços ecossistêmicos importantes e promovendo o desenvolvimento socioeconômico, especialmente melhorando a qualidade do solo e sua capacidade de sequestrar carbono. As partes interessadas do setor sucroenergético, incluindo cientistas, agricultores e indústrias, estão verdadeiramente comprometidos em tornar a produção de cana-de-açúcar em larga escala no Brasil parte da solução para mitigar os efeitos negativos ao clima por meio do sequestro de C do solo, biocombustível, bioeletricidade e produção de bioprodutos, tecnologias industriais de emissões negativas, reciclagem de resíduos industriais e políticas setoriais que recompensam os agricultores por evitarem as emissões de CO<sub>2</sub>.

 **SAIBA MAIS:** Para assistir as apresentações que resultaram neste documento acesse <http://bit.do/fUMxX> ou aponte a câmera do seu celular para o QRcode acima.



GERHARD WALLER



## ENCONTRO 7

### **POLÍTICAS PÚBLICAS NO SETOR SUCRO-ENERGÉTICO**

Coordenador: Ricardo Ribeiro Rodrigues, Docente do Departamento de Ciências Biológicas da Esalq/USP. Debatadores: Santiago Vianna Cuadra, pesquisador da Embrapa Informática Agropecuária; Gerd Sparovek, docente do Departamento de Ciência do Solo da Esalq/USP; Edson Eiji Matsura, docente da Faculdade de Engenharia Agrícola (Feagri)/Unicamp; Miguel Ivan Lacerda de Oliveira, do Instituto Nacional de Meteorologia-INMET, Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento; José Mauro, da Diretoria da Secretaria de Petróleo e Gás - SPG/MME.

### **INTRODUÇÃO**

A cana-de-açúcar apresenta comprovado potencial para produzir altos rendimentos econômicos e ainda prover muitos serviços ecossistêmicos, como proteção de água e solo, conservação e restauração da biodiversidade remanescente, geração de energia limpa, retenção de carbono, entre outros. No entanto, essa integração funcional de benefícios econômicos, sociais e ambientais só será possível se a cultura de cana-de-açúcar for planejada e executada nos pilares da sustentabilidade econômica e socioambiental. Para que isso aconteça em larga escala, não restrita a iniciativas isoladas, são necessárias políticas públicas que induzam e sustentem a transformação dessa atividade para esse novo desafio.

Nesse painel, o objetivo foi exatamente discutir as possíveis políticas públicas que deverão ser resgatadas, implantadas ou ainda elaboradas para que a cultura

de cana-de-açúcar consiga trilhar o caminho da sustentabilidade social e ambiental, sem perder sustentabilidade econômica. Essas políticas vão desde a esfera da propriedade até a federal, passando pelas políticas da empresa, municipal e estadual. A certeza era que deveríamos ser assertivos o suficiente nesse painel, para propor políticas públicas que permitirão buscar a sustentabilidade com máximo de custo eficiência possível; mas tínhamos também a consciência que só conseguiremos fazer isso, se esse caminho estiver pautado pela ciência de qualidade, que deverão sustentar essas políticas públicas.

Por isso, foram apresentados conceitos espaciais importantes, de regulamentação legal necessária e de potencialidades dessas políticas, mostrando exemplos de políticas já implantadas e algumas ainda em desenvolvimento, que contribuirão fortemente com o sucesso da sustentabilidade da cultura canavieira. A proposta foi a de trazer um debate consistente e participativo, para garantia de futuro sustentável para a cultura de cana-de-açúcar no Brasil.

#### **1) Desafios do Zoneamento agroambiental para o setor sucroenergético**

O setor sucroenergético ainda carece de zoneamento, que inclua o conceito de sustentabilidade de forma clara e objetiva. Na cultura de cana-de-açúcar, ainda existem muitas áreas agrícolas marginais, em termos de declividade, escala, aptidão agrícola do solo e outros, que definem produtividade menor que a média. Essas áreas poderiam ser substituídas por outras culturas de maior aptidão para àquela situação (por exemplo, sistemas florestais), incluindo a restauração ecológica, que con-

tribuiriam com a regularização ambiental da propriedade à legislação vigente, com o provimento de serviços ecossistêmicos. Essa estratégia de planejamento espacial da produção sucroenergética resultaria numa melhor relação de custo eficiência da produção, com aumento da produtividade média da propriedade, redução de custos de produção e abriria a possibilidade de certificação ambiental.

## 2) Regularização do setor sucroenergético à legislação ambiental

O setor sucroenergético tem um grande passivo ambiental em suas áreas produtivas, em relação a Lei de Proteção da Vegetação Nativa (lei 12651 de março de 2012), tanto de déficit de Áreas de Preservação Permanente (APP), como de Reserva Legal (RL). Só para o estado de São Paulo, a área ocupada com cultu-

ra canavieira em APP e RL, que deverá ser restaurada nos próximos 20 anos, é de 397.595ha, o que representa 39% de todo o déficit de APP e RL em São Paulo (Figura 1).

Assim, o estado de São Paulo e o setor sucroenergético precisam estabelecer um compromisso que resulte na regularização ambiental do setor à legislação brasileira. Entretanto, esse compromisso deve ser cumprido com a qualidade necessária para que essa regularização resulte em benefícios não só para a natureza, mas também para as pessoas, no que se refere ao provimento de serviços ecossistêmicos, e sem comprometer a sustentabilidade econômica da atividade. No entanto, ainda é preciso avançar nas políticas sociais do tema, pois não se pode ignorar o conflito de uso da terra, quando destina-se terras agrícolas de alta aptidão para produção de energia, que poderiam ser usadas para

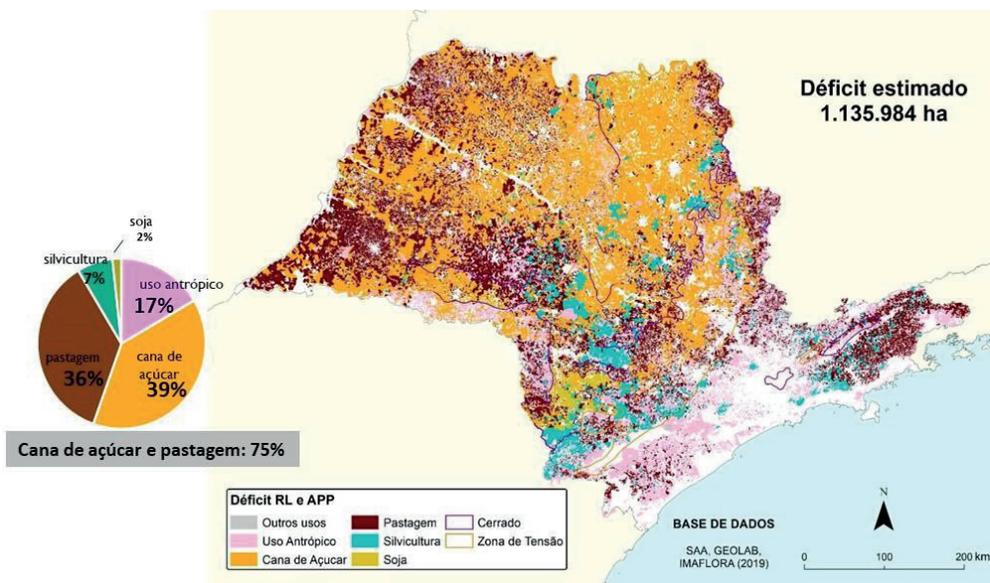


Figura 1- Déficit de Áreas de Preservação Permanente (APP) e de Reserva Legal (RL) nas propriedades rurais do estado de São Paulo, em relação à Lei 12651 de março de 2012 ("Novo Código Florestal"), que somam 1.135 984ha, dos quais 39% das áreas estão ocupados com cultura de cana-de-açúcar (<https://codigoflorestal.wixsite.com/tematico>).

produção de alimentos, além do potencial impacto ambiental dessa produção de energia com monocultura em larga escala.

### 3) Certificação ambiental do setor sucroenergético, incluindo mercado de CBios

O setor sucroenergético tem avançado de forma significativa na certificação ambiental das atividades de produção, mas esse avanço ainda não resultou em um diferenciador da atividade para o mercado. A adesão das usinas de cana-de-açúcar ao programa RENOVABIO é cada vez maior. Este programa é uma nova política nacional de Biocombustíveis, cujo principal objetivo é contribuir com as metas de redução e sequestro de carbono estabelecidas no Acordo de Paris o que permite uma melhora significativa da sustentabilidade econômica do setor sucroenergético com a entrada no mercado de carbono, mas que também exige a adequação da atividade à legislação ambiental vigente. Isso tem incrementado de forma significativa o cumprimento das exigências da lei ambiental no setor sucroenergético, que certamente é o setor agrícola brasileiro que mais investe hoje em regularização ambiental, e aproximado o setor de possíveis certificações ambientais. O setor sucroenergético dá uma demonstração clara à agricultura brasileira e ao mundo, que se pensarmos as questões ambientais de forma integrada e interdependente das questões de produção, podemos desenvolver soluções que podem ser aplicadas em larga escala, garantindo sustentabilidade ambiental e social, sem comprometer a sustentabilidade econômica.

### 4) O Renovabio, como política pública po-

sitiva para o setor sucroenergético

Como discutido anteriormente, o programa RENOVABIO é uma política nacional de Biocombustível e certamente foi uma das iniciativas mais interessantes de política pública lançada no Brasil nos últimos tempos. Com muita criatividade e sustentado em ciência, o programa RENOVABIO consegue, por meio de tecnologias inovadoras na área industrial e agrícola do setor, aumentar o sequestro de carbono do setor sucroenergético, trazendo, com isso, grande possibilidade de ganhos econômicos reais com a entrada do setor no mercado de carbono. Por outro lado, também possibilita de forma permanente, o avanço do setor para a sustentabilidade sócio ambiental. Esse programa, hoje fortemente aplicado no setor sucroenergético, já que a grande maioria das usinas de cana-de-açúcar está aderindo ao programa RENOVABIO, pode também ser aplicado nos diferentes setores da agricultura ligados ao biocombustível, como a cultura de soja, dendê, entre outras. O programa RENOVABIO, além de promover sustentabilidade econômica, ambiental e social ao setor sucroenergético, desenvolveu um novo mercado de certificação do programa, hoje com mais de uma dezena de certificadoras gerando empregos na atividade. O RENOVABIO já possui quase duas centenas de produtores de biocombustíveis certificados no programa. Esses produtores estão aptos a emitir pré-CBIOS, que são os créditos de descarbonização da atividade, com lastros validados pela “Plataforma CBIO”, que faz a validação de notas fiscais eletrônicas dos produtores e importadores de biocombustíveis certificados junto à Receita Federal, para fins de utilização como

lastro para emissão de Créditos de Descarbonização (CBIOS). Isso mostra que o programa RENOVABIO já está funcionando de maneira efetiva, contribuindo de forma significativa com a sustentabilidade do setor sucroenergético, tanto econômica, como socioambiental.

### 5) A política brasileira para bioenergia ou energia de baixo carbono

O Brasil, com bons técnicos atuando com sustentação científica no setor de biocombustíveis, tem produzido políticas públicas muito promissoras para a geração de bioenergia, com destaque ao setor sucroenergético. Entre essas políticas, o RENOVABIO certamente é uma das políticas mais inovadoras e promissoras do setor agrícola relacionado com biocombustível, para buscar sustentabilidade ambiental

com responsabilidade econômica. Essas políticas relacionadas ao setor sucroenergético são muito positivas, já que o CO<sub>2</sub> capturado e armazenado no solo durante a produção de biomassa para energia estará retirando CO<sub>2</sub> da atmosfera. No entanto, ainda existe demanda de grande desenvolvimento tecnológico, para o entendimento do armazenamento de carbono no subsolo, durante o tempo, a partir de mais dados científicos. No entanto, é clara a possibilidade dessas técnicas agrícolas e industriais de retenção de carbono, de contribuir para os compromissos assumidos no Acordo de Paris.



**SAIBA MAIS:** Para assistir as apresentações que resultaram neste documento acesse <http://bit.do/fUMxb> ou aponte a câmera do seu celular para o QRcode acima.





## ARTIGO

### AGENDA ESTRATÉGICA E POLÍTICAS PÚBLICAS PARA O SETOR SUCROENERGÉTICO

Luciano Rodrigues, Doutor em Economia Aplicada pela Universidade de São Paulo (USP), com graduação em Engenharia Agrônoma pela mesma instituição (ESALQ/USP). Atualmente Diretor de Economia e Inteligência Estratégica da UNICA e professor de métodos quantitativos no mestrado profissional em agronegócio na FGV/EESP.

Com quase 500 anos de história no Brasil, o setor sucroenergético avançou para muito além do papel tradicional da agricultura como fonte de alimentos, se posicionando de maneira efetiva no mundo da energia limpa e renovável. Trata-se de uma cadeia com destaque no agronegócio nacional, envolvendo cerca de 360 unidades produtoras, 70 mil fornecedores rurais e mais de 2 milhões de empregos diretos e indiretos.

O sucesso dessa indústria traz consigo doses adicionais de responsabilidade diante das transformações esperadas para os próximos anos, pautadas essencialmente pela necessidade de ampliar, de maneira eficiente e sustentável, a oferta de alimentos e de energia de baixo carbono. Nesse contexto, este artigo busca apresentar de forma objetiva e direta algumas diretrizes a serem exploradas pelos agentes públicos e privados da cadeia sucroenergética para aproveitar as oportunidades e superar os desafios delineados para o futuro próximo.

## PRODUÇÃO DE ALIMENTOS

No mercado de açúcar, o processo de desregulamentação do setor ao longo da década de 90 deu início para a atuação dos produtores no mercado mundial e garantiu um crescimento expressivo da participação brasileira no comércio internacional do produto.

Atualmente, o açúcar brasileiro representa cerca de 45% do total comercializado mundialmente. O crescimento da população, a ampliação da renda e a urbanização nos países da África, Leste e Sul Asiático, combinados com as restrições para a expansão da produção em escala e custo competitivos em outras regiões do globo, garantem potencial de ampliação da demanda internacional pelo produto brasileiro nos próximos anos.

Em verdade, a maior parte do açúcar brasileiro é exportado para países de baixa renda *per capita*, onde o produto se posiciona de forma importante como fonte de energia competitiva e acessível para regiões com consumo calórico reduzido.

Nesse mercado, em linhas gerais, os desafios enfrentados são similares àqueles vivenciados por outras *commodities* agrícolas exportadas pelos produtores nacionais. Além da necessidade de melhoria constante nas condições de infraestrutura, produtividade e custos no País, precisaremos lidar com as mudanças na geopolítica mundial, que certamente irão direcionar parcela do comércio global.

A redução de barreiras tarifárias e não-tarifárias (técnicas, sanitárias e buro-

cráticas, por exemplo) e de medidas adotadas por vários países produtores para facilitação das exportações, que distorcem o mercado mundial, também se constituem adversidades a serem superadas nos próximos anos. Ações visando a maior efetividade dos acordos multilaterais e a implementação de ajustes indicados nas disputas tratadas no âmbito da Organização Mundial do Comércio (OMC) são fundamentais para ampliar a inserção global do produto brasileiro.

Por fim, a “vilanização” do açúcar e radicalismos associados aos malefícios do produto à saúde precisam ser contrapostos com ciência, com dados globais de saúde pública, com presença qualificada e sólida estratégia de comunicação, que devem evidenciar a necessidade de dieta balanceada, hábitos adequados e rotina de exercícios para a melhor qualidade de vida. Nessa linha, é preciso evitar rotulagens inadequadas ou taxações explícitas sem discussões fundamentadas sobre o tema.

## **ETANOL E MOBILIDADE SUSTENTÁVEL**

No campo da energia, o setor suroenergético se consolidou como principal fonte renovável na matriz brasileira, sendo responsável por mais de 16% de toda a oferta interna de energia. Apenas a produção do setor canavieiro seria suficiente para posicionar o País acima da média mundial (cerca de 14%) e dos países desenvolvidos da OCDE (cerca de 11%) no uso de fontes limpas e renováveis.

O Brasil possui hoje um dos programas mais bem-sucedidos de utilização de energias renováveis no setor de transporte, com mais de 6 milhões de motocicletas e quase 31 milhões de veículos leves aptos a utilizarem qualquer combinação de gasolina e etanol. Em 2021, o consumo de etanol diretamente nos veículos, combinado à mistura obrigatória do biocombustível na gasolina (atualmente em 27%), foi responsável por cerca de 48% da energia consumida pelos veículos leves domesticamente.

Essa condição foi obtida sem prejuízo do uso racional dos recursos naturais ou da produção de alimentos. Atualmente, a lavoura cana-de-açúcar ocupa cerca de 10 milhões de hectares, pouco mais de 5% da área de pastagem no Brasil ou 1,2% do território nacional. Se considerarmos exclusivamente a área destinada à fabricação de etanol, esse valor totaliza apenas 0,8% do território brasileiro (menos de 4% da pecuária brasileira), com 5,7 milhões de hectares de cana-de-açúcar e 1,2 milhão de hectares de milho destinados à produção do biocombustível.

A preocupação com a mudança de uso da terra está, inclusive, reforçada nos critérios de elegibilidade da Política Nacional de Biocombustíveis (RenovaBio). A regulamentação do Programa estabeleceu uma linha de corte que exclui qualquer propriedade que promova a conversão de vegetação nativa para a produção de matéria-prima energética. Trata-se de uma medida que excede a legislação ambiental vigente, definindo exigências de rastreabilidade e regra de desmatamento zero para o fornecimento de biomassa na

fabricação de biocombustíveis no Brasil.

Apesar dessa condição privilegiada, as transformações mundialmente em curso no setor de energia devem exigir capacidade de adaptação e esforço concentrado dos agentes que atuam na cadeia sucroenergética nos próximos anos.

A necessidade de mitigar os efeitos deletérios das mudanças climáticas e as preocupações com o meio ambiente intensificaram o debate público, sendo incorporadas de forma cada vez mais efetivas às exigências dos consumidores e às ações empresariais nos mais diferentes setores da economia mundial.

Com repercussões claras sobre o ambiente de negócios, o tema se tornou estratégico às empresas e deve trazer novas exigências e oportunidades voltadas ao emprego de energias limpas. Para o setor sucroenergético, trata-se de um momento importante para reforçar as vantagens competitivas e comparativas dos produtos da bioenergia nacional.

Particularmente no caso do etanol, a aprovação da Política Nacional de Biocombustíveis (o RenovaBio) e a sua efetiva regulamentação estabeleceram um novo marco para a materialização do potencial dos biocombustíveis como energia limpa nos próximos anos.

O Programa tem por objetivo principal reduzir as emissões de gases causadores do efeito estufa (GEE) no setor de transportes do Brasil, por meio da substituição de combustíveis fósseis

por biocombustíveis, como o etanol, o biodiesel e o biogás, entre outros. Para tanto, o RenovaBio se fundamenta em três pilares principais.

O primeiro deles refere-se à proposição da meta decenal de descarbonização. Esse mecanismo estabelece o nível máximo de carbono que pode ser emitido por unidade de energia queimada no setor de transporte nos próximos dez anos.

Definidas as metas, o segundo pilar do sistema refere-se ao mecanismo de valoração do carbono que deixou de ser emitido no processo de substituição da energia fóssil pelos biocombustíveis.

Em essência, o programa reconhece os benefícios ambientais do biocombustível, imputando valor econômico a eles. A maior emissão de GEE, por outro lado, é convertida em custo privado para os combustíveis fósseis. No final, cabe ao consumidor fazer a sua escolha com base nos preços relativos corrigidos.

Para tanto, os produtores de biocombustível que participam da iniciativa têm a oportunidade de emissão de um título de descarbonização, conhecido como CBio (Crédito de Descarbonização por Biocombustível). Esse título representa uma tonelada de carbono que deixou de ser emitida ou que foi capturada.

O sistema prevê a compra do mencionado crédito pelas distribuidoras para o cumprimento das metas de redução de emissões em cada ano. O preço do CBio, por sua vez, é determinado pelas

condições de oferta e demanda, a partir das transações realizadas em mercado organizado.

Além das distribuidoras, o CBio pode ser adquirido por empresas que queiram neutralizar voluntariamente as suas emissões. A comercialização do CBio pode, portanto, estabelecer um promissor mercado de títulos verdes no País.

O último pilar do Programa refere-se ao vínculo entre a nota de eficiência energético-ambiental do produtor de biocombustível (NEAA) e a receita que ele pode auferir com a venda de CBios.

A referida nota retrata a capacidade do produtor em reduzir emissões com eficiência ambiental. Em linhas gerais, ela determina a quantidade de biocombustível necessária para permitir a emissão de um título de descarbonização. Quanto maior a nota, maior a eficiência ambiental e menor a quantidade de biocombustível necessária para emitir um CBio.

Baseada na análise de ciclo de vida, a NEAA é calculada a partir de parâmetros técnicos de cada produtor. No caso do produtor de etanol, a redução do consumo de diesel, a maximização da produtividade agrícola e o maior rendimento industrial são exemplos de elementos que aumentam a sua capacidade de descarbonização. Esse mecanismo estimula a busca por ganhos de eficiência ambiental e de produção no setor.

Os produtores certificados já somam quase 90% da capacidade de pro-

dução de etanol no Brasil, explicitando o sucesso do Programa, que foi lançado em 2017 (Lei nº 13.576/2017). Essas empresas foram auditadas por firmas inspectoras, disponibilizaram os seus indicadores de produção em consulta pública e receberam certificado da Agência Nacional do Petróleo, Gás Natural e Biocombustíveis (ANP) para a participação no Programa.

A aprovação do RenovaBio estabeleceu um primeiro passo para a maior previsibilidade e estímulo à oferta de biocombustíveis de baixo carbono. A esse arcabouço, se soma a recente aprovação da Emenda Constitucional 123, de 14 de julho de 2022 (EC 123/2022), que incorporou no capítulo ambiental da Constituição Brasileira a manutenção de regime fiscal que estabeleça diferencial competitivo aos biocombustíveis que concorrem diretamente com substitutos fósseis.

O mencionado instrumento legal prevê a manutenção do diferencial tributário vigente entre os combustíveis no País por 20 anos, até que se aprove nova lei complementar disciplinando o tema. Essa condição reduz a incerteza acerca de eventuais alterações tributárias que possam distorcer a competitividade dos biocombustíveis no mercado interno.

O arcabouço estruturado pelo RenovaBio e pela EC 123/2022, associado às regras mais estáveis de precificação de derivados domesticamente, estabelecem uma condição mais adequada para a expansão da produção de etanol nos próximos anos.

A despeito dessa situação, a discussão sobre mobilidade sustentável de baixo carbono deve impor esforços adicionais ao setor para a consolidação do biocombustível como instrumento de descarbonização na matriz nacional.

Nos fóruns internacionais, os debates sobre o futuro da mobilidade se centram especialmente na substituição de veículos dotados de motores a combustão interna por veículos elétricos como resposta quase única das grandes economias à necessidade de redução das emissões de GEE.

Nesse contexto, muitos problemas relacionados, por exemplo, ao preço dos veículos, ao custo da rede de recarga e à maior demanda por materiais raros e finitos, foram subestimados e demandaram grande apoio financeiro dos governos para serem equacionados. Adicionalmente, os entraves à geração de energia limpa nesses países exigiram que a nova frota continuasse, quase sem exceção, a utilizar combustíveis fósseis, restringindo os benefícios imediatos dessa opção em boa parte das nações que estimularam essa rota tecnológica.

Felizmente, essa visão restrita e incompleta sobre tema vem, paulatinamente, sendo alterada. A mobilidade sustentável deve ser entendida no seu conceito mais amplo, incorporando os vetores ambiental, econômico e social, com endereçamento adequado da urgência nas respostas à variação climática do planeta. O equacionamento do desafio mundial instituído pelo aquecimento global exigirá opções múltiplas, com-

plementares e adaptadas a cada nação.

A avaliação das emissões ao longo do ciclo de vida dos energéticos deve guiar os projetos novos, reconhecendo as características e o potencial econômico distinto das diferentes regiões, além do tempo de resposta diferenciado de cada solução tecnológica.

Um primeiro passo pode ser realizado a partir do uso da bioenergia onde já é possível e o seu incentivo em países com potencial, combinando-os aos combustíveis fósseis para reduzir imediatamente o passivo ambiental da frota circulante, com uma maior colaboração entre regiões.

Veículos híbridos derivados dos modelos concebidos para tração com motores de combustão interna serão a transição para essa nova ordem. No médio e longo prazo, a hibridização das novas plataformas de veículos elétricos manterá o uso de combustíveis biológicos ou sintetizados a partir de energia elétrica limpa, com a tração elétrica, gerando as combinações de baixo carbono mais efetivas. No tempo correto, com aplicações adequadas e tecnologias inovadoras, haverá espaço para a convivência de todas as opções para a mobilidade sustentável.

A transição energética, as novas formas de mobilidade e as mudanças tecnológicas em curso constituem um cenário complexo e não permitem, nesse momento, identificar quais serão as soluções vencedoras no futuro.

Nesse contexto, é preciso que as políticas públicas nessa área sejam pautadas pela neutralidade tecnológica, pela avaliação de emissões de GEE no ciclo de vida e por diretrizes que explorem por completo o conceito de sustentabilidade. Esse ainda é um desafio a ser vencido no Brasil e pode permitir que os produtores de bioenergia aproveitem as inúmeras oportunidades que serão geradas pelo movimento da economia de baixo carbono nos próximos anos.

### **NOVOS PRODUTOS E MAIOR EFICIÊNCIA PRODUTIVA**

Além dos esforços institucionais para a manutenção de ambiente institucional adequado e de ações de comunicação, o sucesso do setor sucroenergético nos próximos anos depende essencialmente do consistente trabalho dos produtores para ofertar novos energéticos e ampliar a eficiência produtiva nas suas diferentes vertentes.

Alguns exemplos nessa linha passam: i) por inovações no manejo integrado de pragas e doenças da cana-de-açúcar, como a ampliação do emprego de agentes biológicos e a potencialização do controle natural de pragas com maior diversidade natural da paisagem de produção e outros; ii) pela otimização e aprimoramento da logística interna das empresas; iii) por novas técnicas e procedimentos de controle no processo industrial; iv) pela adoção de ferramentas de agricultura de precisão e inteligência artificial para monitoramento da lavoura e digitalização das operações; v) pelo lançamento de variedades mais adapta-

das ao sistema produtivo, inclusive com o uso de técnicas de engenharia genética; vi) pelo emprego de tecnologias diferenciadas de plantio, como o uso de mudas pré-brotadas e a sinalização de ruptura tecnológica diante do desenvolvimento da semente artificial de cana-de-açúcar; vii) por novas técnicas de cultivo visando a maior retenção de carbono no solo; e, viii) pela maior importância de treinamento e desenvolvimento de capital humano.

Ainda nessa linha, cabe destacar a importância da consolidação da bioeletricidade e a fabricação de novos energéticos como o etanol de segunda geração, o biogás e o biometano. Esses produtos consolidam a visão sistêmica e a agregação de valor à indústria sucroenergética a partir do aproveitamento de subprodutos do processo, fortalecimento os conceitos de economia circular em toda a cadeia.

Por fim, cabe ainda destacar a revolução observada nos últimos anos com a expansão expressiva da produção de etanol de milho de segunda safra no Brasil. Em 2022, a produção do biocombustível a partir do milho deve atingir cerca de 4,5 bilhões de litros, podendo chegar a 10 bilhões de litros nos próximos 10 anos. O sistema integrado implementado especialmente nos estados do Centro-Oeste permitiu a ampliação do milho de segunda safra, a maior oferta de etanol e o fortalecimento da cadeia de carnes a partir da venda dos subprodutos da fabricação do etanol de milho como ração animal.

## CONSIDERAÇÕES FINAIS

De todo o exposto, fica evidente que o fortalecimento da posição do País e da indústria diante dos novos desafios da oferta de alimento a preços competitivos e da economia verde irá exigir sistemas de produção otimizados, com tecnologias mais limpas, praticados em uma paisagem de maior diversidade natural, com aproveitamento de subprodutos, melhor uso dos recursos naturais, oportunidades de inovação e estímulos a novos processos, produtos e modelos empresariais.

O aperfeiçoamento do *RenovaBio* e a sua integração com outras políticas internas voltadas à indústria automotiva também será fundamental para ampliar o processo de descarbonização da matriz de transportes no País. Na mesma linha, a consolidação dos *CBios* como mecanismo de compensação de emissões e a sua conexão com eventuais mercados de carbono regulados ofere-

cem uma oportunidade excepcional para valorar as externalidades positivas geradas pelos energéticos renováveis produzidos pelo setor.

Por fim, a cadeia precisa trabalhar na comunicação das suas vantagens, se posicionando de maneira tecnicamente fundamentada e com linguagem apropriada aos diferentes públicos nos mercados em que atua.

Em síntese, os próximos anos serão de muito trabalho para uma indústria que ao longo de sua história mostrou, por diversas vezes, capacidade de se reinventar. O aproveitamento das oportunidades vislumbradas para os próximos anos vai exigir articulação e alinhamento de todos os agentes da cadeia sucoenergética, em um esforço conjunto com setor público para posicionar o País como produtor competitivo de alimento e energia renovável de maneira sustentável.



FABIO TORREZAN



4ª edição

Conectar para transformar

# A CADEIA DA CANA-DE-AÇÚCAR



**5 a 7 de outubro**



Campus  
Luiz de Queiroz



**PAINÉIS E  
MOSTRAS DE  
PROJETOS**



**VISITAÇÃO E INSCRIÇÕES  
GRATUITAS**

**[www.esalqshow.org.br](http://www.esalqshow.org.br)**

Organização  
e curadoria

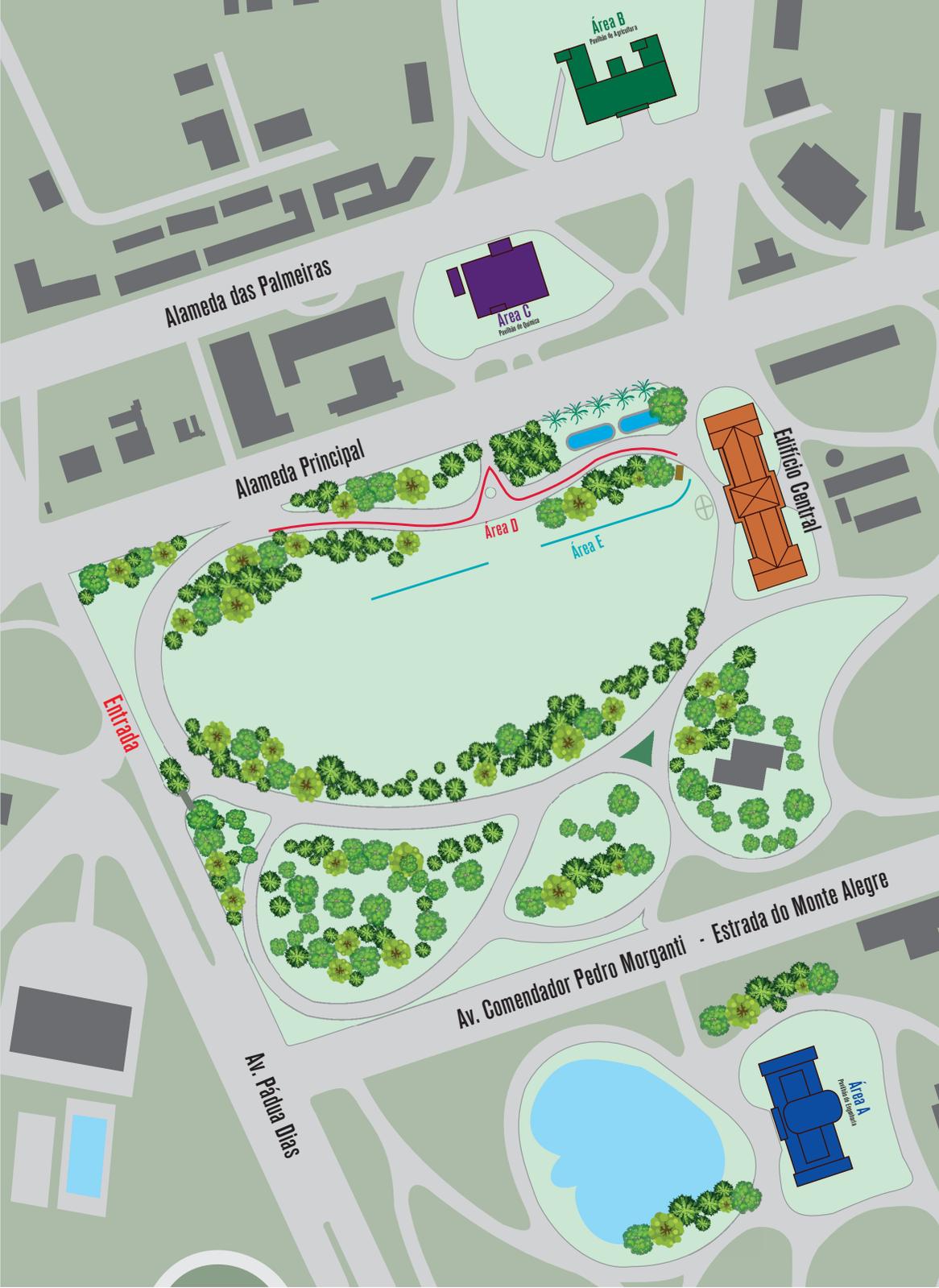


**ESALQ**

**USP**

Parceria  
Institucional







4ª edição  
5, 6 e 7 de outubro de 2022  
Campus USP "Luiz de Queiroz" - Piracicaba, SP

## Área A: Pavilhão de Engenharia

### Auditório

- Solenidade e Conferência de Abertura (dia 5, 18h)
- 7 Painéis Técnicos (dias 5, 6 e 7)
- Encontro Técnico IAC e Esalq/USP (dia 6)

## Área B: Pavilhão de Agricultura - DNA Esalq

### Saguão e Sala Anexa

- Mostra de projetos de docentes da Esalq/USP, residentes da EsalqTec, startups, empresas e entidades (dias 6 e 7)

### Auditório

- Apresentações dos projetos expostos (dia 6)
- Fórum de Inovação (dia 7)

## Área C: Pavilhão de Química

### Encontro de Talentos

- Atendimento das empresas patrocinadoras voltado aos estudantes (dia 6)
- Apresentações de oportunidades de estágio/trainee/emprego e processos seletivos das empresas patrocinadoras (dia 6)
- Palestra sobre o Ecossistema Piracicabano de Inovação (dia 6)
- Roda de conversa sobre o profissional do futuro (dia 6)

Sala de Imprensa, Estúdio de TV e Sala de Apoio aos Expositores e Patrocinadores

## Área D: Anexa ao Gramado Central

### Comunidade Esalq

- Mostra de projetos e atividades direcionados à sociedade
- Módulos da Casa do Produtor Rural
- Mostra de projetos de entidades parceiras
- Apresentações culturais
- Carreta USP - Educação e Cultura (a confirmar)
- Food Trucks

## Área E: Gramado Central

### Conexão Agro

- Exposição dos patrocinadores

- Credenciamento



Organização  
e curadoria



ESALQ

USP

Parceria  
institucional

