



# stob

ISSN 0102 - 1214  
VOL. 41 nº4  
OUT/NOV/DEZ - 2023

Açúcar, Álcool e Subprodutos





A ABN Equipamentos e Processos comemora 20 anos de história no mercado brasileiro. Fundada em 2003, a empresa é uma metalúrgica especializada na fabricação de equipamentos e soluções de engenharia para projetos industriais de todos os portes.

Com uma trajetória marcada pela inovação e compromisso com a excelência, a ABN atua em diversos setores industriais, incluindo sucroalcooleiro, papel e celulose, bebidas e alimentos, química e petroquímica, mineração, óleo e gás e meio ambiente. Sua presença abrangente e diversificada demonstra a

capacidade da empresa de se adaptar e oferecer soluções sob medida para as necessidades específicas de cada segmento.

A empresa destaca-se pelo desenvolvimento de projetos completos de unidades de produção e recuperação de

oferecendo soluções customizadas, tecnologia avançada e expertise em engenharia. A empresa continua a expandir suas capacidades e aprimorar sua atuação, sempre comprometida em superar as expectativas dos clientes e contribuir para o crescimento sustentável do setor.

Neste aniversário de 20 anos, a ABN celebra suas conquistas e agradece a todos os clientes, parceiros e colaboradores que fizeram parte dessa jornada.



diversos tipos de álcoois, como etanol hidratado, etanol anidro e álcoois especiais. Com tecnologia própria e uma equipe técnica altamente especializada em engenharia, a ABN utiliza modelagem computacional e simulação de processos produtivos para otimizar unidades industriais existentes, visando atingir produtividades máximas e garantir a satisfação dos clientes.

Ao longo de duas décadas, a ABN Equipamentos e Processos tem se consolidado como uma referência no mercado industrial,



Soluções em Engenharia e  
**PROCESSOS INDUSTRIAIS**



saiba mais



[abnequipamentos.com.br](http://abnequipamentos.com.br)

# EDITORIAL

O ano de 2023 se encerra com bons índices para o setor sucroenergético. A safra superou expectativas, chegando a cerca de 630 milhões de toneladas de cana (até dezembro). Foi um aumento expressivo de 15% em relação a safra anterior, configurando um período de calmaria, após anos de problemas climáticos e preços de insumos altos devido a conjuntura internacional.

A produtividade também se elevou, chegando a 87,6 t/ha no estado de São Paulo, segundo CTC. Para a próxima safra espera-se que os índices continuem favoráveis, e que o setor possa finalmente recuperar-se de anos difíceis.

A Stab deseja a todos: Felizes Festas, e que o Ano Novo alcance cada um de nós com as esperanças renovadas.

Desejamos a todos que 2024 traga prosperidade, paz, amor e muita saúde.

## DIRETORIA STAB

# ÍNDICE

## EMPRESA:

03. Fenasucro 2023 bate recorde de negócios e prepara edição histórica para o próximo ano

## VISÃO

- 06. Cenário Sucrialcooleiro
- 08. Falando de Cana
- 10. Tópicos de Fisiologia
- 12. Mecanização
- 14. IAC
- 16. Gerenciando Projetos
- 17. Falando de Fábrica
- 18. Soluções de Fábrica

## TECNOLOGIA E PESQUISA

20. Como o Clima afeta a Produtividade das Plantações de Cana-de-açúcar no Centro-Sul do Brasil: Uma Análise dos Ambientes Climáticos CTC e do Impacto no Manejo Varietal.

24. As Epidemias das Ferrugens na Cana-de-Açúcar e a Situação Crítica da Agroindústria Canavieira Ante o Surgimento de Possíveis Novas Raças.

27. Valorização Energética do Bagaço de Cana-de-Açúcar por Digestão Anaeróbia e Comparação de Rotas Alternativas.

## EVENTOS

32. 75 anos COPLACANA: uma noite de comemoração com as principais referências do agronegócio

34. 22º SBA: A Usina Digital trouxe para o dia a dia das usinas, o que está sendo aplicado de tecnologias de sucesso nos diversos setores da indústria.

## 35. Fatos & Gente

## CONSELHO EDITORIAL

Beatriz Helena Giongo, Carlos Alberto Mathias Azania, Enrico De Beni Arrigoni, Florenal Zarpelon, Giovanni A.C. Albuquerque, Hermann Paulo Hoffmann, José Luiz I. Demattê, José Tadeu Coleti, Luiz Carlos de Almeida, Marcelo de Almeida Silva, Márcia Justino Rossini Mutton, Marco Lorenzo Cunali Ripoli, Maria da Graça Stupiello Andrietta, Miguel Angelo Mutton, Newton Macedo, Paulo de Tarso Delfini, Paulo Roberto de Camargo e Castro, Oswaldo Alonso, Raffaella Rossetto, Rubens do Canto Braga Junior, Sílvio Roberto Andrietta, Sizuo Matsuoka, Udo Rosenfeld e Zailer Astolfi Filho.

EDITOR TÉCNICO: José Paulo Stupiello.

EDITORAÇÃO GRÁFICA: Bruno Buso (Lycbr) e Diego Lopes.

IMPRESSÃO: HAWAII GRÁFICA E EDITORA

Indexada na Base PERI Divisão de Biblioteca e Documentação ESALQ-USP. <http://dibd.esalq.usp.br/peri.htm>

STAB - Açúcar, Alcool e Subprodutos é uma publicação trimestral da STAB - Sociedade dos Técnicos Açucareiros e Alcooleiros do Brasil - Sede Nacional - Av. Carlos Botelho, 757, Caixa Postal 532 - Fone: (19) 3371-5036 Cel: (19) 99909-3311 - Site: <http://www.stab.org.br> - E-mail: [stab@stab.org.br](mailto:stab@stab.org.br) - CEP 13400-970 - Piracicaba - SP - Brasil. Os conceitos emitidos nos trabalhos aqui publicados são de inteira responsabilidade de seus autores. A citação de empresas ou produtos promocionais não implica aprovação ou recomendação técnica ou comercial da STAB. Permite-se a reprodução de matérias, desde que citada a fonte. Para os artigos assinados, a reprodução depende de prévia autorização dos autores. DISTRIBUIÇÃO GRATUITA - Pedir-se Permuta - On Demande l'échange - Exchange is solicited - Se solicita el cange - Si sollecita intercambio - Wir bitten um austausch.

## SOCIEDADE DOS TÉCNICOS AÇUCAREIROS E ALCOOLEIROS DO BRASIL - STAB

DIRETORIA DA STAB NACIONAL E REGIONAL SUL

**Presidente:** José Paulo Stupiello - **Secretária Tesoureira:** Raffaella Rossetto - **Conselheiros:** Ericson Aparecido Marino - Fernando A. Da C. Figueiredo Vicente - Florenal Zarpelon - Hermann Paulo Hoffmann - Márcia Justino Rossini Mutton - Oswaldo Alonso - Tércio Marques Dalla Vecchia

REGIONAL CENTRO

**Presidente:** Nelson Élio Zanotti - **Secretária Tesoureira:** Luiz Cláudio Inácio da Silveira - **Conselheiros:** Antônio Marcos Iaia - Jaime de Vasconcelos Beltrão Júnior - José de Sousa Mota - José Emílio Teles de Barcelos - Luiz Antônio de Bastos Andrade - Marcelo Paes Fernandes - Márcio Henrique Pereira Barbosa

REGIONAL LESTE

**Presidente:** Cândido Carnaúba Mota - **Secretário Tesoureiro:** Celso Silva Caldas - **Conselheiros:** Alexandre de Melo Toledo - Antonio José Rosário de Souza - Iêdo Teodoro - Luiz Magno Tenório Epaminondas de Brito - Ricardo José Feitosa de Melo - Rogério Gondim da Rosa Oiticica - Walter Luiz de Noronha Pimentel

REGIONAL SETENTRIONAL

**Presidente:** Djalma Euzébio Simões Neto - **Secretário Tesoureiro:** Tiago Delfino de Carvalho Filho - **Conselheiros:** Arlindo Nunes da Silva Filho - Cesar Martins Cândido - Emidio Cantídio Almeida de Oliveira - Hideraldo Fernandes de Oliveira Borba - Hugo Amorim Rodrigues - Jair Furtado Soares de Meirelles Neto - Marlene de Fátima Oliveira

CONSELHOS ESPECIAIS DA STAB NACIONAL

Aloysio Pessoa de Luna, Carlos Alberto Cruz Cavalcanti, Geraldo Veríssimo de Souza Barbosa, Giovani Cavalcante de Albuquerque, Guilherme Barreto do Livramento Prado, João Guilherme Sabino Ometto, João Gustavo Brasil Caruso, José Adalberto de Rezende, José de Sousa Mota, José Paulo Stupiello, Luiz Chaves Ximenes Filho e Raffaella Rossetto.

CONSELHOS ESPECIAIS REGIONAL CENTRO

Adilson Vieira Macabu, Carlos Alberto Barbosa Zacarias, Cláudio Martins Marques, Fernando de La Riva Averhoff, James Pimentel Santos, José Adalberto de Rezende, José de Sousa Mota e Vidal Valentin Tuler.

CONSELHOS ESPECIAIS REGIONAL LESTE

Alfredo Durval Villela Cortez, Cariolando Guimarães de Oliveira, Geraldo Veríssimo de Souza Barbosa, Giovani Cavalcante de Albuquerque, Luiz Chaves Ximenes Filho e Paulo Roberto Maurício Lira.

CONSELHOS ESPECIAIS REGIONAL  
SETENTRIONAL

Adailson Machado Freire, Aloysio Pessoa de Luna, Carlos Alberto Cruz Cavalcanti, Carlos Eduardo Lins e Silva Pires, João Isaac de Miranda Rocha, Josué Felix Ferreira, Marcos Ademar Siqueira e Ricardo Otaviano Ribeiro de Lima.

CONSELHOS ESPECIAIS REGIONAL SUL

Guilherme Barreto do Livramento Prado, Homero Correa de Arruda Filho, João Guilherme Sabino Ometto, João Gustavo Brasil Caruso, José Paulo Stupiello, Luiz Antonio Ribeiro Pinto, Paulo Nogueira Junior e Raffaella Rossetto.

SÓCIOS HONORÁRIOS

†Hélio Morganti, †Jarbas Elias da Rosa Oiticica, João Guilherme Sabino Ometto, †Luiz Ernesto Correia Maranhão.

## FENASUCRO 2023 BATE RECORDE DE NEGÓCIOS E PREPARA EDIÇÃO HISTÓRICA PARA O PRÓXIMO ANO

PARCEIROS COMENTAM SUCESSO E REPRESENTATIVIDADE DA FEIRA, QUE É  
PROTAGONISTA QUANDO O ASSUNTO É BIOENERGIA

Com um público qualificado e debates em torno da bioenergia e a transição energética global, a 29ª Fenasucro & Agrocana que aconteceu de 15 a 18 de agosto, no Centro de Eventos Zanini, em Sertãozinho, provou mais uma vez ser a maior vitrine para a apresentação de novas tecnologias e tendências para o setor. Em quatro dias de evento, a feira - realizada pelo CEISE Br e promovida e

organizada pela RX Brasil - alcançou R\$ 8,3 bilhões em negócios e surpreendeu positivamente a organização.

Segundo levantamento realizado pelo CEISE Br junto aos expositores, a Fenasucro & Agrocana deste ano apresentou um crescimento de cerca de 60% se comparada à movimentação financeira da edição de 2022.



Como única feira do mundo exclusivamente voltada à cadeia da bioenergia, nesta edição, a Fenasucro & Agrocana reuniu mais de 800 marcas e recebeu visitantes compradores do Brasil e de mais 53 países - que encontram no evento produtos, tecnologias e tendências do setor, pautados na transição energética global com foco na sustentabilidade, biocombustíveis e energias limpas.

Com o objetivo de apresentar as megatendências da bioenergia, a feira contou ainda com uma programação de conteúdo técnica e especializada que discutiu temas como o hidrogênio verde, o etanol de milho, etanol de segunda geração (E2G), além do potencial do uso do biogás e da bioeletricidade.

A grande novidade da 29ª edição do evento foi a realização da Rota da Inovação Sustentável, com patrocínio da MÚTUA - Caixa de Assistência dos Profissionais do Crea, que durante o evento destacou 12 marcas expositoras com produtos e soluções com pegada inovadora e sustentável. O objetivo foi impulsionar e dar visibilidade a estas marcas, que já deram o primeiro passo rumo à demanda de sustentabilidade do planeta.

“Todas as expectativas para a edição de 2023 foram superadas. Recebemos mais de 53 países no evento deste ano, mostrando que o Brasil é o protagonista do setor de bioenergia e o precursor da transição energética global”, avaliou o diretor da feira, Paulo Montabone.

## PARCEIROS



A presidente do CEISE Br, Rosana Amadeu, credita o sucesso da Fenasucro & Agrocana a diversos fatores, destacando principalmente a qualidade dos conteúdos abordados nos painéis temáticos. “Reconhecemos também que as empresas expositoras valorizaram o evento investindo em espaços adequados e com atendimento especializado aos visitantes, tornando o evento ainda mais técnico e de melhor resultado. A organização, bem planejada, com regras e normas de segurança, com ações eficazes de sustentabilidade também se caracterizou como ponto forte da feira. Contudo, temos a certeza de que a próxima edição,

que será histórica por ser a trigésima, será ainda melhor”, afirma.

Já o presidente emérito da feira e presidente do Conselho de Administração da Copercana, Antonio Eduardo Toniolo, destaca que a Fenasucro & Agrocana é de suma importância para o setor por apresentar novas tecnologias e oferecer boas oportunidades de negócios e contatos. “A feira traz uma experiência muito grande para os profissionais ligados à agroindústria sucroenergética. A última edição não foi diferente e tenho certeza que a cada ano ela aumentará ainda mais a sua importância”, diz Toniolo.

Para o CEO da UNICA (União da Indústria de Cana-de-Açúcar) e presidente de honra da 29ª edição, Evandro Gussi, a feira representa o gigantismo não apenas de um setor, mas de todo um país. “A Fenasucro & Agrocana mostra que o segmento agroindustrial mais antigo do Brasil (sucroenergético) é aquele que mais se modernizou, que mais se transformou, sem perder sua essência, sem perder suas raízes. Neste ano, foram mais de R\$ 8 bilhões em negócios e presença de 53 nacionalidades. Isso só comprova o protagonismo que o Brasil assumiu na transição energética e no processo de descarbonização do planeta”, aponta Gussi.

Presidente da DATAGRO, Plínio Nastari, diz que a feira apresenta perspectivas promissoras e discute grandes oportunidades para um setor tão dinâmico como o da bioenergia. “Realizamos durante a última Fenasucro & Agrocana, a Conferência DATAGRO & CEISE Br e, em particular, discutimos novas tecnologias para transportes em terra, ar e mar. Ficamos satisfeitos em poder acompanhar e participar de todo avanço discutido na feira. Temos grande orgulho de fazer parte da família Fenasucro”.

## RODADA DE NEGÓCIOS

As rodadas de negócios internacionais – realizadas pelo Apla (Arranjo Produtivo Local do Alcool) e ApexBrasil (Agência Brasileira de Promoção de Exportações e Investimentos), por meio do Projeto Brazil Sugarcane Bioenergy Solution – também tiveram destaque na 29ª edição da feira. Ao todo, reuniram mais de 62 empresas brasileiras em tratativas com 24 compra-

dores da Argentina, Colômbia, Cuba, El Salvador, Guatemala, Honduras, Índia e Peru. Foram aproximadamente 640 reuniões, que resultaram em uma previsão de negócios em torno de US\$ 55 milhões, que podem ser fechados em até 12 meses.



## 30ª EDIÇÃO



Em 2024, a 30ª edição da Fenasucro & Agrocana será realizada de 13 a 16 de agosto, em Sertãozinho/SP. “Teremos um evento comemorativo de 30 anos trazendo inovação e tendências do mercado de bioenergia. Com esta edição histórica pretendemos ampliar a discussão sobre ESG nas nossas indústrias e fortalecer nosso protagonismo na difusão dos combustíveis renováveis. Por isso, convidamos a todos a fazer parte desse momento”, conclui Montabone.



## CENÁRIO SUCROALCOOLEIRO

*“A coragem é a primeira das qualidades humanas,  
porque é a qualidade que garante as demais”*  
Winston Churchill

Luiz Carlos Corrêa Carvalho  
caio@canaplan.com.br

### Resiliência, Paciência e Persistência: A Saga Canavieira

O título indica as três palavras que exprimem, sinteticamente, o que foi e é o setor canavieiro, em sua longa história e desenvolvimento. A primeira agroindústria do Brasil, desde as capitânicas hereditárias, sofreu com a invasão holandesa, o Instituto de Açúcar e do Alcool, a desregulamentação, o mercado, com governo interferindo na questão energética, enfim, fases agudas e radicalmente opostas, mostrando, a partir do PROÁLCOOL, ganhos de eficiência e agregação de valor. Incrível capacidade de resistência, produzindo em diferentes momentos e todo o ano em regiões muito distintas como o Centro-Sul e Norte-Nordeste, em importante evolução desde o açúcar que gerava o bagaço e o mel residual, do etanol, hoje tanto o anidro aditivo da gasolina, como o substituto (hidratado) da gasolina, bagaço que é bioeletricidade, vinhaça e a torta de filtro que se tornam biogás e biometano, parceria com o milho e com a expectativa de chegar, em relativo pouco tempo a hidrogênio verde, SAF e combustível marítimo, sem contar o chamado etanol de segunda geração.

Essa é uma história muito relevante que não tem sido bem digerida em um país do agro como é o Brasil! O que estariam sendo as informações que levam à má digestão? Afinal, dizer isso não é mania de grandeza: são os números da nossa balança comercial, dos empregos, de uma matriz energética limpa, entre outros aspectos como a mitigação da emissão dos gases do efeito estufa. Cada país tem sua história e as marcas do que lhe foi importante, descrito em prosa e verso. Por que não no Brasil? Certamente não é por falta de narrativas: 76% das exportações brasileiras são commodities (incluindo minerais)! Recente posicionamento (Conae – Conferência Nacional da Educação, 18/10/2023) para janeiro de 2024, indica que o governo atual (federal) irá promover a ideologia de gênero, freio no avanço da educação domiciliar e oposição ao agronegócio em sala de aula. O que alimentaria isso? O que o agro canavieiro tem com isso? Qual é o problema?

O processo de desenvolvimento da agroindústria canavieira retrata as fases do Brasil, desde a chegada dos portugueses em 1500. Terras distribuídas a pessoas chave de Portugal, capitânicas hereditárias, engenhos, Usinas, numa primeira fase; Nordeste predominando o mais longo período, IAA-Instituto do Açúcar e do Alcool e suporte ao setor e ao Nordeste; o 1º choque global do petróleo em 1973 e o despertar da estratégia do biocombustível; o carro a álcool e a gasolina aditivada com álcool anidro, a CENAL – Comissão Nacional

do Alcool apoiando a rápida expansão do Centro-Sul brasileiro, liderado pelo

Estado de São Paulo; a Constituição de 1988, o fechamento do IAA, a desregulamentação setorial; as indefinições de políticas públicas ao etanol por longos anos, com Covas e FHC implantando-as; a escuridão do período pós crise financeira global de 2008 e a fragilização do setor com perdas de muitas agroindústrias; dos estragos da Dilma; a recuperação iniciada no governo Temer e as indefinições novamente no ar...

Haja resiliência!

Desde o Proálcool a produtividade agroindustrial cresceu acima de 3% ao ano, seguindo a revolução verde tropical brasileira! A frota de veículos movidos unicamente com etanol foi se acabando no período de indefinições e somente não houve o retorno à gasolina face a tecnologia brasileira dos veículos flexíveis lançados em 2003, ou seja, 20 anos atrás!

A rápida descrição mostra resiliência (mais que triplicou a produção), obviamente não só aos desmandos de governo e políticas públicas frágeis (caneta de governo) como às variações de clima e seus impactos na produção, à volatilidade dos preços do petróleo, aos excedentes de produção de açúcar no mundo e as lutas com o setor automobilístico. Nos últimos 10 anos houve a estagnação da oferta de canas no Brasil e queda da produtividade média!

A paciência, foi a virtude mais testada de todos os modos e momentos, talvez não imaginados. Os ganhos de produtividade derrubaram os preços e permitiram ao etanol competir com a gasolina em mercado, com suporte de imposto que corrigia as externalidades negativas da gasolina. Isso aconteceu de fato, comprovado tecnicamente!

Passada a onda do carro a álcool (E100) houve quem defendia a mudança de produção das usinas para o etanol anidro pois atendia a gasolina e permitia as exportações. No entanto, era justamente as questões ambientais as que sustentavam o etanol. A substituição da gasolina eram fundamental. A forte onda do carro flexível, deu ao consumidor a opção de escolher qual combustível usar. Juntamente com essa boa aceitação por parte do consumidor brasileiro veio a fase global do “verde”, apoiada pela luta contra o aquecimento global e uma chuva de recursos externos ao setor (2004 a 2010). Também positivo foram o Acordo de Paris e o Governo Temer, com o RenovaBio. O mundo passa a focar de forma crescente a bioeconomia, seus impactos circulares, sua adesão à estratégia global ESG – ambiente/social/governança e, assim, apoio global à luta pela descarbonização.

Em meio às mudanças globais, surge a pandemia do COVID-19, desproporcional (2020) e, em seguida, a guerra Rússia-Ucrânia aumentando o desequilíbrio acumulado na logística global, no desempenho fiscal dos países, na inflação crescente e na clara reglobalização do planeta, fragmentado e em revisão.

A geopolítica toma um outro rumo, acentuando as imensas diferenças ocidentais e orientais, com crescente presença de países autocratas e fragilizando o comércio internacional pela ineficiência imputada à ONU, à OMC, à OMS, entre outras agências internacionais.

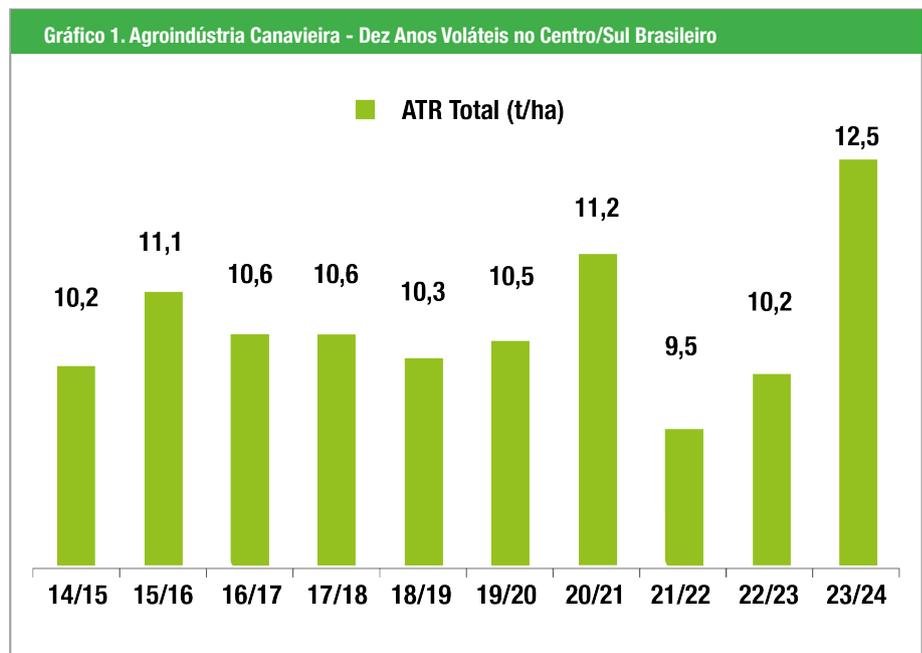
Mal refeitos dessas rupturas, há o ataque covarde do Hamas (grupo terrorista) à Israel e mais outro profundo revés ao procurado equilíbrio global.

É preciso persistir! As metas globais da busca da segurança alimentar e energética submergem ao ambiente atual, assim como a luta contra o aquecimento global sofre com a volta do uso do carvão mineral, gás natural, petróleo etc.

O Brasil é referência no campo dos biocombustíveis assim como na integração lavoura-pecuária-floresta, com pegada de carbono muito inferior no agro, em relação aos outros países. A adaptação das culturas de cana-de-açúcar e do milho é mais um fato memorável e de segurança ao RenovaBio, assim como o biodiesel, o biogás e o biometano.

O RenovaBio é o principal suporte formal (Lei de biocombustíveis) às expectativas de crescimento do setor sucroenergético, dos óleos vegetais e do milho! É a visão moderna que caracteriza a resposta do Brasil ao processo de descarbonização, sendo o principal ator no mercado de carbono em discussão no Brasil.

Vale ressaltar, ao mesmo tempo, as ações prospectivas de aumento do percentual (30%) do etanol anidro na gasolina no desenvolvimento da Lei “Combustível do Futuro” em que o renovável segue um potencial brilhante caminho com o hidrogênio verde, o combustível (SAF) de aviação e o marítimo. A curva da recuperação da produtividade final do setor energético desde a pandemia é exemplar:



Fonte: Canaplan.

Resiliência e Persistência são os nomes do momento que descrevem a nova fase política no Brasil. É preciso persistir! Os excelentes resultados da safra 23/24 em curso dão apoio à tese da persistência e deverão levar o setor sucroenergético a outro patamar.

Quem viver verá...pacientemente!



## FALANDO DE CANA

Paulo Alexandre Monteiro de Figueiredo  
[paulo.figueiredo@unesp.br](mailto:paulo.figueiredo@unesp.br)

### Fisiologia da produção agrícola

#### *“Aspectos fisiológicos da defesa vegetal contra patógenos e insetos”*

As plantas de cana-de-açúcar, assim como acontece com outras culturas, são comumente atacadas e consumidas por patógenos ou insetos diversos, que mais tarde também servirão de alimento para outros organismos, dando origem a uma cadeia alimentar complexa e altamente interligada. A morte e deterioração das partes vegetais podem até causar prejuízos econômicos, mas é um fenômeno natural e indispensável para a propagação de outras espécies. Geralmente, os órgãos vegetais escolhidos pelos invasores são ricos em amido, celulose e pectina, além de outros componentes. Por ocasião dos ataques, as estruturas vivas mais visadas são exsudatos de raízes, partes de caule e folhas com idades variadas. Essa ação biótica provocada pelos patógenos e insetos inibe nas plantas a formação de substâncias promotoras de crescimento, além da diminuição da taxa fotossintética, redução da superfície foliar, aumento da respiração e interferência no processo de divisão celular.

Nas podridões, por exemplo, o agente causador de doenças entra em contato com os tecidos feridos e se nutre do material que extravasa das células afetadas, passando a se multiplicar sobre o tecido vizinho sadio, tornando o procedimento contínuo.

Outro exemplo ocorre com os insetos sugadores de seiva, que provocam pequenos danos ao tecido epidérmico e também ao mesófilo, conjunto de tecidos internos da folha. Neste caso, os sugadores inserem seu estilete estreito, uma peça bucal alongada, nos elementos dos vasos floemáticos, principalmente de folhas e caules, se alimentando da seiva elaborada ali disponível. Embora os insetos sugadores causem poucos danos mecânicos aparentes às plantas, podem reduzir significativamente a produtividade das lavouras. Mesmo que a extensão da injúria seja relativamente pequena, obviamente, os danos serão maiores quando os insetos forem vetores de vírus.

Para estabelecer uma defesa induzida eficaz, a planta hospedeira deve ser capaz de distinguir se os estragos são decorrentes de um dano mecânico de cunho abiótico, como por exemplo um vento forte ou uma chuva de granizo, ou provenientes de um ataque biótico real. A maioria das respostas das plantas aos insetos herbívoros está associada ao reconhecimento de determinados compostos presentes na saliva ou regurgitação desses predadores. Algumas

moléculas expelidas pelos insetos podem servir como promotores de defesa, como é o caso de complexos de ácidos graxos conjugados a aminoácidos. Esses compostos são considerados eliciadores, substâncias introduzidas em pequenas concentrações em um sistema celular vivo, que inicia ou potencializa a biossíntese de compostos de defesa. O curioso é que os eliciadores derivados de insetos podem ativar ou desencadear rotas de sinalização por toda a planta, de modo a minimizar, o quanto possível, danos futuros em regiões mais distantes do local do dano inicial. Esses ataques exigem respostas diversas das plantas afetadas, de modo a acionar inúmeras reações fisiológicas.

Após uma agressão por organismos vivos, as plantas liberam toxinas que se tornam ativas no local do dano, sem afetar as áreas vitais de crescimento. O sistema de resposta nas plantas compreendem inúmeras linhas de defesa, por meio da produção de uma grande diversidade de metabólitos primários e secundários.

Os metabólitos primários são aqueles compostos que todas as plantas produzem; e que estão diretamente envolvidos no crescimento e desenvolvimento dos tecidos vegetais. São eles: açúcares, aminoácidos, ácidos graxos, lipídeos, nucleotídeos, proteínas, polissacarídeos e ácidos nucleicos, como DNA e RNA. Também participam das rotas de defesa primária das plantas os principais hormônios vegetais: auxinas, citocininas, giberelinas, brassinosteroides, etileno e ácido abscísico.

Os metabólitos secundários, são considerados especializados; e têm como exemplares os terpenos, compostos fenólicos ou alcaloides. Conforme já citado, as plantas usualmente sintetizam uma ampla gama de metabólitos secundários que

apresentam efeitos tóxicos sobre o metabolismo de patógenos ou insetos. Os metabólitos secundários produzidos e acumulados nas células vegetais poderiam ter efeitos tóxicos também sobre a própria planta, caso não fossem armazenados de forma segura em compartimentos celulares à prova de vazamentos. Esses compartimentos geralmente são vacúolos celulares ou pelos, também conhecidos como tricomas, que mantêm esses compostos devidamente isolados de tecidos sensíveis da planta. Um mecanismo comum quanto ao armazenamento de metabólitos secundários tóxicos é conjugá-los a um açúcar, de modo a torná-los mais hidrossolúveis, para mais tarde utilizá-los em diversas reações na planta.

A ação de insetos sugadores ativa rotas de sinalização de defesa baseadas no ácido salicílico, de

forma semelhante àquelas ativadas por infecções por diversos patógenos. Já os insetos perfuradores-mastigadores imputam danos graves aos tecidos vegetais, resultando, dentre outras, na ativação de rotas de sinalização do ácido jasmônico, sintetizado a partir do ácido linolênico. Sendo assim, os níveis de ácido jasmônico aumentam rapidamente em resposta aos danos causados por insetos herbívoros.

Duas organelas celulares participam na biossíntese do ácido jasmônico: os cloroplastos e os peroxissomos. No cloroplasto, um intermediário derivado do ácido linolênico é transformado em um ácido cíclico, cujo nome é oxo-fito-dienoico, que é transportado para o peroxissomo. No peroxissomo, enzimas completam a formação desse composto em ácido jasmônico. Em seguida, o ácido jasmônico induz a transcrição de vários genes que codificam a produção de metabólitos secundários, aumentando a capacidade de defesa da planta. Vale destacar que, a aplicação exógena de ácido jasmônico também tende a restabelecer a resistência das plantas afetadas pelo ataque de pragas e doenças.

Como não poderia ser diferente, a defesa química constitui um alto custo energético para a planta, em função da produção de metabólitos primários e secundários, dentre outros compostos. Como consequência, esse investimento metabólico reduz a energia destinada ao crescimento e desenvolvimento vegetal como um todo.

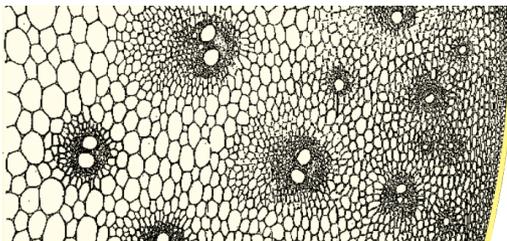


**STAB**

**Promova  
a sua empresa  
na revista técnica  
mais respeitada  
do setor  
sucroenergético  
do Brasil e  
America Latina**

**INFORMAÇÕES:**  
+55 (19) 3371-5036  
+55 (19) 99909-3311  
revista@stab.org.br  
www.stab.org.br

lycbr.com



## TÓPICOS DE FISILOGIA

Paulo R. C. Castro e Johann Hiller H  
prcastro@usp.br

### Culturas Energéticas

Houve um aumento de pesquisas nos últimos anos com o objetivo de desenvolver fontes alternativas de energia que possam diminuir ou substituir o uso de combustíveis fósseis. Os preços flutuantes do petróleo, seus estoques mundiais cada vez menores e os efeitos ambientais adversos do uso de combustíveis fósseis renovaram coletivamente o interesse na busca por fontes alternativas de energia.

Várias culturas estão sendo testadas para a produção de bioetanol. O etanol é produzido por meio da fermentação de açúcares ou amido de cana-de-açúcar, milho, trigo, beterraba, mandioca e outros. A maior parte do etanol produzido no mundo provém do extrato vegetal contendo sacarose, da cana-de-açúcar no Brasil e amido de milho nos Estados Unidos. O etanol também pode ser produzido a partir de açúcares derivados de material lignocelulósico por hidrólise da parede celular usando enzimas, tratamentos físicos e químicos.

Culturas energéticas potenciais incluem cana-de-açúcar (*Saccharum spp.*), milho (*Zea mays*), beterraba-açucareira (*Beta vulgaris*), grãos, capim-elefante (*Pennisetum purpureum*), capim-manteiga (*Panicum virgatum*), Miscantus (*Miscanthus giganteus*) e outros. Para o desenvolvimento de mercados comerciais, qualquer uma dessas culturas está sendo avaliada para produção em estações de crescimento curtas, secas periódicas, baixas temperaturas e baixo aporte de nutrientes. Em uma situação ideal, se o objetivo é produzir energia a partir da quebra das ligações de carbono na lignocelulose vegetal, a cultura deve ser de alto rendimento, crescimento rápido, com uma parede celular que se degrada facilmente e baixo custo energético para seu desenvolvimento e colheita.

Para alcançar a sustentabilidade, as culturas energéticas não devem exigir uso extensivo de terras agrícolas ideais e devem ter baixo custo de produção de energia a partir da biomassa. Basicamente, a produção de energia da colheita deve ser maior do que o equivalente de energia de combustível fóssil usado para sua produção. Atualmente, o cultivo que mais satisfaz os atributos de cultura energética é a cana-de-açúcar.

A relação saída/entrada da produção de etanol de primeira geração da cana-de-açúcar é de cerca de 8–10, em comparação com 1,6 no milho. Existem muitos programas de melhoramento da cana-de-açúcar que visam o melhoramento

do germoplasma, não apenas para rendimento de sacarose, mas também para rendimento de biomassa em antecipação às tecnologias que permitem a produção eficiente de energia a partir de resíduos celulósicos, como é o caso do etanol de segunda geração (E2G).

A produção anual de cana-de-açúcar por hectare (39 t/ha de talos secos e palha) se compara favoravelmente a outras culturas bioenergéticas de alto rendimento, como Miscantus (29,6 t/ha), Switchgrass (*Panicum virgatum*), com 10,4 t/ha e milho (total de grãos mais palha, 17,6 t/ha).

A cana-de-açúcar é uma importante fonte de alimento e bioenergia e um componente significativo da economia em muitos países dos trópicos e subtropicais. Cerca de 100 países produzem cana-de-açúcar em uma área de 22 milhões de hectares – aproximadamente 0,5% da área total mundial utilizada para agricultura. A cana-de-açúcar produz a maior tonelagem da safra global, embora cada um dos principais cereais – arroz, trigo e milho – ocupe uma fração várias vezes maior da terra arável do planeta.

O Brasil produz 25% da cana-de-açúcar mundial e é o maior produtor e exportador. Metade da cana produzida será destinada ao bioetanol para alimentar um número cada vez maior de carros flex. O bioetanol tem sido produzido em unidades integradas de produção de bioetanol e açúcar, a partir do xarope esgotado após a fabricação do açúcar (neste caso, postula-se o processo de geração 'um e meio').

Desta forma, há pouca competição de produção de alimento vs. combustível. Além disso, a produção de açúcar tem crescido devido ao aumento dos preços internacionais.

O aumento da produção de etanol, sem queda da produção de açúcar, deve ser obtido com a expansão da área plantada ou aumento da produtividade dos canaviais existentes.

As estatísticas de rendimento da cana-de-açúcar são relatadas com base na área, como a massa dos colmos de cana-de-açúcar, entregues à usina de processamento, além da massa do açúcar produzido a partir do material de cana-de-açúcar colhido. Como as estatísticas de rendimento comercial são médias de todos os genótipos, em todos os ambientes e sistemas de produção, elas não fornecem nenhuma indicação de rendimentos que poderiam ser alcançados se as restrições identificáveis de limitação de rendimento fossem melhoradas.

Em um determinado ano pode ter ocorrido uma seca prolongada ou um surto de praga ou doença que reduziu o rendimento daquele ano abaixo do rendimento médio de longo prazo. Portanto, é interessante comparar os rendimentos sob uma variedade de situações de produção, desde a média comercial (o nível mais baixo de produção), até o máximo comercial, até o máximo experimental.

Os rendimentos médios comerciais são aqueles alcançados em toda a indústria sob várias restrições agrônômicas limitadoras de rendimento, como plantas invasoras, pragas, doenças, déficit hídrico e deficiências de nutrientes do solo para as quais medidas de prevenção de perdas estão geralmente disponíveis.

Os rendimentos comerciais são a média dos rendimentos relatados de todas as variedades em todos os ambientes e de uma gama completa

de práticas agrícolas, das menos favoráveis às ideais. Sob condições agrícolas inadequadas, uma entrada relativamente baixa de herbicidas, pesticidas ou corretivos do solo pode elevar os rendimentos comerciais médios para os rendimentos comerciais máximos atingíveis no ambiente predominante.

Os rendimentos máximos comerciais são obtidos sob boas práticas agrícolas, incluindo o uso de boa nutrição mineral e irrigação quando necessário. Ainda assim, os rendimentos máximos comerciais podem ser limitados por cultivares não selecionados como ótimos para o ambiente predominante.

Tentar reduzir todas as restrições ambientais em um sistema experimental, para aumentar os rendimentos máximos comerciais para o potencial de produção, é mais difícil e oneroso do que elevar a produção média para seu máximo potencial.

Rendimento potencial é obtido quando um cultivar é plantado no ambiente em que está adaptado, sem a limitação de água e nutrientes, além de pragas, doenças, plantas invasoras e outros estresses efetivamente controlados. Pode-se considerar rendimentos experimentais máximos como aproximados ou equivalentes aos rendimentos potenciais.

As estações experimentais de cana-de-açúcar frequentemente comunicam aos produtores que informam dados de rendimento, incluindo média comercial, rendimentos recordes comerciais e rendimentos máximos experimentais, como uma forma de comparar a produção local com outras áreas de cultivo de cana do mundo e monitorar seu próprio progresso histórico no melhoramento da cultura.

Comparou-se a produtividade comercial média e máxima da cana-de-açúcar e calculou-se a produção total equivalente de matéria seca para seis países produtores de cana-de-açúcar. Os rendimentos dos três países com maior incidência solar (Austrália, Colômbia e África do Sul), revelaram rendimentos de peso fresco de cana extremamente altos, com médias de 84 t/ha/ano.

Esses três países tiveram uma média de 148 t/ha/ano e o máximo experimental foi de 212 t/ha/ano em 13 meses (Fazenda Agrovale, Bahia) e um máximo experimental de 299 t/ha foram registrados (Fazenda Busato, Bom Jesus da Lapa, Bahia) que superam a média máxima já relatada.

Os números de rendimento excepcionalmente altos foram obtidos sob irrigação em uma área com baixa precipitação e baixa nebulosidade, portanto, maior radiação solar do que na maioria das áreas produtoras de cana-de-açúcar do Brasil. Verificamos, portanto, a possibilidade da produtividade dessa cultura quase atingir o limite máximo do potencial produtivo.



## MECANIZAÇÃO

Marco Lorenzo Cunali Ripoli  
mr@marcoripoli.com

### A Mecânica do Propósito

De acordo com um estudo elaborado por Isaac H. Smith (professor associado na Brigham Young University) e Maryam Kouchaki (professora na Kellogg School of Management), publicado na Harvard Business Review, o PROPÓSITO é fundamental, não apenas para as corporações, mas para os indivíduos. Embora muitas grandes empresas, como Google e Chevron, destaquem sua missão de enfatizar a importância do propósito corporativo, o propósito pessoal de cada funcionário é frequentemente subestimado. Este é o tema que abordaremos nesta edição.



É importante que as organizações diminuam a distância entre o propósito do funcionário e da empresa, buscando o que chamamos de congruência de propósito. Mas isso não quer dizer que você deva impor seu propósito corporativo a funcionários despretensiosos, o que pode levar à homogeneidade forçada e aumentar o "pensamento de grupo", limitando a inovação e a diversidade. A congruência de propósito é sobre promover um ambiente de trabalho onde o propósito da empresa e o do funcionário possam coexistir reforçando um ao outro.

Para alcançar esta congruência, os funcionários devem ter a liberdade de tornar o propósito da empresa como seu. Devem se sentir apoiados na busca

de seu próprio propósito pessoal, sem que o amplo propósito da empresa seja um obstáculo. A congruência de propósitos requer um foco maior no alinhamento (entre a empresa e o propósito pessoal) e na diversidade (capacitando os funcionários individuais a buscar seu próprio senso de propósito). Na medida em que o propósito de um funcionário individual é compatível com o propósito da empresa, as necessidades de ambas as partes podem ser atendidas.

Além de articular um propósito significativo da empresa, há uma grande oportunidade de ajudar os funcionários a personalizar melhor o propósito em suas atividades diárias. As organizações podem ser mais ponderadas e deliberadas sobre facilitar esta busca individual dos funcionários no trabalho e permitir um senso mais forte de congruência de propósito.

Durante todo o processo seletivo e a integração, pontue aos seus novos colaboradores que você está comprometido em apoiar o propósito pessoal deles. Além de claramente dizer isso, dê tempo e autonomia suficientes para refletirem sobre seu propósito pessoal e como ele pode se conectar ao da empresa. Em exercícios de treinamento inicial, é possível dar a eles tempo para refletir sobre como seu trabalho pode fornecer um senso pessoal de propósito em suas vidas.

À medida que os funcionários individuais conhecem o seu propósito pessoal, incentive-os a compartilhar com colegas e líderes. Isso pode ajudar os funcionários com objetivos e motivações semelhantes, melhorando a colaboração. Tornar as preferências orientadas por propósito conhecidas também pode levar a oportunidades e atribuições de trabalho mais adequadas.

O compartilhamento pode acontecer informalmente, mas também pode considerar ter workshops em pequenos grupos ou exercícios em equipe, onde os membros da equipe dentro e entre departamentos podem se envolver com colegas para entender suas perspectivas sobre o propósito da empresa e seu propósito pessoal. É possível tornar as discussões sobre propósito pessoal no trabalho uma rotina entre funcionários e mentores, abordado em reuniões regulares de avaliação de desempenho.

Para que qualquer relação de emprego sobreviva as partes devem obter benefício mútuo. Os funcionários precisam ajudar sua empresa a cumprir seu propósito, e a empresa também pode ajudar os funcionários a cumprir seus propósitos exclusivos.

Quando os funcionários integram o propósito da empresa ao seu é o momento que todo esforço valeu a pena. Além de apenas contratar as pessoas certas, é possível colaborar com seus funcionários para projetar e refinar seu trabalho, permitindo que persigam seu propósito individual de funcionário também.

Atividades que tenham alto impacto e contribuam para o propósito pessoal de um colaborador podem ser identificadas e priorizadas. Gerentes e funcionários podem trabalhar juntos para integrar o propósito da empresa e pessoal nos aspectos cotidianos, procurando conexões autênticas entre as responsabilidades diárias e o impacto direcionado que os funcionários querem causar.

Em última análise, o propósito é mais importante quando está no topo da mente. Tente encontrar maneiras de manter os funcionários atentos aos seus propósitos e da empresa, dando espaço e tempo para refletirem. Incorpore nas avaliações de desempenho, processos de definição de metas e reuniões de equipe.

Ao definir metas ou tomar decisões importantes, ajude seus funcionários a considerar como as metas e decisões se alinham com seus valores e propósito. À medida que os funcionários se lembram e refletem sobre seu propósito personalizado no trabalho, eles estarão mais motivados, mais produtivos e mais realizados.

O agro não para!

**Associe-se!**  
**Stab - Sociedade dos Técnicos Açucareiros e Alcooleiros do Brasil**  
 DESCUBRA AS VANTAGENS

- **Sócios "Empresas"** participam dos eventos, com seis diferentes pessoas do seu corpo técnico.
- **Recebe gratuitamente** as edições da Revista Stab
- **Ganhe descontos** nas aquisições de Livros publicados pela Stab
- **Fique isento ou ganhe desconto** em inscrições em eventos da STAB e Parceiros
- **Acesso** a Biblioteca da STAB Regional Sul,

**INFORMAÇÕES**  
 +55 (19) 3371-5036  
 +55 (19) 99909-3311  
 secretaria@stab.org.br

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

lycbr.com



## CENTRO DE CANA-DE-AÇÚCAR

Rubens L. do C. Braga Jr., Cândido Carnaúba  
e Marcos G. A. Landell  
rubenscensoiac@fundag.br

### Prêmio Excelência no Uso de Variedades de Cana-de-Açúcar Para O Estado de Alagoas

Com a intenção de destacar as unidades produtoras que adotam as melhores práticas no uso de variedades, o Programa Cana IAC criou o Prêmio Excelência no Uso de Variedades de Cana-de-açúcar.

Os dados para a definição dos ganhadores são obtidos por meio do Censo Varietal IAC, maior levantamento sobre áreas com variedades de cana realizado anualmente no Brasil.

O Prêmio Excelência destaca as unidades produtoras e associações de fornecedores que usam variedades mais modernas, com menor idade e com menor Índice de Atualização Varietal (IAV) e menor Índice de Concentração Varietal Ajustado (ICVA), na média dos rankings, considerando os dados de cada safra.



Representantes da Usina Santa Clotilde no momento da premiação

Rubens L. do C. Braga Jr. (Consultor do Programa Cana IAC), Leonardo Pinto Costa, Cristovão Lins Da Rosa Oiticica e Daniel Berard Neto (respectivamente, Superintendente Agrícola, Diretor Agrícola e Diretor Administrativo/Financeiro da Usina Santa Clotilde) e Cândido Carnaúba Mota (Presidente da STAB – Regional Leste)

Os critérios para concessão do prêmio no estado de Alagoas são os seguintes:

1. Ter enviado os dados para o Censo Varietal IAC;
2. Possuir área cultivada superior a 5 mil hectares (informada por meio do Censo Varietal IAC);
3. A unidade ganhadora do prêmio será a que obtiver o menor valor na média entre o ranking do IAV e o ranking do ICVA, considerando as classificações

para as unidades da Região Norte-Nordeste do Brasil.

O Índice de Atualização Varietal (IAV) foi criado para avaliar o ritmo que as novas variedades geradas pelos programas de melhoramento estão sendo introduzidas nos canaviais do país e é calculado a partir da seguinte fórmula:

$$I.A.V. = \sum i [ (\text{ano atual} - \text{ano de cruzamento da variedade}) \times \% \text{ da área cultivada da variedade } i ] / 100-20,$$

onde  $i$  varia de 1 até o número de variedades cultivadas

Estudos científicos mostram que o uso de variedades modernas, aumenta a produtividade média das empresas. No estado de Alagoas, nas últimas duas safras, os melhores resultados para o IAV foram obtidos pela usina CoruripeMatriz (safra 2021/22) e pela Marituba do Grupo Carlos Lyra (safra 2022/23), conforme Tabela 1. Vale observar que os valores obtidos ainda estão muito acima dos alcançados pela Usina Mandu do Grupo Tereos (IAV = 4,23 na safra 2022/23), ganhadora do Prêmio Excelência Nacional (Tabela 1).

Na média do estado o IAV ficou praticamente estável com uma pequena oscilação para cima, o que mostra que os produtores de Alagoas não estão se utilizando das novas variedades geradas pelos programas de melhoramento nacionais.

Considerando o Índice de Concentração Varietal Ajustado (ICVA), que é obtido a partir de cálculos realizados com a participação porcentual das três principais variedades na região estudada, mede o nível de concentração em poucas variedades a partir da seguinte fórmula:

$$I.C.V.A. = \sum i (\% \text{ da variedade}) + (\text{variedade}_1 + \text{variedade}_3) + \sum i (\% \text{ variedade}_i - 15\%)$$

onde  $i$  varia de 1ª variedade mais cultivada até a 3ª variedade mais

**cultivada, sendo que o terceiro termo da equação só é aplicado se a % da variedade i for maior que 15%**

O ICVA avalia o risco ambiental em função do surgimento de uma nova doença na cana-de-açúcar que poderia afetar as variedades mais utilizadas causando um enorme prejuízo para as empresas com alta concentração varietal. A usina Santa Clotilde mostra que está preocupada com este risco pois tem se destacado em relação ao ICVA, obtendo o melhor resultado para as 17 unidades produtoras do estado de Alagoas, nas últimas duas safras (Tabela 2).

Importante ressaltar que a Usina Santa Clotilde, apesar de apresentar índices melhores que os das demais unidades de Alagoas, para a concentração varietal, ainda está muito distante dos obtidos pela Usina Mandu (ICVA = 0,27 na safra 2022/23).

Também para o ICVA, não houve uma grande mudança entre as duas safras para a média das empresas do estado. Nas safras analisadas o ICVA foi muito elevado, mostrando o perigo que os produtores de Alagoas estão correndo riscos por se utilizarem de poucas variedades.

O Programa Cana IAC juntamente com a STAB-Leste, pelo segundo ano consecutivo, destacou as empresas produtoras de Cana-de-Açúcar de Alagoas com o Prêmio Excelência Regional (PER) no uso de variedades de Cana-de-açúcar. A classificação das empresas em relação ao prêmio pode ser observada na Tabela 3.

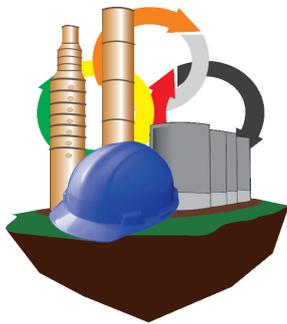
O prêmio foi entregue no dia 05/07/2023 em palestra apresentada no XXXVIII Simpósio da Agroindústria da Cana-de-açúcar de Alagoas, contando com a presença de mais de 500 profissionais do setor.

O Programa Cana IAC agradece à todas as empresas que confiaram no nosso trabalho e enviaram os seus dados para que pudéssemos gerar essas análises.

Tabela 1. Classificação de 10 empresas de Alagoas para IAV, nas últimas duas safras.				
Empresa	Safr 2021/22		Safr 2022/23	
	IAV	Classificação	IAV	Classificação
Tenório - Porto Rico	6,88	4°	7,30	4°
Santa Clotilde	7,46	6°	6,98	3°
Carlos Lyra - Marituba	7,85	8°	6,87	2°
Coruripe - Matriz	6,39	3°	7,77	7°
Maranhão - Santo Antonio	7,99	9°	7,52	6°
Carlos Lyra - Caeté	8,13	11°	7,33	5°
Toledo - Paise	8,53	13°	9,32	14°
Maranhão - Camaragibe	9,50	20°	8,78	12°
Toledo - Sumauma	9,54	21°	9,19	13°
Triunfo	9,60	22°	9,87	22°
Média de Alagoas	9,46		9,57	

Tabela 2. Classificação de 10 empresas de Alagoas para ICVA, nas últimas duas safras.				
Empresa	Safr 2021/22		Safr 2022/23	
	IAV	Classificação	IAV	Classificação
Santa Clotilde	0,80	2°	0,89	4°
Maranhão - Santo Antonio	0,99	4°	1,01	8°
Maranhão - Camaragibe	1,11	9°	1,11	10°
Carlos Lyra - Caeté	1,30	14°	1,18	12°
Triunfo	1,27	11°	1,34	17°
Tenório - Porto Rico	1,33	15°	1,34	18°
Carlos Lyra - Marituba	1,51	22°	1,29	15°
Toledo - Sumauma	1,34	17°	1,43	20°
Coruripe - Matriz	1,39	19°	1,47	21°
Toledo - Paise	2,03	34°	2,10	35°
Média de Alagoas	1,56		1,58	

Tabela 3. Classificação das empresas de Alagoas para PER, nas últimas duas safras.				
Empresa	Safr 2021/22		Safr 2022/23	
	PER	Classificação	IAV	PER
Santa Clotilde	4,0	1°	3,5	1°
Maranhão - Santo Antonio	6,5	2°	7,0	2°
Carlos Lyra - Caeté	12,5	5°	8,5	3°
Tenório - Porto Rico	9,5	3°	11,0	5°
Carlos Lyra - Marituba	15,0	7°	8,5	3°
Maranhão - Camaragibe	14,5	6°	11,0	5°
Coruripe - Matriz	11,0	4°	14,0	7°
Toledo - Sumauma	19,0	9°	16,5	8°
Triunfo	16,5	8°	19,5	9°
Toledo - Paise	23,5	10°	24,5	10°



## GERENCIANDO PROJETOS

Tercio Dalla Vecchia  
tercio@reunion.eng.br

### Como Aumentar a Produção de Açúcar

O aumento da produção de açúcar é uma tendência no setor sucroenergético. Para atingir esse objetivo, é necessário organizar os passos, começando por um bom projeto, que deve ter uma definição clara do que se pretende e do que se tem para então planejar como chegar lá.

#### **Análise das limitações:**

As principais limitações para aumentar a produção de açúcar são, normalmente, a quantidade e qualidade de matéria-prima disponível e a disponibilidade financeira.

Lembrar que, comercialmente, há sempre o risco do mercado.

Na minha opinião, as destilarias autônomas têm, praticamente, a obrigação de fazer uma linha de açúcar, seja para aproveitar os altos preços do açúcar ou como uma estratégia comercial para enfrentar o dia a dia dos preços do açúcar e do etanol. Aqui não tem alternativa, é aproveitar o bom momento e implantar a fábrica de açúcar.

Decisões sobre o tipo de açúcar a ser produzido numa destilaria autônoma:

A localização da unidade pode ser um importante fator para a decisão do tipo de açúcar a ser produzido. Para exportação (VHP) ou mercado interno (Cristal).

Na produção de VHP, não há a necessidade de instalar dois tratamentos de caldo, já que não há que se sulfitar o caldo. Desta forma, há uma redução substancial do CAPEX. Entretanto, será necessária a instalação do sistema de evaporação e toda a fábrica de açúcar. Se não houver aumento de moagem e as caldeiras derem conta do recado, o investimento depende do tamanho da fábrica de açúcar que se pretende implantar. O uso de equipamentos usados e/ou fabricação própria de boa parte dos equipamentos é ainda uma forma de redução de CAPEX, podendo chegar a 30% essa redução.

Se o açúcar a ser produzido for o cristal, a recomendação é implantar um sistema paralelo de tratamento de caldo, sendo a sulfitação e a decantação os setores mais afetados.

#### **Opções para aumentar a produção de açúcar:**

Para uma usina que produza açúcar e queira apenas aumentar sua produção, existem diversas opções. Uma delas é aumentar o esgotamento do mel final e usar somente esse produto para envio à fermentação.

Isso pode ser realizado através de diferentes métodos:

- Instalação da terceira massa,
- A instalação de cristalizados com resfriamento,
- A instalação de sementeiras capazes de otimizar a utilização dos cozedores;
- A otimização do sistema de vácuo dos evaporadores e dia cozedores.

No entanto, se tudo já estiver otimizado, será necessária a instalação de vários equipamentos complementares.

#### **Passos para o projeto:**

Uma vez definidos os objetivos do projeto, ele passa pelos seguintes passos:

- Levantamento da situação atual
- Balanço material
- Balanço energético
- Dimensionamento dos equipamentos
- Identificação dos gargalos
- Listagem dos equipamentos a serem modificados
- Listagem dos equipamentos a serem adquiridos
- Descrição das modificações a serem realizadas
- Levantamento do CAPEX com a precisão desejada

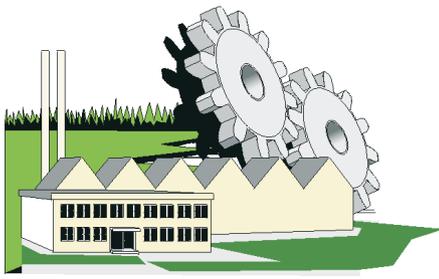
Portão decisório: "Vai, não vai"

Após a conclusão desses passos, é necessário tomar uma decisão sobre a viabilidade do projeto. Se a decisão for positiva, o projeto segue para a fase executiva da instalação e envolve todas as disciplinas da engenharia.

À medida que o projeto executivo avança iniciam-se as obras e as instalações industriais.

Por fim, a usina é comissionada e começa a produzir açúcar. Na atual condição de preços o investimento é amortizado rapidamente.

E vamos à luta.



## FALANDO DE FÁBRICA

Florenal Zarpelon  
fz7@uol.com.br

### Aquecedor de Caldo

Um bom amigo já há algum tempo comenta estranhar que o último livro da engenharia açucareira, Peter Rein, nem menciona o aquecedor horizontal. Em verdade, Peter Rein menciona, ao descrever as variáveis presentes num aquecedor de caldo, comentando que do ponto de vista teórico o horizontal até teria um coeficiente de transmissão de calor levemente maior, mas que no conjunto dos fatores envolvidos na prática esta diferença em relação ao vertical é irrelevante. É sabido que nas usinas brasileiras do nordeste há uma certa preferência pelo horizontal, argumentando-se que produza melhor transmissão de calor, o que seria um critério discutível, pois, o ganho em transmissão de calor é duvidoso, conforme comenta Peter Rein.

Hugot menciona que em geral os ingleses preferem o tipo horizontal, enquanto os franceses o vertical, o que hoje pode não ser totalmente verdade, pois, a África do Sul (pátria de Peter Rein) prefere o vertical. No Brasil, a maioria das usinas têm aquecedores verticais, inclusive até um bom número no nordeste. Há menções as mais diversas, entre as quais a questão do espaço ocupado, a facilidade de limpeza, e diríamos que nos dias de hoje no Brasil a questão segurança na limpeza é de muita importância, determinante, especialmente porque ainda preferimos abrir o aquecedor e proceder a limpeza manual, mais em conta que a limpeza química e até mesmo mais amigável ao meio ambiente. Segurança porque os aquecedores horizontais são montados num piso até alto e temos visto plataformas inseguras oferecendo pouco espaço para o trabalhador fazer a limpeza.

Lembro de ter observado várias vezes que na limpeza manual os operadores ficam mais ou menos a frente de um dos lados do módulo em limpeza ficando expostos a muita sujeira. No aquecedor vertical a limpeza pode ser bem mais simples: feita a liquidação, abre-se a tampa superior, uma passagem rápida de água e, ato contínuo, abre-se a válvula do vapor para provocar a secagem do material aderido aos tubos, em seguida, jatos de água fria faz romper as incrustações e boa parte cai pelo tubo ao fundo do aquecedor, terminando a limpeza mecânica através do repasse do sistema mecânico rotativo de rosetas (raspadores metálicos).

A questão transferência de calor: o condensação do vapor de aquecimento no aquecedor horizontal seria por gotejamento; o condensado cai pela ausência de afinidade com o material do tubo e não escorre no tubo. No vertical o condensado estaria aderido ao tubo formando um filme, película da água condensada, ela própria formando uma barreira adicional a transferência de

calor. Mas, a condensação por filme só ocorre em regime laminar, e neste caso, a transmissão de calor no gotejamento seria bem maior que no filme (Kern, Process Heat Transfer, indica de 4 a 8 vezes maior). Kern também explica que na operação normal a condensação pode iniciar por filme, muda para gotejamento, podendo em seguida reverter a filme e como não há controle, não se pode usar os coeficientes por gotejamento obtidos experimentalmente. Como a condensação por filme depende de muitos fatores (espessura do filme, velocidade das camadas, superfície, turbulência etc.), McAdams em diversos ensaios encontrou que a condensação por filme foi 75% maior que o teórico.

E não esquecer que melhor coeficiente de transferência de calor significa apenas que necessitamos um pouco menos superfície, menos metros quadrados, para obter a mesma transferência de calor. Também, como o aquecedor vertical é mais compacto, é esperado até que tenha custo menor.

Disso se conclui que, de fato, do ponto de vista de transferência de calor haveria muito pouca diferença, e a decisão da escolha recai principalmente no espaço, facilidade de acomodar as conexões de vapor e de condensados e a melhor condição para a remoção das incrustações.

Do ponto de vista redução do consumo de vapor, um bom arranjo seria o uso do vapor V3, V2 e V1, e os condensados sendo flasheados na sequência, do V1 para o V2 e do V2 para o V3. Aí, o arranjo de aquecedores verticais fica mais simples, e só nisso já há uma vantagem, pois, a busca por menos consumo de vapor nunca sai de moda.



## SOLUÇÕES DE FÁBRICA

Celso Procknor  
celso.procknor@procknor.com.br

### O Sistema Elétrico Brasileiro Gerou Um Algoritmo Implausível

Fomos contratados recentemente por uma usina para desenvolver um trabalho de consultoria, cuja entrega principal foi um Algoritmo para simular a operação de uma válvula condicionadora de vapor (VCV) funcionando na prática como se fora um gerador de vapor de processo, ou seja, como uma “caldeira produzindo vapor de escape (VE)”.

No início do projeto e na nossa avaliação preliminar, as informações técnicas fornecidas pelo Cliente durante a *kickoff meeting* (KOM) eram muito implausíveis. Implausíveis porque durante décadas selecionamos, especificamos e desenvolvemos projetos de instalação de dezenas de VCV's, sempre com a premissa de que tais equipamentos devem permanecer a maior parte do tempo fora de operação, ou seja, com a válvula fechada (vide texto da Revista STAB da edição setembro/outubro de 2008 - Válvulas Condicionadoras para Vapor Motriz). E de repente, nesta KOM, o Cliente queria nos convencer de que podia gerar mais receita para a usina operando com a válvula condicionadora aberta e rebaixando a maior parte da vazão de vapor motriz (VM).

Mas no final do trabalho ficamos convencidos de que o Cliente tinha razão, pelo menos no caso de alguns cenários, em função das condições específicas do seu contrato de venda de energia e em função das disparidades que ocorrem no Sistema Elétrico Brasileiro (SEB).

O contrato desta usina prevê a exportação de **potência elétrica**, ou seja, despacho para o ONS, inclusive na entressafra, e eventual fornecimento de energia elétrica adicional durante a safra quando houvesse disponibilidade de combustível. Neste tipo de contrato, a usina recebe um valor fixo por MWh quando não está despachada e um preço adicional a este valor fixo correspondente ao Custo Variável Unitário (CVU) quando está despachada. Quando há sobra de combustível (bagaço), o preço da energia adicional gerada precisa ser negociado no mercado spot, o qual depende do valor do Preço de Liquidação de Diferenças (PLD). O PLD é o resultado de um cálculo que determina os valores de toda a energia elétrica que foi produzida, mas que não foi contratada pelos agentes de mercado, num determinado período.

Quando o Cliente nos contratou o valor do PLD estava num patamar muito baixo, na faixa de R\$ 70/MWh, criando assim um dilema sobre como operar a usina e a UTE durante a safra quando não há despacho para o ONS. O consumo de VE no processo determina a produção necessária de VM na caldeira, mas se admitimos todo este VM no turbo gerador podemos estar exportando energia elétrica com um preço gravoso e consumindo uma quantidade adicional de bagaço que poderia ser armazenado para a entressafra ou ser vendido para terceiros.

Para este tipo de cenário, quando o bagaço excedente tem preço atrativo e o PLD tem preço muito baixo, o Cliente nos convenceu que obtém maior receita anual passando durante a safra no turbo gerador VM para gerar apenas a energia

consumida na usina e na UTE. A maior parte do VM então pode passar pela VCV que “produz” mais VE em função da admissão de água para o necessário resfriamento do VM. Desta maneira, processamos a cana gerando menos VM e, portanto, com menor consumo de bagaço por tonelada de cana processada.

Ressaltamos no nosso relatório que esta condição operacional é muito específica e que o fabricante da VCV deveria ser consultado para ajustes e/ou adequações no sistema de rebaixamento de VM, inclusive com eventual instalação de equipamentos *stand by*.

E desta maneira desenvolvemos para o nosso Cliente o Algoritmo Implausível do título deste texto, o qual, em função da produção de cana, do teor de fibra na cana, do consumo de VE no processo, do preço de compra e/ou venda de bagaço, do preço compra de cavaco e do valor do PLD, determina se a VCV deve operar fechada ou aberta durante a safra, visando gerar maior receita anual em função da variação e/ou previsão dos preços do mercado.

Importante ressaltar que, do ponto de vista da eficiência energética da UTE, operar com a VCV aberta é um disparate técnico. Gastamos energia para gerar VM com alta pressão e alta temperatura e depois rebaixamos a pressão e a temperatura do mesmo para gerar mais VE, com muito consumo de energia elétrica parasita e com perdas termodinâmicas neste processo. É muito mais eficiente e muito mais racional para o país utilizarmos este bagaço no sistema de cogeração da usina e exportar a energia elétrica excedente durante a safra, com o objetivo de aumentar a capacidade dos reservatórios da UHE's (vide texto da Revista STAB da edição julho/agosto/setembro de 2022 - Natureza das Fontes de Energia Renovável - Serviços Ancilares).

Mas este disparate técnico ficou economicamente viável no cenário indicado acima em função das disparidades que ocorrem no SEB, conforme mencionamos no início deste texto. Uma destas disparidades é justamente o sistema de cálculo adotado para a determinação do PLD, o qual é altamente dependente de variações pontuais do ENA, Energia Natural Afluente, indicado em MWmês. As inúmeras associações que fazem

parte do Fórum das Associações do Setor Elétrico (FASE) são unânimes na conclusão de que este sistema de cálculo do PLD deve ser revisado, para que as outras fontes geradoras despacháveis não sejam afetadas pelo baixo custo pontual da geração hidroelétrica. Mas na prática nada tem acontecido com relação ao cálculo do PLD.

Outra disparidade que ocorre no SEB diz respeito ao crescimento acelerado das fontes renováveis intermitentes, notadamente eólica e solar, que entregam **energia**, mas não garantem a entrega de **potência** com a confiabilidade e a qualidade das outras fontes despacháveis, como ficou demonstrado na ocorrência do apagão do dia 15/08/23. Naquele dia as fontes eólica e solar estavam entregando energia próxima da sua capacidade nominal, e assim sem folga para atender possíveis variações de carga no sistema. Tanto que nos dias subsequentes o ONS tomou a correta decisão de passar a utilizar estas duas fontes com cerca de 30% de folga em relação à sua capacidade nominal.

Estas duas fontes podem praticar preços mais baixos porque na vida real os serviços ancilares correspondentes à energia intermitente entregue estão sendo prestados por terceiros, como as UHE's e as UTE's. Esta situação anômala caracteriza a existência de subsídios cruzados, os consumidores desta energia intermitente pagam um preço mais baixo e toda a sociedade paga pelos serviços ancilares correspondentes, com a garantia de fornecimento da **potência**, ou seja, energia ativa em kW com qualidade.

Outro exemplo típico de subsídios cruzados é o caso dos compensadores síncronos, que deveriam fazer parte dos investimentos dos parques eólicos e solares, mas que foram sub-repeticionalmente incluídos nos leilões das linhas transmissão de energia, num trabalho de lobby que favorece os dois setores, mas prejudica o SEB, já que sistemas de transmissão de energia não necessitam deste tipo de equipamentos, aliás muito custosos.

O fato de que as energias eólica e solar estão com preços artificialmente baixos deve alertar a sociedade a respeito de outro lobby danoso para o Brasil, aquele do hidrogênio verde (HV). Não custa lembrar que eletricidade e hidrogênio não são formas primárias de energia, eles não existem na Natureza. Para serem produzidos vão necessitar de muita energia, notadamente o HV. O lobby do HV propõe usar energia eólica e solar barata para produzi-lo por meio de eletrólise, um processo que consome muita energia elétrica.

Trata-se assim de outro disparate técnico e econômico, vender para os países do Hemisfério Norte o HV produzido aqui a partir de eletricidade com preço baixo, o qual está sendo subsidiado por toda a sociedade brasileira (vide texto da Revista STAB da edição julho/agosto/setembro de 2023 - Energia Renovável do Brasil: Nortear ou Orientar?).

Mas felizmente ainda há esperança de que os **fundamentos** possam voltar a ser levados em conta pelos nossos legisladores sérios. Um fato levante é o PL (Projeto de Lei) 5158/2023 que institui a Política de Criação e Operação de Reservatórios de Regularização e Acumulação de Água. O PL tem por objetivo “contribuir com as políticas públicas de uso múltiplo, regular as vazões naturais das bacias, contribuindo para a segurança do SEB e o controle de cheias”. É evidente que os reservatórios de regularização e de acumulação também visam uma matriz energética mais limpa, mais estável e com tarifas menores.

É gratificante notar que o setor hidroelétrico brasileiro pode voltar a ser reconhecido pela sua importância como fonte de energia limpa, depois de estar sendo demonizado nos últimos 20 anos por setores ambientalistas extremados e tecnicamente despreparados, e que não conseguem enxergar a indispensável complementariedade que deve existir entre as diversas fontes de energia renovável disponíveis no Brasil.

**PLANTÃO  
24 HORAS**

## SOMOS ALTAMENTE ESPECIALIZADOS EM FUNDIÇÃO E MECÂNICA PESADA E LEVE

Linha Completa de Equipamentos, Bens e Serviços de manutenção para Preparo de cana e Extração do Caldo

### EM DESTAQUE:

- Repotenciamento de Moendas
- Sistema XM de Alta Drenagem Completo
  - Camisas XM com Bicos Filtrantes ®
  - Camisas XM com Boquilhas

Camisas em F°F° especial, Bagaceiras, Pentas, Rodetes, Mancais e Semi-Casquilhos, Eixos, Flanges, Cabeçotes Hidráulicos, e demais componentes.

**Picadores, Desfibradores e Espalhadores de cana, Desfibradores de Palha, conjuntos completos**



SINÔNIMO DE  
SEGURANÇA E  
TRANQUILIDADE

Rodovia SP-308 – Piracicaba/Charqueada – Km 176 – Piracicaba (SP)  
Fone: 19 3415-9200  
e-mail: comercial@mefsa.com.br

## Como o Clima afeta a Produtividade das Plantações de Cana-de-açúcar no Centro-Sul do Brasil: Uma Análise dos Ambientes Climáticos CTC e do Impacto no Manejo Varietal.

\* ANTONIO CELSO JOAQUIM, MAURO H S R VIOLANTE

\* CTC, PIRCICABA, SP

A cana-de-açúcar é uma cultura amplamente difundida pelo Brasil e embora tenha grande potencial produtivo, é preciso estar atento aos desafios impostos pela interação genótipo x ambiente. Com o uso correto das informações disponíveis e a aplicação de técnicas adequadas de manejo, é possível superar esses desafios e alcançar altos níveis de produtividade.

A interação genótipo x ambiente negativo, pode trazer perdas de rendimento substanciais para a cana-de-açúcar e impactar de forma significativa a produtividade atingível. Alguns genótipos são mais sensíveis a estas alterações intrínsecas dos ambientes, sendo mais afetados do que outros em sua produtividade, outros genótipos são mais estáveis, e para se conseguir altas produtividades a palavra de ordem é alocar corretamente a variedade.

Para isso precisamos ter informações suficientes sobre os locais de cultivo além de ter a capacidade de processar e cruzar uma gama relativamente grande de variáveis e de informações que irão ser intituladas estratégias de manejo. Se utilizarmos melhor as ferramentas e informações disponíveis, tivermos um planejamento de plantio e de colheita adequados, um bom conhecimento do genótipo e dos fatores de produção ou do nível tecnológico que será utilizado na condução da cultura, e das condições locais de solo e clima de onde a cultura será implantada, temos ótimas chances de atingir um nível alto de rentabilidade com a cana-de-açúcar, bastante acima dos patamares atuais.

Embora hoje, temos relativa facilidade na cultura da cana-de-açúcar em alocar as variedades quanto ao tipo de solo, nem sempre foi assim. Temos no Brasil 13 diferentes classes de solo, sendo as principais com cana-de-açúcar, o latossolo e o argissolo, e dentro de cada uma delas uma série de variações quanto às características químicas e físicas, gerando uma possibilidade enorme de combinações e que podem fazer com que o genótipo responda de maneira completamente diferente.

Assim, no início da década de 90, um grupo de pesquisadores do Centro de Tecnologia Copersucar, hoje Centro de Tecnologia Canavieira, motivados em melhorar a efetividade da alocação varietal com relação aos tipos de solo e em promover uma aplicação direta da carta de solo, propuseram um inédito sistema de classificação de terras no Brasil e exclusivo para o cultivo da

cana-de-açúcar, o conceito de AMBIENTE DE PRODUÇÃO, que foi apresentado nos VI e VII Seminários de Tecnologia Agrônômica Copersucar (Joaquim et al., 1994, 1997).

Através de pesquisas, analisando os resultados de 17 variedades, em 420 kha da cana, em 7 safras, foi possível verificar que os genótipos apresentavam comportamento semelhantes de produtividade, em alguns solos diferentes, podendo eles desta forma, serem agrupados. Dentro desta análise, os solos de maiores produtividades foram conceituados como ambiente A, que é o melhor, enquanto os menos produtivos foram conceituados como E, o mais restritivo, sendo os ambientes B, C e D intermediários.

O conceito de ambientes de produção, para a cultura da cana-de-açúcar a partir de então, passou a ser usado em grande escala pelos produtores, e os Programas de Melhoramento Genético passaram a estudar e liberar suas variedades de acordo com estes ambientes de produção.

Neste conceito era apenas considerado o solo no potencial produtivo (ambiente de produção edafo), com suas expectativas de produtividade e em 2004, o CTC passou a estudar também o comportamento climático na produtividade de cana-de-açúcar. Foram realizados estudos mais direcionados que explicassem as variações de produtividade que ocorriam dentro do mesmo ambiente de produção edafo (solo), mas em regiões climáticas diferentes, dentro do Centro Sul.

No projeto de detalhamento climático, foram utilizadas informações de mais de 1.500 estações meteorológicas públicas e privadas do Centro Sul. Dados de temperaturas e precipitação foram levantados, dentro de um período de 30 anos, para o cálculo do balanço hídrico e de outros parâmetros climáticos. Com essas informações, desenvolveu uma metodologia para o cálculo do potencial climático médio de cada região, em que estavam localizadas as estações meteorológicas.

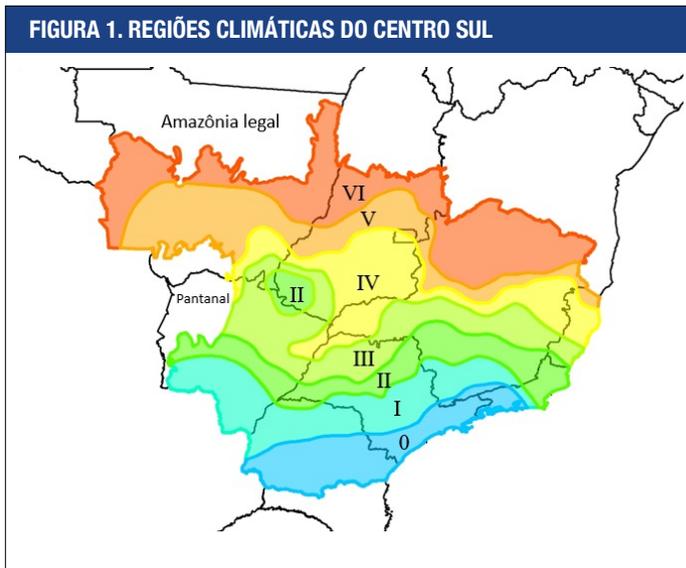
Foi elaborado um mapa final do potencial climático para o Centro Sul, de acordo com o déficit de evapotranspiração. Nesse mapa, unindo-se classes similares, definiu-se as diferentes regiões climáticas para a cultura da cana-de-açúcar, as quais

foram representadas pelos algarismos romanos 0, I, II, III, IV, V e VI. A figura 1 mostra o mapa com as regiões climáticas do Centro Sul.

O resultado do projeto possibilitou à equipe de Solos do CTC introduzir a variável climática no sistema de ambientes de produção, que passou de edafo (solo) para edafoclimático (solo e clima). Desta forma, os mapas de ambientes de produção edafo-climáticos passaram a contemplar a partir de 2008, informações de solos, que são representados por letras (A, B, C, D, E), e climáticos, representados por algarismos romanos (I, II, III, IV, V).

Apesar do climático VI existir no mapa, e ter área de cana, não se tem nenhum trabalho de expectativa de produtividade nele em áreas de sequeiro, visto que há a necessidade de irrigação para viabilizar o plantio de cana, alterando assim o conceito.

O climático 0, significa que não é adequado para a cana-de-açúcar. Uma área, por exemplo, na região de Assis-SP, pode ser representada pelos ambientes edafoclimáticos: A-I, B-I, C-I, D-I, e E-I, e na região de Itumbiara-GO: A-IV, B-IV, C-IV, D-IV, e E-IV. Neste caso, o mesmo tipo de solo, tem potencial produtivo diferente, nas duas regiões. É comum existirem produtores de cana na transição entre regiões



climáticas. Sendo assim os ambientes edafoclimáticos são representados, por exemplo: A-I/II, B-I/II, C-I/II, D-I/II e E-I/II.

Este conceito de ambiente climático deve ser utilizado com cautela, uma vez que, ele se aplica para análises e planejamento de médio e longo prazo, baseados em uma normal climatológica, e entendemos de que maneira cada região majoritariamente terá a tendência de se comportar dentro de um ciclo de cultivo

## Livros Técnicos do Setor Sucroenergético

NA STAB REGIONAL SUL



INFORMAÇÕES:  
(19) 3371-5036  
(19) 99909-3311  
secretaria@stab.org.br

www.stab.org.br

de cultivo. Não devemos utilizar este conceito para extrapolações anuais pois como sabemos, o clima é dinâmico entre os diferentes anos agrícolas e dentro de cada ano e época de colheita.

O CTC, através de estudos de banco de dados de usinas, de várias safras e regiões, quantificou a expectativa de produtividade, de cada ambiente de produção edafoclimático, por estágio de corte e época de plantio em todas as cinco regiões climáticas (I a V). Exemplos de produtividades dos climáticos I, II e IV, para canas oriundas de 18 meses, podem ser vistas nas tabelas 1 a 3. O CTC tem estas tabelas de produtividades, para os outros climáticos também, para as canas oriundas de 18 meses, bem como para todos os climáticos, para canas oriundas de inverno e ano.

O plantio realizado de janeiro a abril é considerado de 18 meses, de maio a agosto de inverno, e setembro a novembro de ano. O plantio de dezembro, que colhe no ano seguinte é considerado de ano, senão é considerado de 18 meses. Vale ressaltar, que estas produtividades, são médias comerciais, sem levar em consideração os manejos diferenciados, como por exemplo, o uso de vinhaça ou torta de filtro.

Um comparativo, para exemplificar as diferenças de produtividades, do mesmo ambiente edafo (solo), nas cinco regiões climáticas, no 1º corte de 18 meses, tem-se no A-I=132,7t/ha, no A-II=126,4 t/ha, no A-III=120,0t/ha, no A-IV=113,7t/ha e no A-V=107,4t/ha. Isto também ocorre para os outros ambientes, estágios de corte e época de plantio.

Um exemplo de produtividade real e esperada, para uma variedade, a CTC9002, em ambiente B, na região de Ribeirão Preto, no climático II, ambiente edafoclimático B-II, nas safras 17/18 a 22/23, pode ser visto na tabela 4 e figura 2. Houve um ganho real de produtividade do 1º corte, em relação ao esperado, sendo que a partir do 2º corte as produtividades foram semelhantes.

Outro exemplo de produtividade real e esperada, para uma variedade, a CTC4, em ambiente C, na região de Itumbiara, no climático IV, ambiente edafoclimático C-IV, nas safras 17/18 a 22/23, pode ser visto na tabela 5 e figura 3. Houve uma perda real de produtividade do 1º corte, em relação ao esperado, porém a partir do 2º corte, as produtividades foram semelhantes, sendo a real um pouco acima da esperada, com média de 5 e 6 cortes muito parecidas.

Com este estudo finalizado, o CTC passou a direcionar os Polos do Programa de Melhoramento, em 2011 e 2012, para as diferentes condições de solo e clima (ambientes de produção edafoclimáticos). Este sistema permitiu alocar estrategicamente os ensaios de melhoramento genético e de validação de cultivares, visando detectar variedades adaptadas às diferentes regiões produtoras de cana-de-açúcar, no Centro Sul.

O site do Centro de Tecnologia Canavieira – CTC, tem as recomendações das variedades CTC para todas as Regiões do Centro Sul, quanto ao ambiente de produção e época de colheita.

Tabela 1. Expectativa de produtividades para canas oriundas de 18 meses, no climático I.

Ambientes de Produção Edafoclimáticos	Estágio do Corte						Média 5 Cortes	Média 6 Cortes
	1º Corte	2º Corte	3º Corte	4º Corte	5º Corte	6º Corte		
A-I	132,7	114,0	104,7	98,7	94,3	90,4	108,8	105,7
B-I	126,7	108,4	99,3	93,0	88,9	85,0	103,3	100,2
C-I	120,3	102,6	93,7	87,4	83,3	79,4	97,5	94,5
D-I	113,7	96,5	87,7	81,4	77,2	73,2	91,3	88,3
E-I	104,7	88,2	79,6	73,5	69,2	65,3	83,1	80,1

Tabela 2. Expectativa de produtividades para canas oriundas de 18 meses, no climático II.

Ambientes de Produção Edafoclimáticos	Estágio do Corte						Média 5 Cortes	Média 6 Cortes
	1º Corte	2º Corte	3º Corte	4º Corte	5º Corte	6º Corte		
A-II	126,4	108,5	99,7	93,7	89,8	86,1	103,6	100,7
B-II	120,7	103,3	94,6	88,5	84,7	80,9	98,3	95,4
C-II	114,6	97,8	89,2	83,3	79,4	75,6	92,8	90,0
D-II	108,3	91,9	83,5	77,5	73,5	69,7	86,9	84,1
E-II	99,8	84,0	75,8	70,0	65,9	62,2	79,1	76,3

Neste sistema de classificação de ambientes de produção edafoclimáticos do CTC, é possível para todos os produtores de cana-de-açúcar do Centro Sul, alocar corretamente as variedades de cana de todos os Programas de Melhoramento Genético. Saber o seu potencial produtivo, tendo a carta de solos nos padrões recomendados pelos Ambiente Edafoclimáticos CTC.

**Tabela 4. Produtividade de cana, real e esperada, da CTC9002, ambiente edafoclimático B-II.**

Estágio	Produtividade - TCH	
	Real	Esperada
1º Corte	141,4	120,7
2º Corte	107,1	103,3
3º Corte	93,4	94,6
4º Corte	88,4	88,5
5º Corte	81,5	84,7
6º Corte	86,0	80,9
Média	99,6	95,4

**Tabela 5. Produtividade de cana, real e esperada, da CTC4, no ambiente edafoclimático C-IV.**

Estágio	Produtividade - TCH	
	Real	Esperada
1º Corte	96,9	103,1
2º Corte	90,9	88,0
3º Corte	82,3	80,3
4º Corte	75,2	74,9
5º Corte	71,7	71,4
6º Corte	72,7	68,1
Média	81,6	81,0

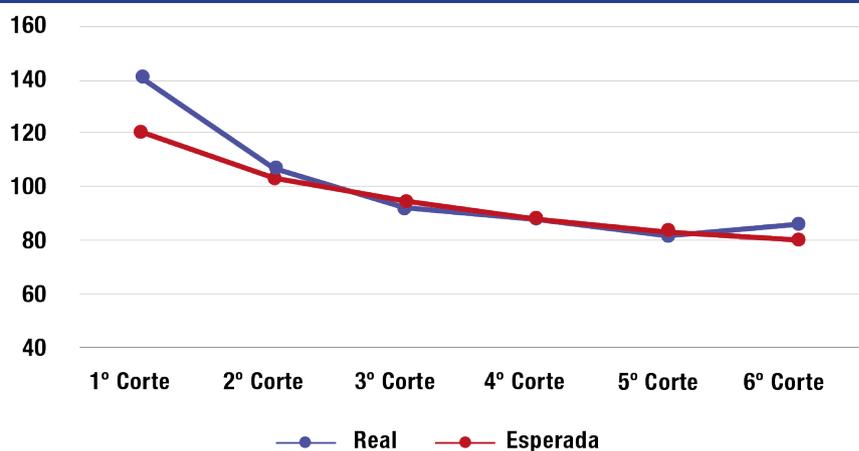
Apenas Empresas, de levantamento de solos, que utilizam os padrões do CTC de classificação de solos, tem este sistema de classificação de ambientes, que entregam também as expectativas de produtividades dos ambientes ocorridos.

Uma década depois estamos atualizando as regiões climáticas e em breve esse estudo será divulgado, acompanhe em nossos canais de comunicação.

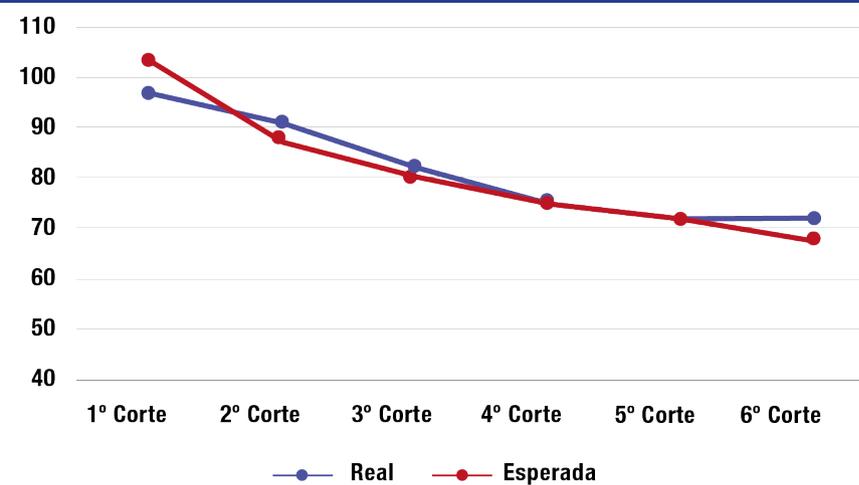
**Tabela 3. Expectativa de produtividades para canas oriundas de 18 meses, no climático IV.**

Ambientes de Produção Edafoclimáticos	Estágio do Corte						Média 5 Cortes	Média 6 Cortes
	1º Corte	2º Corte	3º Corte	4º Corte	5º Corte	6º Corte		
A-IV	113,7	97,7	89,8	84,3	80,8	77,5	93,3	90,6
B-IV	108,6	92,9	85,1	79,7	76,2	72,8	88,5	85,9
C-IV	103,1	88,0	80,3	74,9	71,4	68,1	83,6	81,0
D-IV	97,5	82,7	75,1	69,8	66,2	62,8	78,2	75,7
E-IV	89,8	75,6	68,3	63,0	59,3	55,9	71,2	68,7

**Figura 2. PRODUTIVIDADE DE CANA, DA CTC9002, NO AMBIENTE EDAFOCLIMÁTICO B-II.**



**Figura 3. Produtividade de cana real e esperada, da CTC4, no ambiente edafoclimático C-IV.**



## Referências Bibliográficas

BERTOLANI F.C., JOAQUIM A.C., DONZELLI J.L., **Sistema de Classificação Edafoclimática para a Cultura de Cana-de-açúcar**, Sistema de Produção Mecanizada da Cana-de-Açúcar Integrada à Produção de Energia e Alimentos. Brasília: EMBRAPA, 2015.

JOAQUIM, A. C.; BERTOLANI, F. C.; BRAGA JUNIOR, R. L. DO C. Ambientes de produção edafoclimáticos para a cultura da cana-de-açúcar – história e resultados. STAB, Piracicaba, v. 30, n. 6, p. 86-87, 2012.

JOAQUIM, A. C.; BELLINASSO, I. F.; DONZELLI, J. L.; QUADROS, A. C.; BARATA, M. Q. F.; Potencial e manejo de solos cultivado com cana-de-açúcar. In: Seminário Copersucar de Tecnologia Agrônômica, 6., Piracicaba, 1994, p. 1-9.

JOAQUIM, A. C.; DONZELLI, J. L.; QUADROS, A. C.; SARTO, L. F. Potencial de produção de cana-de-açúcar. In: Seminário Copersucar de Tecnologia Agrônômica, 7., Piracicaba, 1997. p. 68-76.

JOAQUIM, A. C.; PALLONE FILHO, W.J.; PINTO, P.L.P.; OLIVEIRA, M.A.; BAZAGLIA FILHO, O. **Ambientes de produção edafoclimáticos**. Piracicaba: Centro de Tecnologia Canavieira, 2010. 41 p. Relatório Interno do Centro de Tecnologia Canavieira, projeto 91001 da safra 09/10.

# As Epidemias das Ferrugens na Cana-de-Açúcar e a Situação Crítica da Agroindústria Canavieira Ante o Surgimento de Possíveis Novas Raças

\* SIZUO MATSUOKA

## *Epidemia das ferrugens*

As ferrugens na cana-de-açúcar são descritas desde a década final do século 19 na Indonésia (ex-Java) e na Austrália, e depois na Índia. Na primeira metade do século 20 ela era relatada em muitos países do Sudeste Asiático e inclusive na África. Era considerada uma doença de importância menor, mas com relatos de epifitotia na Índia em meados desse século, e os fungos causadores eram relatados como sendo *Puccinia kuehnii* e *P. erianthi* (Egan, 1964). Porém, uma análise retrospectiva considerou que a maioria daqueles relatos era de *P. melanocephala* (ex-*P. erianthi*) e não de *P. kuehnii*, e a ela se deveu a primeira pandemia de ferrugem no final da década de 70 e seguinte, quando afetou severamente os canaviais do hemisfério ocidental, inclusive do Brasil (Egan, 1980; Purdy et al., 1983; Copersucar, 1986; Sordi et al., 1986; Comstock & Raid, 1994). A segunda pandemia, desta vez causada por *P. kuehnii*, veio a ocorrer na primeira década do século 21, iniciando-se na Austrália e chegando em 2007 na Flórida, EUA e demais países da América Central e Caribe (Comstock et al., 2008) e, finalmente no Brasil, em dezembro de 2009 (Barbasso et al., 2010). Assim, se antes se referia simplesmente à “ferrugem” (“rust”, em inglês; ou “roya”, em espanhol) (Egan, 1964), houve a necessidade de se diferenciá-las no nome: aquela causada por *P. melanocephala* como “Ferrugem Marrom” ou também “Ferrugem Comum” (“Brown rust” ou Common rust” e “Roya marrón” ou “Roya parda”), e a causada por *P. kuehnii* por “Ferrugem alaranjada” (“Orange rust”, em inglês, e “Roya Naranja”, em espanhol) (Magarey, 2000). A seguir serão feitas considerações sobre as duas epidemias, a atual crítica situação das lavouras, bem como o impacto indireto nos programas de melhoramento.

## *Epidemia da Ferrugem Marrom*

A ferrugem Marrom, causada por *Puccinia melanocephala*, era considerada de importância secundária (Egan, 1964), até que ao final da década de 70 do século passado, chegou ao Caribe, sendo constatada primeiramente na República Dominicana (Presley et al., 1978) e, logo em seguida, em todos os países da América Central, onde era bastante cultivada uma variedade que se mostrou altamente suscetível, a B4362, e, depois, à América do Norte, México e EUA, como também aos países andinos do norte da América do Sul (GEPLA-CEA, 1979; 1981, Purdy et al., 1983). Como nesses países se cultivava muito aquela variedade (exceto EUA, Venezuela e Colômbia), o prejuízo foi grande. Nessa época também ocorreu no Havaí, nos países asiáticos, inclusive Austrália. Presumindo que ela chegaria também ao Brasil, tanto a Copersucar como o Planalsucar providenciaram a remessa de clones e variedades para Jamaica, Panamá e Costa Rica, cujos testes indicaram a suscetibilidade de algumas (Matsuoka et al., 1987), que se confirmou depois da sua constatação, em novembro de 1986 (Copersucar, 1986; Sordi et al., 1986). Aliás, a ferrugem foi constatada num viveiro de mudas onde faziam parte a RB725828 e a SP71-799, classificadas como altamente suscetíveis, um pouco mais

\* CONSULTOR, ARARAS, SP

Figura 1. Foto do local onde se constatou pela primeira vez a Ferrugem Marrom no Brasil, em novembro de 1986. A faixa Marrom escura é da var. RB725828 e, diante dela, menos afetada, a var. SP71-799.



Imagem: Copersucar (1986), Capivari, SP

a primeira, e essa suscetibilidade se evidenciou, chamando a atenção (Figura. 1). Pela ampla disseminação ocorrida nas Américas, pode-se, portanto, considerar que se tratou de uma pandemia, pois também na Índia e nos países africanos sempre ocorreu de forma endêmica, vez ou outra causando surtos epidêmicos. Em termos econômicos, além de causar grandes perdas diretas nas variedades suscetíveis, a supressão de novas variedades com bom potencial agroindustrial teria sido um prejuízo indireto; outro prejuízo indireto foi todo o custo induzido aos programas de melhoramento que tiveram que incluir mais este fator de restrição às novas variedades. A existência de programas ativos de melhoramento genético permitiu que se substituíssem as variedades suscetíveis (NA56-79, SP70-1143, SP71-1406, SP79-1011) por outras resistentes e de boa produtividade (RB72454, SP81-3250, RB867515, RB855453, SP83-2847, RB92579, RB966928 e RB855156), sucessivamente ao longo dos anos, diminuindo drasticamente a doença. Duas particularidades podem ser referidas: a NA56-79 se classificava no limite do grupo de intermediárias, com nota 6 e mostrava suscetibilidade o ano todo, ou seja, em todas as idades, e a SP70-1143 que, no início se mostrava resistente, mais tarde passou a mostrar extrema suscetibilidade na fase jovem, embora com boa resistência na fase adulta (Matsuoka, 1993a).

Nessa questão, a descoberta de um gene maior conferindo resistência, o gene *Bru1* dá animo aos melhoristas (Balsalobre et al., 2016; Barreto et al., 2017; Neuber et al., 2017). No Brasil constatou-se que na maioria dos genótipos resistentes está presente o referido gene (Barreto et al., 2017; Cenci, 2017). Um gene dominante torna o melhoramento genético bem mais fácil, naturalmente. Entretanto, como amplamente discutido na literatura (Matsuoka, 1993b), o risco da quebra de resistência é muito maior. E o risco é ainda potencializado se o gene está presente não apenas em uma cultivar mas na maioria, como é no caso brasileiro. Um estudo mostrou que a variedade R570, na qual primeiramente se detectou o gene *Bru1* (Daugrois et al., 1996) é resistente a vários isolados, de diversas regiões geográficas, o que é indicação de que o gene *Bru1* confere ampla

resistência (Asnagli et al., 2001). Entretanto, na Louisiana-EUA, verificaram que a ocorrência do gene *Bru1* é baixa e as variedades e clones reagem diferentemente em distintas regiões, além de ocorrer constante quebra de resistência, indicando que devem ocorrer tanto predominância de resistência poligênica como diferentes patótipos (Avellaneda e Hoy, 2015; Hoy et al., 2016), como também é a indicação de que ocorre na Argentina e na Flórida (Bertani et al, 2019). Como no Brasil ocorre a predominância de variedades com gene *Bru1*, seria muito prudente, pois, que não se descuidasse da busca por genes de efeitos quantitativos (Matsuoka, 1993b; Poland et al., 2008), isto é, que confirmam resistência poligênica, até mesmo para piramidar com o gene *Bru1*, e assim ter uma resistência efetiva e durável contra um patógeno bastante mutável (Comstock e Raid, 1994; Hoy et al., 2016; Neuber et al., 2017). Recentemente suspeitou-se ocorrência da Ferrugem Marrom na variedade RB867515 e em outras (Nascimento, R. Informação pessoal) que contém ou se presume que contenham o gene *Bru1* (Cenci, 2017), herdado da RB72454, que, por sua vez, deve ter herdado da CP53-76, e esta da F36-819 (uma variedade desenvolvida na Flórida na década de 30). Portanto, a hipótese é que surgiu uma nova raça capaz de quebrar a resistência monogênica. Como se não bastasse, também a RB966928, resistente a ambas as ferrugens, possivelmente esteja sendo afetada pela ferrugem alaranjada (*P. kuehni*), assim como muitas outras variedades até então consideradas resistentes (Nascimento, R Informação pessoal). Portanto, o problema se duplicou. O grave é que os canaviais brasileiros estão em mais de 70% cultivados com variedades da filogenia da RB72454, considerando as gerações F1 e F2. A Tabela 1 apresenta as modernas variedades RB que têm a RB72454 como ancestral direto ou indireto.

### Epidemia da Ferrugem Alaranjada

A Ferrugem Alaranjada é a outra ferrugem que moderna e subitamente passou a ser uma importante doença em cana-de-açúcar. Na Austrália, em 2000, uma variedade predominantemente cultivada (Q124) mostrou-se com ataque severo de ferrugem, que foi identificada como sendo causada pela espécie *Puccinia kuehni* (Magarey et al., 2001). Esta espécie já ocorria endemicamente na Austrália e em todos os países asiáticos, além de na África, porém sem causar maiores danos, exceto na Índia, onde casos de incidência mais severa eram relatados vez ou outra (Egan, 1980). Então, se os compêndios antes registravam apenas a doença “Ferrugem”, houve necessidade de diferenciação das duas, de forma que a “Ferrugem”, antes chamada também de “Ferrugem comum”, passou a ser denominada de “Ferrugem Marrom”, e esta outra, de “Ferrugem Alaranjada”, baseando-se na distinta coloração dos respectivos esporos. Nas Américas, a ferrugem Alaranjada foi detectada sete anos depois, na Flórida, e em seguida no México, Panamá e em todos os países do Caribe (Comstock et al., 2008; Rott et al., 2017). Presumindo que em qualquer momento ela chegaria ao Brasil, diversas variedades foram enviadas para a Austrália, a fim de que se determinasse a resistência/suscetibilidade. E o resultado veio como um alerta: a RB72454, então muito cultivada, se mostrou suscetível. Nos anos subsequentes essa ferrugem passou a ser constatada em diversos outros países, chegando às Américas e, no Brasil, foi constatado em dezembro de 2009 (Barbasso et al., 2010). Felizmente, nessa época a RB72454 já estava sendo substituída e a maioria das demais variedades eram resistentes, exceto uma, a SP81-3250, que era bastante plantada. Entretanto, ela foi sendo paulatinamente substituída e a percentagem de suscetíveis é atualmente bastante baixa (Barreto, 2016; Chapola et al., 2019). Porém, um fato novo está ocorrendo neste momento. Informação recente dá conta de que a Ferrugem Alaranjada está afetando a var. RB966928 (Nascimento, R. Informação pessoal) que, por mais de 10 anos de intenso cultivo, sempre demonstrou alta resistência, sem constatação de uma única pústula. Um estudo demonstrou que essa variedade faz parte de um grupo que possui um marcador molecular (G1) ligado ao gene que confere resistência a essa doença (Fier, et al., 2020). Também tem sido constatada essa ferrugem em

Tabela 1. Variedades RB pós 1983 oriundas direta ou indiretamente da RB72454

Variedade	Genitores	Variedade	Genitores
RB835019	RB72454 x NA56-79	RB956911	RB855206 x RB855035
RB835054	RB72454 x NA56-79	RB961558	B4362 x IAC68/12
RB835089	RB72454 x NA56-79	RB965902	RB855536 x RB855453
RB83252	NA56-79 x RB72454	RB965917	RB855453 x RB855536
RB83594	RB72454 x B3337	RB969017	F36-819 x ?
RB842021	B3337 x RB72454	RB966928	RB855156 x RB815690
RB845197	RB72454 x SP70-1143	RB975201	RB855113 x ?
RB845210	RB72454 x SP70-1143	RB975033	RB855206 x SP80-185
RB845257	RB72454 x SP70-1143	RB005014	SP80-1816 x RB855536
RB855036	RB72454 x SP70-1143	RB006970	RB855536 x SP80-1816
RB855113	SP70-1143 x RB72454	RB011549	RB91539 x RB9367
RB855156	RB72454 x TUC71-7	RB01494	RB931530 x RB845210
RB855463	RB72454 x ?	RB015935	RB855156 x SP80-1816
RB855536	SP70-1143 x RB72454	RB021754	RB92606 x RB72199
RB855546	SP70-1143 x RB72454	RB034045	SP77-5181 x SP80-1816
RB865230	SP70-1143 x RB72454	RB036152	SP83-5073 x RB867515
RB867515	RB72454 x ?	RB056351	RB855206 x ?
RB925211	RB855206 x ?	RB056380	RB855206 x ?
RB931003	RB72454 x RB835089	RB975375	RB855035 x RB855536
RB931011	RB83160 x RB72454	RB985476	H53-3989 x RB855206
RB935744	RB835089 x RB765418	RB98710	SP81-3250 x RB93509
RB937570	RB72454 x SP70-1143	RB987917	RB72454 x ?
RB943047	RB855106 x ?	RB987935	RB72454 x RB83102
RB946903	RB765418 x RB72454	RB988082	RB83102 x RB72454
RB951541	RB72454 x SP79-1011	RB99395	RB867515

diversas outras variedades que eram tidas como resistentes, como a RB855156, RB855453, RB867515, RB92579, RB975952 e outras. Portanto, a hipótese é que estaríamos diante de uma nova raça, o que se constitui numa grande ameaça aos canaviais brasileiros, ou seja, uma ameaça dupla como se disse. Um estudo na Flórida, EUA, confirmou a ocorrência de uma variante dessa ferrugem que não está ligado a um gene maior de uma variedade específica, mas sim a genes menores (Sanjel et al., 2021). Urashima et al., (2020) constataram a ocorrência de variantes nos canaviais de São Paulo, e que esporos de diferentes variedades suscetíveis se diferenciam na capacidade de infetar variedades consideradas resistentes, como a RB867515 e RB966928, o que traz grande risco de surto epidêmico. Portanto, a ocorrência da ferrugem amarela em diversas variedades no Brasil pode não ser simplesmente uma questão de agressividade devido ao favorecimento ambiental e isso significa que a quebra de resistência pode ocorrer em diversas variedades como está sendo observado.

### Análise conclusiva das epidemias

Para a ocorrência de uma epidemia pressupõe-se a ocorrência de um hospedeiro suscetível. Foi o caso da epidemia da “Gomose”, quando as canas nobres eram extensivamente cultivadas, especialmente a Caiana; também foi o caso do vírus do mosaico, nas mesmas canas nobres (Arruda, 1941). A ocorrência do surto de “Carvão” no Estado de São Paulo na década de 80 se deveu à elevada proporção do cultivo da cv. NA56-79 (50%) (CCCCA, 1985). Quando o fungo da “Ferrugem Marrom” chegou ao Caribe, plantava-se extensiva e predominantemente a var. B4362, e, quando em seguida, chegou na Flórida e na Louisiana, EUA, as variedades suscetíveis Cl41-223 e CP65-357, respectivamente, dominavam os canaviais daqueles esta-

dos (Purdy et al., 1983. Na Louisiana, quando a variedade resistente LCP85-384 ocupava mais de 40% da área, se mostrou suscetível a uma nova raça da Ferrugem Marrom, e essa quebra de resistência tem ocorrido também em outras variedades (Hoy et al., 2016). Também a quebra de resistência ocorreu na Q124, na Austrália, neste caso pelo fungo causador da Ferrugem Alaranjada. No Brasil, com relação à epidemia da Ferrugem Marrom, a maioria das variedades cultivadas eram intermediárias, mas, mesmo assim, causou prejuízos (Sanguino e Cardoso, 1989; Matsuoka, 1993a). Um grande prejuízo indireto foi que duas variedades que estavam em franco processo de adoção, a RB725828 e RB735275, tiveram que ser banidas tão logo a essa ferrugem chegou ao país ao final da década de 80. Como na maioria das variedades atuais do país ocorre o gene *Bru1*, o qual confere alta resistência (resistência monogênica), do lado da produção comercial há tranquilidade, mas não plena segurança, pois o fungo tem mostrado ser bastante variável em outros países. E as recentes constatações confirmam isso.

A Ferrugem Alaranjada, por sua vez, desenvolveu um surto na Austrália porque a var. Q124, cultivada em alta proporção, e na qual não se notara a ferrugem até então, em 2000 se mostrou altamente infetada, presumindo-se que tenha sido quebra de resistência por uma nova raça. Presume-se, inclusive, que aquele país foi a origem da pandemia. A uniformidade genética, ainda mais na cana-de-açúcar que é propagada clonalmente, se constitui sempre um risco muito alto de ocorrência de epidemias de doenças. Por essa razão sempre se recomenda evitar a predominância de uma só cultivar, embora seja sempre difícil essa prevenção, quando uma cultivar se destaca muito das demais, como foi aquele caso da Q124 na Austrália (45% da área no país e 90% no principal distrito produtor de cana, Queensland) e da LCP85-384 na Louisiana. Quando essa ferrugem chegou ao Brasil, a var. SP81-3250 estava em franca expansão e teve de ser rapidamente excluída dos novos plantios.

E o caso da Ferrugem Marrom discutido acima em relação ao Brasil é ainda mais crítico, porque a uniformidade genética quanto ao gene *Bru1* não ocorre apenas nas cultivares predominantes, mas na maioria das variedades novas promissoras, em razão de serem da mesma genealogia. A grande maioria é geração F1 e F2 (e virão muitas F3) da RB72454 (Tabela 1) que tem o gene *Bru1* de resistência à ferrugem marrom (Barreto et al., 2017; Cenci, 2017), além de ser muito suscetível à ferrugem alaranjada. Não obstante, existe também a resistência poligênica que explica porque se tem gradação de severidade. A constatação da ausência de correlação entre os marcadores e a severidade da resposta e a ausência dos marcadores em uma parte da população resistente (Neuber et al., 2017) são provas adicionais da existência de outros genes conferindo resistência. Esses genes são valiosos no processo de melhoramento. O mesmo se aplica à Ferrugem Alaranjada.

O Brasil, que tem a maior área contínua de canaviais no mundo, realmente não pode prescindir de uma boa diversidade genética e de um banco de variedades que possam ser rapidamente multiplicadas num eventual desastre, como a que está se prenunciando neste momento. E isso somente é possível quando se tem programas ativos e bem consolidados de melhoramento genético.

## Referências Bibliográficas

- ARRUDA, S.C. A história das grandes epifitias da cana-de-açúcar. **O Biológico**, São Paulo, v. 7, p. 313-318, 1941.
- ASNAGHI, C., D'HONT, A., GLASZMANN, J. C.; ROTT, P. Resistance of sugarcane cultivar R570 to *Puccinia melanocephala* isolates from different geographic locations. **Plant Disease**, Washington, v.85, p.282-286, 2001.
- AVELLANEDA, M.C.; HOY, J.W. Screening for resistance to sugarcane brown rust with controlled conditions inoculations. **Plant Disease**, Washington, v. 99, n. 11, p.1633-1639, 2015.
- BALSALOBRE, T.W.A.; MANCINI, M.C.; PEREIRA, G.S. et al. Mixed modelling of yield components and brown rust resistance in sugarcane families. **Agronomy Journal**, Hoboken, v. 108, 1-14, 2016.
- BARBASSO, D.; JORDÃO, H.; MACCHERONI, W. et al. A first report of *Puccinia kuehnii*, causal agent of orange rust of sugarcane in Brazil. **Plant Disease**, Washington, v. 94, n. 9, p. 1170, 2010.
- BARRETO, F.Z. **Caracterização fenotípica e molecular do painel brasileiro de genótipos de cana-de-açúcar**. Araras: UFSCar/CCA, 78 p. 2016.
- BARRETO, F.Z.; BALSALOBRE, T.W.A.; CHAPOLA, R.G. et al. Validação de marcadores moleculares associados à resistência à ferrugem marrom em cana-de-açúcar. **Summa Phytopathologica**, Botucatu, v.43, n. 1, p. 36-40, 2017.
- BERTANI, R.P.; PERERA, M.F.; JOYA, C.M. et al. Molecular characterization of *Puccinia melanocephala*, the causal agent of brown rust, in Tucumán, Argentina. **Int. Soc. Sug. Cane Technol., Proc.** 30: 1753-1757, 2019.
- CCCCA. 1985. Campanha integrada de controle do carvão em cana-de-açúcar. CCCC/Copersucar/IAC/IAA-Planalsucar/Orplana/Sopral. 39 p.
- CENCI, S. 2017. **Presença do gene de resistência à ferrugem Marrom (*Bru1*) em variedades e clones de cana-de-açúcar**. Curitiba, 2017. Dissertação (Mestrado) Universidade Federal do Paraná. 2017. 49 p.
- CHAPOLA, R.G.; CURSI, D.E.; FERNANDES JUNIOR, A.R. et al. Diversity of sugarcane cultivars under cultivation in São Paulo and Mato Grosso do Sul states 10 years after the detection of orange rust in Brazil. In: **International Society Sugar Cane Technology, Proceedings...** n. 30, p.1743 – 1747, 2019.
- COMSTOCK, J.C.; RAID, R.N. Sugarcane common rust. In: Rao, G.P.; Gillaspie Jr., A.G.; Upadhyaya, P.P. et al. (Ed.). **Current Trends in Sugarcane Pathology**. Delhi: International Books & Periodicals Supply Service, 1994, p. 1-10.
- COMSTOCK, J.C.; SOOD, S.G.; GLYNN, N.C. et al. First report of *Puccinia kuehnii*, causal agent of orange rust of sugarcane, in the United States and Western Hemisphere. **Plant Disease**, St. Paul, v. 92, n. 1, p.175, 2008.
- COPERSUCAR, 1986. Ferrugem da cana-de-açúcar e sua constatação no Município de Capivari. **Boletim Técnico Copersucar**, Piracicaba, 1989, p. 1-8.
- DAUGROIS, J.; GRIVET, L.; ROQUES, D. et al. A putative major gene for rust resistance linked with RFLP marker in sugarcane cultivar R570. **Theoretical and Applied Genetics**, Berlin, v. 92, p. 1059-1064, 1996.
- EGAN, B.T. Rust. In: HUGHES, C.G.; ABBOTT, E.V.; WISMER, C.A. **Sugar-cane diseases of the world**. v. 2. Amsterdam: Elsevier, 1964, p. 60-68.
- EGAN, B.T. 1980. A review of the world distribution of *Puccinia* spp. attacking sugar cane. In: **International Society Sugar Cane Technology. 17. Proceedings...** p. 1373-1381, 1980.
- FIER, I.; BALSALOBRE, T.W.A.; CHAPOLA, R.G. et al. Field resistance and molecular detection of the orange rust resistance gene linked to G1 marker in Brazilian cultivars of sugarcane. **Summa Phytopathologica**, Botucatu, v. 46, n. 2, p. 92-94, 2020.
- GEPLACEA. Memoria de la primera reunion de fitopatologos, fitomejoradores y responsables de sanidad vegetal, sobre prevencion y control de las enfermedades del carbon y la roya de la caña de azucar. Panama, de julio 30 a agosto 1º de 1979. México: XI Reunión Plenaria, 22-26 Octubre. 33 f. 1979.
- GEPLACEA. Documento basico de referencia. Reunion de expertos de alto nivel sobre la prevencion y control de las enfermedades del carbon y la roya de la cana de azucar. La Habana, Cuba, 31 de marzo al 3 de abril, 1981. p. 50-86. 1981.
- HOY, J.W.; BSAIKH, N.; AVELLANEDA, M.C. et al. Detection, breeding and selection of durable resistance to brown rust of sugarcane. In: **International Congress Society Sugar Cane Technology. 29, 2016. Proceedings.** p. 1034-1039, 2016.
- MAGAREY, R.C. Orange rust. In: Rott, P.; Bailey, R.; Comstock, J.C. et al. (eds.). **A guide to sugarcane diseases**. Montpellier: CIRAD/ISSCT, 2000. p. 121-125.
- MAGAREY, R.C.; CROFT, B.J.; WILLCOX, T.G. An epidemic of orange rust in Australia. **INTERNATIONAL SOCIETY SUGAR CANE TECHNOLOGY. 2001. Proceedings.** 24., p. 410-416, 2001.
- MATSUOKA, S. Análise retrospectiva de perdas causadas pela ferrugem da cana-de-açúcar em São Paulo. **CONGRESSO NACIONAL da STAB. 1993a. Anais**, 5., p. 148-156, 1993a.
- MATSUOKA, S. Ter ou não ter doença, eis a questão. **Summa Phytopathologica**, Botucatu, v. 19, n. 3/4, p. 143-149, 1993.
- MATSUOKA, S.; TOKESHI, H. ZACARIAS, C.A.B. Determinação da reação à ferrugem (*Puccinia melanocephala* Syd.) de variedades brasileiras de cana-de-açúcar, no exterior. In: **Congresso Nacional STAB, Piracicaba, 1987, Anais**, 4., p. 270-276. 1987.
- NEUBER, A.C.; SANTOS, F.R.C.; COSTA, J.B. et al. Survey of the *Bru1* gene for brown rust resistance in Brazilian local and basic germplasm. **Plant Breeding**, Belém, p. 1-6, 2017
- Poland, J.A.; Balint-Kurti, P.J.; Wisser, R.J. et al. Shades of gray: the world of quantitative disease resistance. **Trends Plant Science**, Oxford, v.14, n.1, p. 21-29, 2009.
- PRESLEY, J.T.; PERDOMO, R.; AYATS, J.D. Sugarcane rust found in Dominican Republic. **Plant Disease Report**, Sacramento, v. 62, p.843, 1978.
- PURDY, L.H.; LIU, L.J.; DEAN, J.L. Sugarcane rust, a newly important disease. **Plant Disease**, Washington, v. 67, p. 1292-1296, 1983.
- ROTT, P.; SOOD, S.; COMSTOCK, J.C., et al. **Sugarcane Orange Rust**. UF/IFAS, SC099. 2017.
- SANGUINO, A.; CARDOSO, C.O.N. Influência da ferrugem na produtividade da cana-de-açúcar. **Boletim Técnico Copersucar**, Piracicaba. v. 47, p. 11-13, 1989.
- SANJEL, S.; HINCAPIE, M.; WANG, Y. et al. Occurrence of two races of *Puccinia kuehnii* causing orange rust of sugarcane in Florida. **Plant Pathology**, Oxford, v. 70, p. 1616-1625, 2021.
- SORDI, R.A.; MASUDA, Y.; AGUILERA, M.M. et al. A ferrugem da cana-de-açúcar no Brasil. **Brasil Açucareiro**, Rio de Janeiro, v. 104, n. (4/5), p. 6-13: 18-23, 1988.
- URASHIMA, A.S.; MISTURA, T.F.; PORTO, L.N.R. et al. Genetic diversity of *Puccinia kuehnii*, the causal agent of orange rust of sugarcane, from Brazil. **Journal of Phytopathology**, Oxford, v. 168, p. 581-590, 2020.

# Valorização Energética do Bagaço de Cana-de-Açúcar por Digestão Anaeróbia e Comparação de Rotas Alternativas

\*ALYSSON CAMARGO DE OLIVEIRA, ANA ELISA BELOTTO MORGUETTE, RUBENS JUNIO PEREIRA ALVES, GIOVANNI FIORI TINI, GABRIELA DE FRANÇA LOPES, ISABELA BRUNA DE TAVARES MACHADO BOLONHESI

\* GEO BIO GAS & CARBON, LONDRINA – PR.

## Resumo

Entre os diferentes tipos de biomassas e resíduos agrícolas utilizados como substratos na produção de biocombustíveis, o bagaço de cana-de-açúcar (BC) é o material lignocelulósico mais abundante em países tropicais. Neste estudo, analisou-se a produção de metano a partir da digestão anaeróbia do bagaço e comparou-se com o potencial energético e econômico de outras duas alternativas de utilização do resíduo, a cogeração e a produção de etanol de segunda geração. Para realizar esta avaliação, foram realizadas análises físico-químicas e de potencial metanogênico de mais de 100 amostras de bagaço, com o objetivo de caracterizar o material e estimar seu potencial de valorização dentre as alternativas listadas.

Em seguida, foram realizadas avaliações relativas ao rendimento energético de cada alternativa e aos retornos econômicos, considerando preços com e sem prêmios de decarbonização. A produção teórica do bagaço foi estimada em  $281,35 \pm 39 \text{ m}^3 \text{CH}_4 \text{ tonSV}^{-1}$  enquanto os ensaios de potencial metanogênico apresentaram produção média de  $216,09 \pm 25 \text{ Nm}^3 \text{CH}_4 \text{ tonSV}^{-1}$ . Em relação aos rendimentos energéticos, foram obtidos 3,69 MJ/kg, 3,34 MJ/kg e 1,62 MJ/kg para as alternativas de biometano, etanol 2G e cogeração, respectivamente. Economicamente, a alternativa que se apresentou mais vantajosa foi o biometano, seguida do etanol 2G e da cogeração.

*Palavra-chave: biometano; etanol 2G; cogeração; rendimento energético; avaliação econômica.*

## Summary

Among the different types of biomass and agricultural residues used as substrates in the production of biofuels, sugarcane bagasse (SB) is the most abundant lignocellulosic material in tropical countries. In this study, the production of methane from the anaerobic digestion of bagasse was analyzed and compared with the energy and economic potential of two other alternatives for using the residue, cogeneration and second-generation ethanol production. To carry out this evaluation, physical-chemical analyzes and methanogenic potential were carried out on more than 100 samples of bagasse, with the aim of characterizing the material and estimating its potential for recovery among the listed alternatives. Subsequently, evaluations were performed regarding the energy yield of each alternative and

economic returns, considering prices with and without decarbonization premiums. The theoretical bagasse production was estimated at  $281.35 \pm 39 \text{ m}^3 \text{CH}_4 \text{ tonSV}^{-1}$ , while the methanogenic potential tests showed an average production of  $216.09 \pm 25 \text{ Nm}^3 \text{CH}_4 \text{ tonSV}^{-1}$ . In terms of energy yields, values of 3.69 MJ/kg, 3.34 MJ/kg, and 1.62 MJ/kg were obtained for the biomethane, second-generation ethanol, and co-generation alternatives, respectively. Economically, the most advantageous alternative was biomethane, followed by 2G ethanol and co-generation.

*Keywords: biomethane; 2G ethanol; co-generation; energy yield; economic evaluation.*

## Introdução

Os biocombustíveis forneceram 11% da oferta total de energia primária global em 2020, alcançando 153 bilhões de litros produzidos em um único ano (Keasling et al., 2021). Com o potencial de enriquecer a matriz energética mundial, reduzir a dependência de combustíveis fósseis e diminuir as emissões de poluentes, espera-se que o crescimento da produção de biocombustíveis atinja o pico mundial até 2024, liderado por países como China, Brasil e Estados Unidos (Sharma et al., 2020; Abd El-Malek et al., 2022).

Entre os diferentes tipos de biomassas e resíduos agrícolas utilizados como substratos na produção de biocombustíveis, o bagaço de cana-de-açúcar (BC) é o material lignocelulósico mais abundante em países tropicais. No Brasil, a estimativa para a safra de cana-de-açúcar de 2022/2023 é de alcançar 637 milhões de toneladas produzidas, considerando-se que uma tonelada de cana-de-açúcar representa, em média, a geração de aproximadamente 250 kg de bagaço (Companhia Nacional de Abastecimento CONAB, 2023).

Estima-se que cerca de 60% do bagaço seja utilizado em caldeiras de usinas de açúcar e destilarias associadas (Sharma et al. 2018; Agarwal et al., 2022), e embora a queima do bagaço em caldeiras seja uma opção, pode causar incrustação ou corrosão das superfícies de transferência de calor, além de impactos na saúde humana e no meio ambiente (Agarwal et al., 2022). A conversão do bagaço em biogás por meio do processo de digestão anaeróbia pode minimizar os principais problemas associados à sua queima. Em comparação com processos termoquímicos e outros biológicos, a digestão anaeróbia pode ser mais eficiente

em termos de geração de energia a partir da biomassa devido à alta relação saída/entrada de energia de aproximadamente 28/1 (Zheng et al., 2014).

Nesse sentido, o objetivo principal deste estudo foi analisar a relação entre produção de metano a partir de dados teóricos e experimentais da digestão anaeróbia do bagaço e comparar com o potencial energético e econômico de outras duas alternativas de utilização do resíduo, a cogeração e a produção de etanol de segunda geração.

## Material e métodos

### Análise físico-química do bagaço de cana-de-açúcar

As amostras de bagaço de cana-de-açúcar foram coletadas em diversas usinas da região sudeste e sul do Brasil, compondo 175 amostras. Os resíduos foram homogeneizados e armazenados refrigerados (1,7 – 3°C). Nenhum pré-tratamento foi utilizado para esse ensaio.

O material foi analisado em relação a sua composição por meio de parâmetros como série de sólidos (método 2540 B, C, D, E, *Standards Methods for the Examination of Water and Wastewater*, APHA, 2012); lipídeos totais (método 5520 D, APHA, 2012) utilizando um extrator do tipo Goldfish; e teor de proteínas totais, determinado por meio do nitrogênio total (método Kjeldahl, conforme Thiex et al. 2002), cujo valor foi ajustado pelo fator de correção de 6,52 (assumindo-se que 16% da massa de proteínas é constituída por nitrogênio). Os teores de celulose e lignina seguiram a metodologia de determinação de fibra detergente, conforme a ISO 13906 (2008).

A partir da caracterização do BC, a produtividade teórica de biogás e biometano foi estimada por meio da Equação 1 (Thomson, 2014).

$$\text{Metano} \frac{l_N}{\text{kg SV}} = (347 \cdot X_{C+H+R} - 438 \cdot X_L + 63 \cdot D_A) \quad \text{Equação (1)}$$

Sendo:  $X_L$  = lignina total (em  $\frac{g}{g_{MO}}$ );  $X_{C+H+R}$  = total de celulose, hemicelulose e resíduo ( $1 - X_L$ , em  $\frac{g}{g_{MO}}$ );  $D_A$  = variável de redução da equação, com valor 1 para material fibroso.

### Avaliação do potencial da produção de metano em escala de bancada

O potencial bioquímico de metano (BMP) seguiu a metodologia VDI 4630 (2006) e foi avaliado por meio de 21 testes realizados a partir das amostras mencionadas no item 2.1. O inóculo (50 gSV L<sup>-1</sup>) foi obtido a partir de um reator anaeróbio CSTR alimentado com torta de filtro e vinhaça, que após peneirado, foi desgaseificado por sete dias. Posteriormente, aproximadamente 200 g de inóculo foram adicionados em frascos de 600 mL com a adição das amostras de bagaço na proporção de 4:1 de inóculo para amostra, em função da concentração de sólidos voláteis (SV).

Alguns frascos foram alimentados com celulose microcristalina, padrão utilizado como amostra-referência com potencial de biogás conhecido, juntamente com frascos não alimenta-

dos, compondo uma amostra de referência (branco). Os frascos foram então incubados em agitador-incubador orbital, com temperatura de 40 °C e agitação de 150 rpm. Foram realizadas leituras diárias de pressão por meio de um transmissor de pressão, seguidas de purga do excesso de gás produzido até atingir a pressão atmosférica. Em intervalos regulares, o gás purgado foi coletado em sacos TEDLAR e analisado quanto ao conteúdo de metano por meio de cromatografia gasosa (Agilent 6890A GC, coluna HP-PLOT Q e detector de condutividade térmica).

Os testes foram realizados em triplicata e finalizados quando a taxa de produção diária total de biogás foi inferior a 1,0% por três dias consecutivos.

### Avaliação energética e econômica

Considerando que o biogás pode ser purificado para biometano, foi possível comparar seu conteúdo energético com o de alternativas de utilização do bagaço: cogeração de energia elétrica e etanol de segunda geração. Foi estabelecida uma base de cálculo de 80 toneladas de bagaço para realizar a análise comparativa. O conteúdo energético do biometano foi calculado com base no teor mínimo de metano estabelecido pela ANP (2022), seu PCI, com base em Reynolds (2018) e sua densidade. Para avaliar o potencial de produção de biometano a partir de bagaço, foi utilizada a equação (2).

$$\text{Biometano}_{\text{bagaço}} = \frac{P_{\text{bagaço}} \cdot m_{\text{bagaço}} \cdot [CH_4]}{96,5\%} \quad \text{Equação (2)}$$

Em que  $P_{\text{bagaço}}$  é o potencial específico de geração de biogás a partir do BC (m<sup>3</sup>/kg),  $m_{\text{bagaço}}$  é a massa de bagaço adotada como base de cálculo, em kg, e  $[CH_4]$  é a concentração volumétrica do metano. O potencial de produção de energia elétrica foi considerado 0,450 MWh/tonelada de bagaço (Arshad et al., 2022; Khatri, 2022) e de etanol de segunda geração de 149,3 L/tonelada de bagaço (Walter, 2010). Foram utilizadas as equações (3), (4) e (5) para avaliar os rendimentos energéticos em termos de energia obtida por massa de BC consumido (MJ/kg de bagaço).

$$\eta_{\text{cogeração}} = \frac{E_{\text{bagaço}}}{m_{\text{bagaço}}} \quad \text{Equação (3)}$$

$$\eta_{DA} = \frac{\text{Biometano}_{\text{bagaço}} \cdot PCI_{CH_4}}{m_{\text{bagaço}}} \quad \text{Equação (4)}$$

$$\eta_{E2G} = E2G_{\text{bagaço}} \cdot PCI_{\text{etanol}} \quad \text{Equação (5)}$$

Em que  $E_{\text{bagaço}}$  e  $E2G_{\text{bagaço}}$  são as energias obtidas com a cogeração e a produção de etanol 2G utilizando o bagaço (MJ) e  $\eta_{\text{cogeração}}$ ,  $\eta_{DA}$ , e  $\eta_{E2G}$  são os rendimentos energéticos específicos da cogeração, da digestão anaeróbia e do etanol de segunda geração, respectivamente.

Para avaliação dos processos a partir do bagaço numa perspectiva econômica, primeiramente foram levantados custos e receitas de

cada um deles a partir de informações de fornecedores e de referências (Tabela 1). Como preço base do biometano foi utilizado o preço do gás natural, e em relação ao etanol de segunda geração, considerou-se o preço do etanol anidro, ambos os valores para as distribuidoras. Para a eletricidade, considerou-se como receita base o preço médio da eletricidade do indicador PLDx de acordo com a Câmara de Comercialização de Energia Elétrica (CCEE) para o ano de 2022.

Calculou-se, assim, o custo unitário de produção e suas respectivas receitas em base de unidade de energia gerada, bem como de massa de bagaço alimentado no processo, utilizando-se os rendimentos energéticos obtidos da etapa anterior deste trabalho. Com isso, foi possível calcular também o lucro esperado para uma das rotas de utilização do BC, subtraindo-se seus respectivos custos das receitas em cada cenário.

Levantou-se também um cenário considerando o prêmio por mitigação de emissão de CO<sub>2</sub> em cada alternativa para a avaliação econômica. Nos casos de produção dos biocombustíveis, este prêmio foi calculado a partir da média de suas Notas de Eficiência Energético-Ambiental (NEEA) com base na metodologia do programa RenovaBio.

No caso da eletricidade, este prêmio foi calculado pela diferença entre o preço pago pela eletricidade em leilão de energia a partir da biomassa e a receita base da eletricidade.

Os custos do biometano e do etanol de segunda geração foram calculados a partir de um valor médio entre as faixas de valores informadas pelas referências e foram corrigidos utilizando-se o IPCA, Índice Nacional de Preços ao Consumidor Amplo (BCB, 2023a).

## Resultados e Discussão

### Caracterização e análise do potencial teórico e em escala de bancada de produção de biogás e metano do bagaço de cana-de-açúcar

Ao todo, foram caracterizadas 174 amostras de BC. Os resultados apresentados na Tabela 2 acompanham variações representadas pelo desvio padrão.

A fração orgânica representada pelos sólidos voláteis, proteína, lipídeos, celulose e lignina representou, em média, 47,61% da composição de matéria orgânica do bagaço, em concordância com a faixa de valores entre 45 e 49% reportada por outros estudos (Bolado-Rodrigues et al. 2016; Sharma et al., 2018; Mohammadi et al., 2020). Ademais, nota-se que o resíduo apresenta elevada relação carbono/nitrogênio (50), o que é essencial para equilibrar a digestão anaeróbia entre a síntese celular dos microrganismos e a conversão metabólica (Zhang et al., 2014).

A estrutura complexa do bagaço apresenta composição recalcitrante, o que pode ser um desafio para a digestão anaeróbia (Agarwall et al., 2022). Neste estudo, as amostras apresenta-

Tabela 1. Parâmetros considerados na avaliação econômica		
Parâmetro	Valor	Referência
Data de referência para atualização de custos	Dezembro/2022	
Cotação dólar	R\$ 5,217	BCB (2023b)
Tempo de produção anual	335 dias	
Preço do gás natural	0,526 US\$/m <sup>3</sup>	MME (2022)*
Preço energia elétrica	178,44 R\$/MWh	CCEE (2023)
Preço energia elétrica com prêmio	211,65 R\$/MWh	EPE (2022)
Preço do etanol anidro	0,584 U\$/L	CEPEA-ESALQ (2022)*
NEEA média Biometano	76,5 gCO <sub>2</sub> eq/MJ	ANP (2023)
NEEA média Etanol 1G2G	62,77 gCO <sub>2</sub> eq/MJ	ANP (2023)
Preço CBIO	136,78 R\$	DATAAGRO (2023)
Custo do biometano	32 R\$/GJ <sub>PCS</sub>	LEME; SEABRA (2017)
Custa da cogeração de bagaço	0,019 U\$/kWh	AMECUA-ALIERI (2019)
Custo do etanol de segunda geração	0,36 U\$/L	CARPIO; SOUZA (2017)
* Valor obtido por meio da média dos preços de julho a dezembro de 2022.		

Tabela 2. Caracterização físico-química do BC	
Parâmetro	Concentração média (%)
Matéria Seca	51,33 ± 7,12
Matéria orgânica	47,61 ± 6,41
Proteína	0,82 ± 0,25
Lipídeos	0,32 ± 0,33
Celulose	24,06 ± 5,12
Lignina	7,86 ± 2,95
Outros*	14,63 ± 4,76
* Outros materiais orgânicos como açúcares e hemicelulose.	

ram composição lignocelulósica de aproximadamente 33,6%, e, embora seja um teor elevado, a literatura reportou rendimentos de metano entre 143, 163 e 216 Nm<sup>3</sup>CH<sub>4</sub> tonSV<sup>-1</sup> para o bagaço de cana-de-açúcar com concentrações de lignina e celulose acima de 38% (Rabelo et al., 2011), 41% (Lima et al., 2018) e 40% (Bolado-Rodrigues et al. 2016), respectivamente.

A partir da caracterização do BC, estimou-se a produção teórica de metano segundo a equação de Thomsen (2014), obtendo rendimento médio de 281,35±39 Nm<sup>3</sup>CH<sub>4</sub> tonSV<sup>-1</sup>.

O potencial de produção de metano nos ensaios BMP foi avaliado a partir da produção normalizada de CH<sub>4</sub>. A (Figura 1) representa a produção acumulada de metano dos 21 ensaios realizados .

O rendimento médio do bagaço foi de 216,09±25 Nm<sup>3</sup>CH<sub>4</sub> tonSV<sup>-1</sup>. Atingindo 76% de rendimento quando comparado com o potencial teórico de metano (281,35 Nm<sup>3</sup>CH<sub>4</sub> tonSV<sup>-1</sup>).

**Avaliação energética e econômica**

Na avaliação do potencial energético da utilização do bagaço de cana-de-açúcar, para a base de cálculo utilizada, foram obtidos 8.528,95 Nm<sup>3</sup> de biometano, com base na produtividade de metano experimental, equivalente a 295.266,89 MJ em energia. A utilização do bagaço para a geração de energia elétrica rendeu um total de 129.600,00 MJ (36 MWh) para a base de cálculo adotada e, para produção de etanol de segunda geração, obteve-se 11.944 L, equivalente a 267.000,62 MJ.

A Figura 2 mostra que a cogeração foi a alternativa que resultou em um menor rendimento energético específico para o BC, de 1,62 MJ/kg. Em segundo lugar, aparece a produção de etanol de segunda geração, rendendo 3,34 MJ/kg de bagaço em termos energéticos, sendo mais que duas vezes melhor que a cogeração e ligeiramente abaixo do rendimento energético do biometano, de 3,69 MJ/kg.

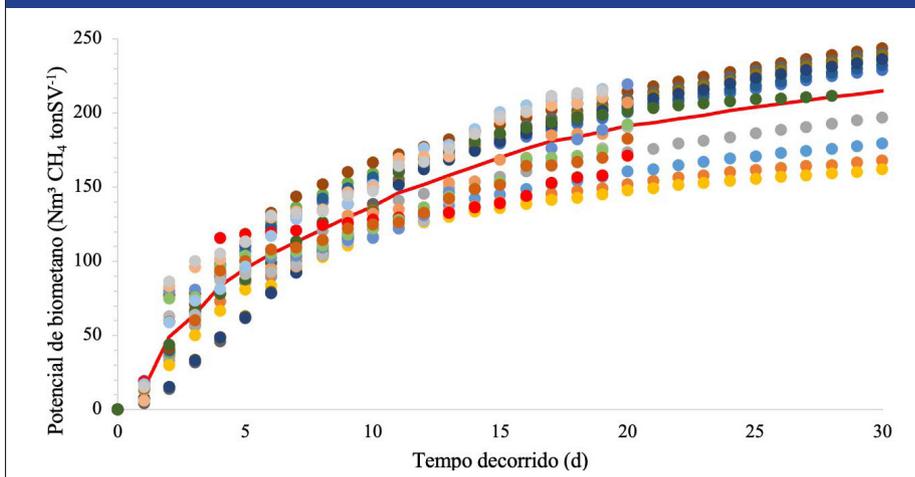
A Figura 2 apresenta os rendimentos energéticos específicos (a) e os custos por unidade de energia gerada (b) para cada rota avaliada.

Analisando-se os custos obtidos por unidade de energia gerada em cada alternativa de utilização do BC, pode-se perceber que a cogeração é a opção com menor custo, cerca de 0,03 R\$/MJ, seguida da produção de biometano, com custo de 0,05 R\$/MJ e, por fim do etanol de segunda geração, com custo de 0,11 R\$/MJ. Isso significa que, em termos do custo de energia gerada, a cogeração e o biometano ficam bastante próximos, com pequena vantagem da cogeração, isto é, apesar do rendimento energético do biometano ser mais do que o dobro do rendimento energético da cogeração, como os custos da cogeração são evidentemente menores do que os custos da produção de biometano, a cogeração fica muito competitiva. Já no caso do etanol, ainda que seu rendimento energético seja acima da cogeração e quase equiparado ao do biometano, seu custo muito elevado, faz com que o custo por unidade de energia gerada seja o maior entre as opções avaliadas.

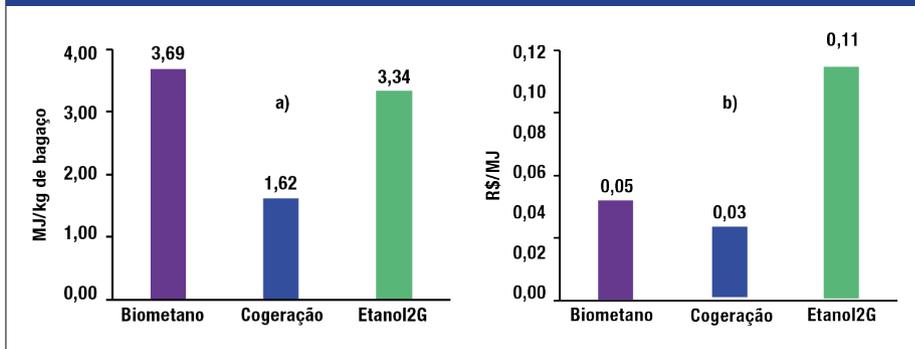
Os resultados da avaliação econômica por rota avaliada com base em massa de bagaço alimentada estão apresentados na Tabela 3.

A produção de biometano foi a que gerou maior lucro entre as alternativas de utilização do BC, com um valor de R\$ 0,11 por

**Figura 1. Produção acumulada de metano a partir dos ensaios BMP.**



**Figura 2. Rendimentos energéticos específicos e custos por unidade de energia gerada para cada rota avaliada.**



**Tabela 3. Resultados da avaliação econômica por rota avaliada com base em massa de bagaço alimentada (R\$/kg bagaço).**

Resultados (R\$/ kg bagaço)	Rotas		
	Biometano	Cogeração	Etanol 2G
<b>Custo</b>	0,18	0,05	0,37
<b>Receita Base</b>	0,29	0,08	0,45
<b>Lucro</b>	0,11	0,03	0,08
<b>Prêmio</b>	0,04	0,01	0,03
<b>Lucro com prêmio</b>	0,15	0,04	0,11

quilograma de bagaço considerando a receita base e de R\$ 0,15 por quilograma de bagaço considerando a receita com prêmio por mitigação de CO<sub>2</sub>.

Quanto à cogeração, pode-se perceber que é a opção com menor custo por unidade de massa do bagaço (R\$ 0,05 por quilograma), porém, também com menor receita base (R\$ 0,08 por quilograma).

Com isso, o lucro da cogeração do bagaço também é o menor encontrado, com valor de aproximadamente R\$ 0,03 por quilograma de bagaço considerando a receita base e de R\$ 0,04 por quilograma de bagaço considerando a receita com prêmio por mitigação de CO<sub>2</sub>.

Nota-se que o etanol de segunda geração possui a maior receita base entre as alternativas (R\$ 0,45 por quilograma de bagaço), mas também o maior custo (R\$ 0,37 por quilograma, isto é, cerca de 82% da receita base). Assim, o lucro da geração de etanol, que é de cerca de R\$ 0,08 por quilograma de bagaço (receita base) e de R\$ 0,11 por quilograma de bagaço (receita com prêmio), se encontra acima do lucro da cogeração, mas ainda abaixo do lucro do biometano.

Os prêmios obtidos com a avaliação da mitigação de CO<sub>2</sub> foram próximos para as alternativas de produção do biometano (0,039 R\$/kg bagaço) e do etanol de segunda geração (0,029 R\$/kg bagaço), com pequena vantagem do biometano, que gera cerca de 88% de redução de emissões, sendo 72% no caso do etanol 2G. Para a energia elétrica, o valor obtido de mitigação de carbono foi abaixo das demais alternativas (0,015 R\$/kg bagaço). Os prêmios de mitigação de CO<sub>2</sub> contribuíram para elevação do lucro em 33% para o biometano, 35% para o etanol de segunda geração e 59% para a cogeração de energia, demonstrando serem importantes fatores para viabilidade econômica de todas as alternativas de utilização de bagaço.

## Conclusão

A produção teórica de metano foi estimada em 281,35±39 Nm<sup>3</sup>CH<sub>4</sub> tonSV<sup>-1</sup>, enquanto os ensaios BMP apresentaram rendimento médio de 216,09±25 Nm<sup>3</sup>CH<sub>4</sub> tonSV<sup>-1</sup>, demonstrando que, apesar da natureza complexa do material, a biodigestão anaeróbia é viável. Em relação às alternativas de utilização do bagaço, compreende-se que o biometano e o etanol 2G são semelhantes em relação ao atributo ambiental, considerados combustíveis avançados, originados a partir de resíduos e sem discussão *food x fuel*. Nesse estudo, a cogeração resultou em um menor rendimento energético específico para o BC (1,62 MJ/kg), seguida pela produção de etanol de segunda geração, (3,34 MJ/kg) e do biometano (3,69 MJ/kg). Do ponto de vista econômico, levando em conta ou não os prêmios de mitigação de CO<sub>2</sub>, dentro dos limites e considerações estabelecidas no trabalho, observou-se maior lucro por unidade de massa de bagaço quando este é utilizado na produção de biometano, indicando seu grande potencial como destinação do resíduo.

## Referências Bibliográficas

ABD EL-MALEK, F., ROFEAL, M., ZABED, H.M., NIZAMI, A.S., REHAN, M., QI, X. Microorganism-mediated algal biomass processing for clean products manufacturing: Current status, challenges and future outlook. *Fuel*, Guildford, v. 311, 122612, 2022.

AGARWAL, N.K., KUMAR, M., GHOSH, P., KUMAR, S., SINGH, L., VIJAY, L.K., KUMAR, V. Anaerobic digestion of sugarcane bagasse for biogas production and digestate valorization. *Chemosphere*, Oxford, v. 295, 133893, 2022.

AMEZCUA-ALLIERI, M. A. et al. Techno-economic analysis and life cycle assessment for energy generation from sugarcane bagasse: Case study for a sugar mill in Mexico. *Food and Bioproducts Processing*, London, v. 118, p. 281–292. 2019.

AMERICAN PUBLIC HEALTH ASSOCIATION – APHA. *Standard Methods for the examination of water and wastewater*. Washington, 874p., 2012.

ANP. Painel Dinâmico RenovaBio: Nota Eficiência Energética. Agência Nacional do Petróleo, Gás Natural e Biocombustíveis (ANP). 2023. Disponível em <https://app.powerbi.com/view?r=eyJrIjoizlZyZ5OWItZWMyOC00ZDMzLW15MzctM2U1NGNjNzYxNTAwIiwidCI6IjY0OTlmNGZmLTl0YTtYNGI0Mi1iN2VmLTEyNGFmY2FkYzcxMyJ9. Acesso em em 22.08.2023.

ARSHAD, MUHAMMAD; AHMED, SIBTAIN. Cogeneration through bagasse: a renewab

le strategy to meet the future energy needs. *Renewable And Sustainable Energy Reviews*, Oxford, v. 54, p. 732-737, 2016.

BCB. Correção de valores: Índice de preços. Banco Central do Brasil. 2023a. Disponível em <https://www3.bcb.gov.br/CALCIDADAO/publico/corrigirPorIndice.do?method=corrigirPorIndice>. Acesso em 06.07.2023.

BCB. Currency Conversion. Banco Central do Brasil. 2023b. Disponível em <https://www.bcb.gov.br/en/currencyconversion>. Acesso em 07.07.2023.

BOLADO-RODRÍGUEZ, S., TOQUERO, C., MARTÍN-JUÁREZ, J., TRAVAINI, R., GARCÍA-ENCINA, P. A., Effect of thermal, acid, alkaline and alkaline-peroxide pretreatments on the biochemical methane potential and kinetics of the anaerobic digestion of wheat straw and sugarcane bagasse. *Bioresource Technology*, Oxford, v. 201, p.182–190, 2016.

CARPIO, L. G. T.; SOUZA, F. S. Optimal allocation of sugarcane bagasse for producing bioelectricity and second generation ethanol in Brazil: Scenarios of cost reductions. *Renewable Energy*, Oxford, v. 111, p. 771-780. 2017.

CCEE. Painel de preços: Valores anuais PLDx. Câmara de comercialização de energia elétrica. 2023. Disponível em https://www.ccee.org.br/web/guest/precos/painel-precos. Acesso em 31.07.2023.

CEPEA-Esalq. *Indicador mensal do etanol anidro combustível*. São Paulo. Centro de Estudos Avançados em Economia Aplicada (CEPEA), Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz (ESALQ). Universidade de São Paulo (USP), 2022.

CONAB. *Produção de cana-de-açúcar deve crescer 4,4% na safra 2023/24*, estimada em 637,1 milhões de toneladas. Disponível em https://www.conab.gov.br/ultimas-noticias/4982.

DATAGRO. *RenovaBio - Preço médio CBIO*, data 27/07/2023. DATAGRO. 2023. Disponível em https://cbio.datagro.com/cbio/. Acesso em 01.08.2023.

EPE. *Leilão de energia nova A-5 de 2022 - Informações sobre a Habilitação Técnica e sobre os Projetos Vencedores*. Empresa de Pesquisa Energética. 2022. Disponível em https://www.epe.gov.br/sites-pt/publicacoes-dados-abertos/publicacoes/PublicacoesArquivos/publicacao-665/Informe%20Vencedores%20LEN%20A5\_2022.pdf. Acesso em 20.07.2023.

INTERNATIONAL ORGANIZATION STANDARDIZATION – ISO 3906:2008, TS, Animal feeding stuffs, 17 p., 2008.

KEASLING, J., GARCIA MARTIN, H., LEE, T.S., MUKHOPADHYAY, A., SINGER, S.W., SUNDBSTROM, E., Microbial production of advanced biofuels. *Nature Reviews Microbiology*, v. 19, p. 701–715, 2021.

KHATRI, POONAM; PANDIT, ANIRUDDHA B. Systematic review of life cycle assessments applied to sugarcane bagasse utilization alternatives. *Biomass & Bioenergy*, London, v. 158, p. 106365, mar. 2022.

LEME, R. M.; SEABRA, J. E. A. Technical-economic assessment of different biogas upgrading routes from vinasse anaerobic digestion in the Brazilian bioethanol industry. *Energy*, London, v. 119, p. 754-766, Jan. 2017.

LIMA, D.R.S., ADARME, O.F.H., BAÊTA, B.E.L., GURGEL, L.V.A., AQUINO, S.F., Influence of different thermal pretreatments and inoculum selection on the biomethanation of sugarcane bagasse by solid-state anaerobic digestion: A kinetic analysis. *Industrial Crops and Products*, Amsterdam, v.111, p. 684-693, 2018.

MME. Boletim mensal de acompanhamento da indústria de gás natural. Ministério de Minas e Energia. Nº 185 (julho) a 190 (dezembro). 2022.

MOHAMMADI, F., ROEDL, A., ABDOLI, M.A., AMIDPOUR, M., VAHIDI, H., Life cycle assessment (LCA) of the energetic use of bagasse in Iranian sugar industry. *Renewable Energy*, v.145, p.1870-1882, 2020.

RABELO, S.C., CARRERE, H., MACIEL FILHO, R., COSTA, A.C., Production of bioethanol, methane and heat from sugarcane bagasse in a biorefinery concept. *Bioresource Technology*, Oxford, v. 102, 7887–7895, 2011.

REYNOLDS, WILLIAM C.; COLONNA, PIERO. *Thermodynamics: fundamentals and engineering applications*. Cambridge University Press, 2018, 401 p.

SHARMA, I.P., KANTA, C., GUSAIN, Y.S. Crop residues utilization: wheat, paddy, cotton, sugarcane and groundnut. *Int. J. Bot. Stud.* v. 3, n. 11-15, 2018.

THIEX, N., MANSON, N.T.H., ANDERSON, S., PERSSON, J-K, Determination of crude protein in animal feed, forage, grain, and oilseeds by using block digestion with a cooper catalyst and steam distillation into boric acid: collaborative study. *Journal of AOAC International*, Washington, vol. 85, n. 2, 2002.

VDI. VDI 4630. Fermentation of organic materials: Chacacterization of the substrate, sampling, collection of material data, fermentation tests. Normas Técnicas da Associação Alemã de Engenheiros. Düsseldorf, 2016.

WALTER, A. ENSINAS, A.V., Combined production of second-generation biofuels and electricity from sugarcane residues. *Energy*, v. 35, n. 2, p. 874-879, 2010.

ZHENG, Y., ZHAO, J., XU, F., LI, Y. Pretreatment of lignocellulosic biomass for enhanced biogas production. *Progress in Energy and Combustion Science*, Oxford, v. 42, p. 35-53, 2014.



## 75 anos COPLACANA: uma noite de comemoração com as principais referências do agronegócio

*Natália Marim*

Evento contou com a presença da Diretoria da COPLACANA, conselheiros, cooperados e autoridades como Guilherme Piai, Secretário de Agricultura e Abastecimento do Estado de SP

No dia 10 de outubro, a COPLACANA celebrou as realizações de três quartos de século de história, marcada por conquistas e crescimento contínuo, ao lado de autoridades que são referência no agronegócio do Brasil e do mundo. A solenidade, realizada no Auditório da matriz da cooperativa, em Piracicaba/SP, reuniu um público de 400 pessoas, composto por autoridades, diretores, conselheiros, cooperados homenageados e convidados especiais.

O evento foi marcado por uma atmosfera festiva e emocionante, onde o passado glorioso e o futuro promissor da COPLACANA se encontraram em uma única noite e foram celebrados. Reconhecimentos destacando a importância e o impacto da cooperativa ao longo das décadas não faltaram.

Em um mundo em constante evolução, a COPLACANA demonstrou que a união e o trabalho conjunto são a chave para o sucesso no agronegócio. Com 75 anos de história, a cooperativa se mantém firme em seu propósito de conectar sonhos e transformar vidas, apoiando e promovendo o desenvolvimento da agricultura.

Um dos destaques da noite foi a entrega de homenagens da Câmara de Vereadores de Piracicaba/SP, entidades da cidade e empresas parceiras, que ressaltaram a contribuição da COPLACANA para o desenvolvimento da agricultura local e nacional. As condecorações enfatizaram o comprometimento e a excelência que têm sido marcas registradas da cooperativa desde a sua fundação.

No início da cerimônia, uma das colaboradoras mais antigas, Vera Lucia, de Nova Odessa/SP, que completou 34 anos de trabalho na COPLACANA, entregou um pin de ouro aos líderes que construíram este legado: Arnaldo Antonio Bortoletto, Presidente, José Coral, Vice-presidente, Marcos Farhat, Diretor Administrativo, Claudio Rossi,

Diretor Administrativo Financeiro, Fabio Veloso, Diretor de Operações, e Roberto Rossi, Diretor de Negócios. Este ato simbólico representou o futuro da cooperativa, que continuará a brilhar como um farol de inspiração.

“É uma satisfação muito grande para nós, que vivemos o cooperativismo, celebrarmos esses 75 anos. Nosso trabalho se resume na união de forças para o bem comum, esta é nossa filosofia de vida. Estou muito feliz em ter recebido tantos convidados e entidades, que homenagearam não só a COPLACANA, como todos os cooperados”, ressaltou o Presidente, Arnaldo Bortoletto.

A história de vida do Vice-presidente, José Coral, se confunde com a própria trajetória da cooperativa. “Quando a cooperativa nasceu, eu tinha 10 anos de idade e já acompanhava a COPLACANA com meus pais. Hoje, incentivamos os jovens a participar, para que a sucessão familiar continue. A cooperativa está organizada para continuar crescendo.”

Em um momento emocionante, o Diretor Administrativo, Marcos Farhat, pediu um minuto de aplausos para os 57 produtores que se reuniram para fundar a antiga Cooperativa Central dos Plantadores de Cana do Estado de São Paulo, a segunda do Brasil, hoje COPLACANA. “Esses 75 anos nos fazem refletir sobre uma trajetória de crescimento e avanços tecnológicos. Hoje, temos mais de 40 Unidades Estratégicas de Negócio em cinco estados.”

Tarcísio de Freitas, Governador de São Paulo, enviou um vídeo parabenizando a COPLACANA pelo aniversário. “Parabéns pela grandeza, quantidade de cooperados, presença no Estado e pela capilaridade neste setor tão importante. Que Deus abençoe a trajetória e que seja cheia de vitórias.”

Roberto Rodrigues, Professor Emérito da Fundação Getúlio Vargas, destacou a importância das cooperativas como pilar fundamental para o crescimento sustentável do setor agrícola e elogiou o trabalho da COPLACANA em prol do desenvolvimento rural. “Eu me sinto lisonjeado em participar de um evento como esse de uma instituição tão séria. Completar 75 anos de trabalho bem prestado, cumprindo a doutrina de servir o cooperado, não é algo convencional. As razões pelas quais a COPLACANA se mantém viva por tanto tempo são direção organizada e cooperados leais e fiéis.”

Entre os momentos mais aguardados da celebração estava a participação do novo Secretário Estadual de Agricultura e Abastecimento, Guilherme Piai, que fez questão de marcar presença no evento. Em seu discurso, o secretário reforçou o compromisso com o cooperativismo paulista e a importância da transição energética por meio da cana-de-açúcar. “A COPLACANA é uma cooperativa consolidada. É a menina dos olhos de ouro do Brasil. O setor sucroenergético representa 35% da balança comercial do Estado de São Paulo”, evidenciou.

Presidente do Sistema Ocesp (Organização das Cooperativas do Estado de São Paulo), Edivaldo Del Grande, que também é cooperado, comentou que é uma honra, para ele, comemorar os 75 anos de luta e de prestação de serviço ao produtor rural. “É uma vida. Em um país onde a média de uma empresa não passa de cinco anos, é uma honra muito grande celebrar esses 75 anos e representar esse movimento cooperativista do Estado”, salientou.

O Prefeito de Piracicaba/SP, Luciano Almeida, destacou a solenidade como um momento histórico para a cidade e para o país. “A trajetória de sucesso de 75 anos da COPLACANA, com certeza, confere um valor agregado ainda maior ao nosso município, reconhecido como um dos grandes centros mundiais do segmento do agronegócio. Uma cooperativa pioneira, que nasceu com propósito de oferecer completa assistência aos plantadores de cana-de-açúcar e desde então vem obtendo posição de destaque no cenário nacional, com mais de 30 filiais espalhadas pelo Brasil”, disse.

Além das homenagens e pronunciamento das autoridades, a solenidade contou com lançamentos especiais. Os participantes prestigiaram a estreia do vídeo institucional, o lançamento de um documentário inspirador e a apresentação do emocionante livro “COPLACANA – Há 75 Anos Semeando e Transformando Gerações no Agro”, bem como a leitura de seu prefácio.

O vídeo institucional é fruto de um trabalho cuidadoso e dedicado, que capta a essência e o propósito da nossa cooperativa. Nele, é possível mergulhar em uma jornada pelos valores, projetos e conquistas, permitindo conhecer mais profundamente o impacto positivo que a COPLACANA gera no agronegócio.

Já o livro nasceu da necessidade de partilhar experiências, aprendizados e sentimentos profundos, prometendo não apenas emocionar, como também inspirar, deixando marcas profundas em cada um que tiver a oportunidade de lê-lo. Nesta obra, o escritor mergulhou nas vivências dos cooperados para criar uma narrativa rica e envolvente.

O documentário desbravou histórias reais dos cooperados Attilio Amgarten (in memoriam), Gertrudes Amgarten, Camila Rodrigues, Christina Pacheco, Daniele Gastardelo, Francisco Manoel Borsato, José Antônio Nogueira Junior, José Valdir Granelli, Moacir Perez, Odair Novello, Paulo Roberto Artioli, Sebastião Ventura, Sergio Santin, Silvia Beltrame, Victor Sanches, Vilmar Rahal e Vladimir Ribeiro de Almeida,



repletas de superação e transformação. Através de imagens emocionantes e depoimentos tocantes, o vídeo transporta todos para uma jornada de descobrimento e reflexão.

O aniversário da COPLACANA não é apenas uma celebração de seu passado, mas também um lembrete de que seu futuro continua brilhante e repleto de promessas, graças ao comprometimento de seus cooperados, diretores, parceiros e colaboradores.

## 22º SBA: A Usina Digital trouxe para o dia a dia das usinas, o que está sendo aplicado de tecnologias de sucesso nos diversos setores da indústria.

Começando com Gilberto (Batatais / Cevasa) descrevendo a implantação do sistema de combate ao incêndio e as necessidades de atendimento ao Laudo de Vistoria do Corpo de Bombeiros LVCB. Em seguida Cristiano (Atvos) mostrou as ações tomadas para se alcançar 97% de extração. Cintia (BP Bunge) descreveu o plano de ações tomadas para buscar o aumento da eficiência industrial.

Michele (Raízen) apresentou toda a estrutura operacional que aponta os serviços para correção dos desvios, a fim de se alcançar o plano diretor industrial. Fechamos o primeiro dia com Marcus (SJC Bionergia) demonstrando a viabilidade da destilação a vácuo, quebrando paradigmas existentes no setor.

No segundo dia Rafael (São Manoel) apresentou a Fermentação Contínua 4.0 implantada com excelentes resultados. Júnior (Cofco) expôs toda Gestão envolvida nas rotinas industriais, mostrando as ferramentas gerenciais que utiliza. Everton (Tereos Guarani) mostrou a importância da automação na operação do cozimento, e sua repercussão na produção e qualidade do açúcar.

Henrique (Fermentec) demonstrou as ferramentas para se alavancar uma gestão aplicada, bem feita, propiciando assistência a operação industrial. Fechando o segundo dia, Alexandre (Pedra) apresentou todos os passos para um maior esgotamento da fábrica de açúcar com a Massa C.

Abrihantando o evento, os fornecedores tradicionais do setor demonstraram a importância das Inovações desenvolvidas para indústria, bem como os resultados alcançados.

Todo programa foi coordenado pela Rafaela (Tesoureira STAB) e Márcia (Conselheira STAB) permitindo um amplo debate com a plateia presente.

O 22º SBA bateu todos os recordes de presença buscando trazer os melhores gerentes / diretores, com assuntos ligados a prática diária da usina. O local aliado a gastronomia (porco, almoço e coffee) merecem ser citados, pela qualidade e pela network que propiciaram.

Que venha o 23º SBA de 23 e 24 de outubro de 2024.



MARCIA J. R. MUTTON



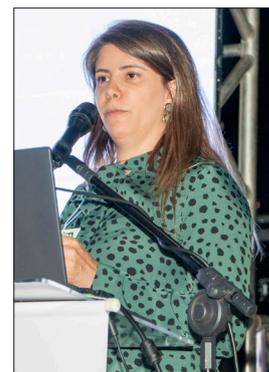
RAFFAELLA ROSSETTO



GILBERTO ANGELO FRANCO



CRISTIANO AZEREDO



CINTIA PÓVOA



MICHELE SHIBATA



MARCUS LAGES



RAFAEL CARNIETTO BASSETTO



JÚNIOR SANTOS



EVERTON CARPANEZI



HENRIQUE BERBERT AMORIM



ALEXANDRE MENEZES

■ Após 11 anos de inatividade o Prêmio Canasauro retoma atividades, premiando os destacados profissionais do setor sucroenergético. Oferecido pela UDOP -- União Nacional da Bioenergia e a Confraria do Agro, o prêmio foi entregue durante o Paineiro Magno do 16º Congresso Nacional da Bioenergia, valorizando os profissionais que se destacaram pelos seus mais de 30 anos de contribuições ao setor, em diversas áreas. A diretoria da Stab foi premiada com duas “canasauras”: a prof. Dra. Marcia R. Mut-ton e a pesquisadora Dra. Raffaella Rossetto. Na entrega do prêmio o Presidente da UDOP, Hugo C. Cagno salientou a relevância das contribuições de todos os profissionais premiados.

■ Cenário positivo para as exportações de açúcar brasileiras. O mês de dezembro de 2023 apresentou recorde mensal de quase 4 milhões de toneladas. Espera-se que as exportações estejam favorecidas também durante o ano de 2024.

■ A Neomille, empresa subsidiária da Cerradinho Bioenergia, vai produzir etanol de milho em sua nova usina em Maracaju, MS. A nova fábrica da Neomille tem capacidade de ofertar ao mercado 266 milhões de litros de etanol, 161 mil tons de DDGS, 10 mil tons de óleos e de comercializar 51 GWh de energia.

■ Cana perde espaço na matriz energética brasileira pelo segundo ano consecutivo. A cana foi responsável por 15,4% da energia gerada no país, ficando abaixo da meta para 2030. Apesar da queda de 1% em relação ao ano passado (16,4%), a cana ainda é a principal fonte renovável na matriz energética brasileira.

■ Diversas usinas bateram seus próprios recordes de moagem em 2023. Entre elas, Raizen com 83 milhões de toneladas de cana, 14% mais que o volume atingido no mesmo período da temporada anterior. De acordo com o site Novacana a produtividade da empresa cresceu em 25%, com 86 toneladas de cana por hectare, ante 69 t/ha na safra anterior. O grupo Tereos também apresentou resultados recordes processando 21,1 milhões de toneladas de cana-de-açúcar, um aumento de 22% em relação à safra anterior. A produtividade do estado de São Paulo esteve em 87,6 t/ha, segundo o CTC, e as regiões de Araçatuba, Piracicaba e São José do Rio Preto tiveram crescimentos de 37,3%, 25,2% e 25%, respectivamente, em relação à safra anterior.

■ A Sociedade de Bioenergia, a International Energy Agency e a Fapesp/Bioen organizam a 5ª. Edição do evento Bbest que ocorrerá no Hotel Renaissance em São Paulo capital, em 22 a 25 de outubro de 2024. Temas importantes relativos à bioenergia serão apresentados e debatidos. O evento Bbest tem o apoio institucional da Stab.

■ A Jacto, empresa multinacional de máquinas agrícolas, inaugurou em dezembro/2023, em Pompéia, SP, uma nova fábrica com produtos para pulverização, adubação, plantio e colheita de cana de açúcar. A fábrica é bastante moderna e integra conceitos de automação e de movimentação por veículos autômatos e a energia é gerada por 12.000 placas solares.

Além disso, a fábrica também se destaca pelos conceitos de sustentabilidade e responsabilidade social. Além do Brasil, a Jacto também possui fábricas na Argentina e Tailândia.

■ 2023 se encerra com preço da gasolina em baixa e também do etanol, o que vem se refletindo nos preços das bombas dos postos de abastecimento. O etanol fechou o ano 14% mais barato que 2022, segundo o IPTL - índice de preços endered ticket log.

■ A Cooperativa Pindorama de Coruripe AL, está finalizando a etapa de testes de sua usina flex que produzirá também etanol utilizado sorgo. O sorgo se adapta bem as condições do local e além do etanol gera também o subproduto WDG, que é utilizado para alimentação animal.

■ O Brasil se prepara para sediar a Reunião do G20. O ministro Alexandre Silveira propôs na reunião do Fórum Econômico Mundial em Davos, Suíça, a criação de uma Aliança Global dos Biocombustíveis para concentrar esforços e fomentar o uso dos biocombustíveis renováveis na matriz energética mundial. Brasil tem cumprido a liderança na transição energética com exemplos elogiáveis de fomento com o uso das misturas de etanol e de biodiesel, e de mandatos para o diesel verde e o combustível de aviação – SAF.

■ O MME – Ministério de Minas e Energia tramita no Congresso Nacional o Programa Combustível do Futuro, considerada a maior iniciativa de descarbonização dos transportes em nível mundial. O Programa introduz o SAF e o diesel verde na matriz energética brasileira, aumenta a mistura de etanol na gasolina para 30%, cria o marco legal para atrair investimentos na captura e estoque de CO<sub>2</sub>; integra políticas públicas de mobilidade e adota a metodologia do ciclo de vida para a contabilidade das emissões de gases de efeito estufa.

■ O APLA – Arranjo produtivo local do Alcool e a APEX Brasil realizam em conjunto o Projeto: Brazil Sugarcane Bioenergy Solution. Para 2024 as atividades se iniciam com a missão técnica à Bolívia a ser realizada em janeiro. Empresas brasileiras irão ofertar seus produtos, serviços e soluções para a produção de bioenergia, açúcar, etanol, proveniente dos produtos da cana de açúcar.

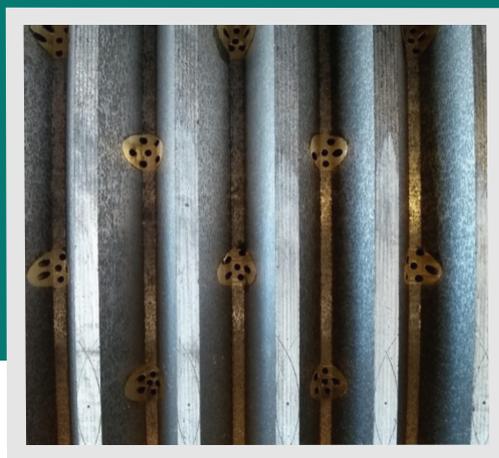
■ Os Engenheiros Agrônomos formados na ESALQ-USP, Luis Ricardo Bergamo e José Vitor Salvi publicaram o livro: Renovação de Cana de açúcar com o Cultivo de Amendoim, com o apoio da ESA Agritech, Pompeia, SP. A obra é gratuita e pode ser encontrada online através do DOI: 10.29327/5339042.

■ O setor sucroenergético se despede dos colegas Luiz Antonio Bianchi diretor agrícola da ATVOS e de Carlos Alberto de Oliveira Jorge e Claudenir Reginaldo Archangelo, funcionários da ATVOS, que precocemente nos deixaram, vítimas de um trágico acidente em rodovia no estado de SP. A Stab sensibilizada, se solidariza com as famílias e amigos.

# Tecnologia e inovação EXCLUSIVAS para a indústria canavieira



& **FUNDICIONES  
UNIVERSO**  
INGENIERÍA & MANUFACTURA



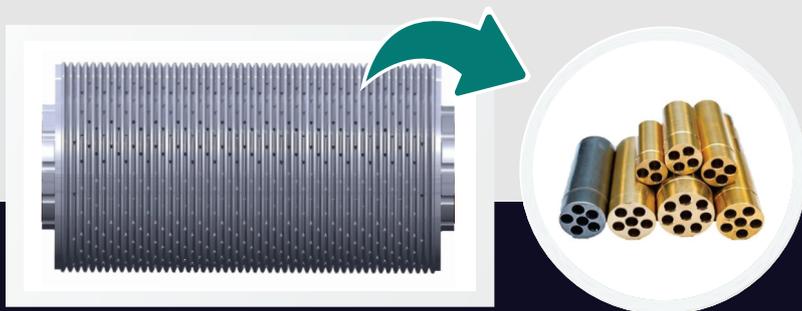
Bicos filtrantes com  
múltiplas perfurações

Uma parceria entre **MEFSA**, empresa com 54 anos de mercado e **Fundiciones Universo**, com 89 anos, que está proporcionando ao setor sucroenergético brasileiro o que existe de mais avançado no mundo em tecnologia para camisas perfuradas para alta extração. Uma unanimidade técnica para aumento de extração e diminuição da umidade do bagaço.

As camisas perfuradas XMf, com bicos filtrantes (com múltiplas perfurações), trazem comprovadamente mais eficiência e extração ao processo como um todo.

A tecnologia dos bicos filtrantes ou multi - filtrantes, é a **ÚNICA** que permite o uso de camisas perfuradas na posição de saída **com mínimos entupimentos**. Uma exclusividade tecnológica **MEFSA**.

Com todo seu know how e um moderno parque industrial com máquinas e equipamentos que agregam precisão e qualidade a seus produtos, a **MEFSA** vem executando esse projeto, desde as etapas de cálculo, desenho, fundição e usinagem, com total excelência e satisfação dos clientes.



**A MEFSA é a única empresa brasileira autorizada** pela Fundiciones Universo a utilizar os bicos filtrantes com múltiplas perfurações amparada pela **patente REGISTRADA BR 102016025259-8**.

Violações de patente são passíveis de penalização, tanto para quem vende quanto para quem compra. Só quem investe constantemente em inovação, pesquisa e tecnologia pode assegurar a qualidade e eficiência do produto.

CONHEÇA NOSSA SOLUÇÃO

 Rod SP 308, Rod. Herminio Peltrim, Km 176, Piracicaba - SP

 [comercial@mefsa.com.br](mailto:comercial@mefsa.com.br)

 +55 (19) 3415-9200