



st**ab**

ISSN 0102 - 1214
VOL. 39 nº3
JUL/AGO/SET - 2021

Açúcar, Álcool e Subprodutos





Adubação da Cana-de-Açúcar
 Claudimir Pedro Penatti

ASSOCIADO: R\$ 100,00 NÃO ASSOCIADO: R\$ 130,00



Biologia e Manejos Químicos de Digitalia
 Roberto A. Arévalo, Renato M. Sanomya e Edna I. Bertoncini

ASSOCIADO: R\$ 30,00 NÃO ASSOCIADO: R\$ 40,00



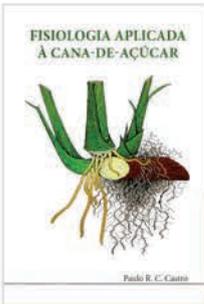
Destilação do Etanol
 Florenal Zarpelon

ASSOCIADO: R\$ 150,00 NÃO ASSOCIADO: R\$ 220,00



Elementos de Tecnologia e Engenharia da Produção do Açúcar, Etanol e Energia
 Afrânio A. Delgado, Marco A. A. Cesar e Fábio C. da Silva

ASSOCIADO: R\$ 170,00 NÃO ASSOCIADO: R\$ 250,00



Fisiologia Aplicada à Cana-de-Açúcar
 Paulo R. C. Castro

ASSOCIADO: R\$ 45,00 NÃO ASSOCIADO: R\$ 80,00



Novo Manual para Laboratórios Sucroalcooleiros.
 Celso Caldas

ASSOCIADO: R\$ 100,00 NÃO ASSOCIADO: R\$ 150,00



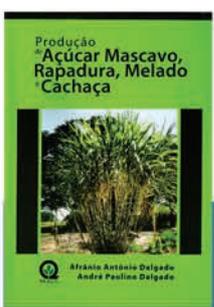
Operações Unitárias na Produção de Açúcar de Cana - 2º ed.
 John Howard Payne
 Tradução: Florenal Zarpelon -
 Coordenação: J. P. Stupiello

ASSOCIADO: R\$ 35,00 NÃO ASSOCIADO: R\$ 55,00



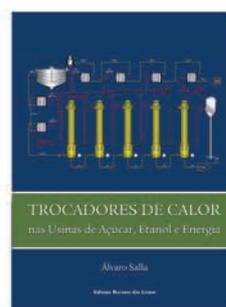
Processo de Fabricação do Açúcar 4ª Edição
 Fernando Medeiros Albuquerque

ASSOCIADO: R\$ 100,00 NÃO ASSOCIADO: R\$ 150,00



Produção de Açúcar Mascavo, Rapadura, Melado e Cachaça
 Afrânio A. Delgado e André A. Delgado

ASSOCIADO: R\$ 35,00 NÃO ASSOCIADO: R\$ 50,00



Trocadores de Calor nas Usinas de Açúcar, Etanol e Energia
 Álvaro Salla

ASSOCIADO: R\$ 160,00 NÃO ASSOCIADO: R\$ 200,00

EDITORIAL

Como um filme antigo que já assistimos no passado, o barril de petróleo está em alta. Pela primeira vez nos últimos 8 anos o barril de petróleo atingiu mais de US\$80. Em parte, pela retomada da economia pós pandemia em diversos países, em parte por estratégias de países produtores de petróleo da Opep e dos USA, onde há uma certa lentidão na retomada do suprimento de petróleo para manter os preços em alta. Para o setor sucroenergético brasileiro, alta de petróleo significa alta da gasolina, e alta da gasolina poderia significar oportunidade econômica importante para o etanol cujo preço repõem uma pequena margem de lucro os custos de produção e para o açúcar que já mostrou alta de 2% no mercado internacional nos últimos dias. A conferir como se comportam o mercado e as políticas públicas.

Por outro lado, vivemos também uma crise de energia mundial, em parte porque o petróleo é usado também para a produção de energia elétrica e por outro, por fatores climáticos, que afetam países como o Brasil, cuja matriz energética depende das variações do clima.

A STAB entendendo a relevância da crise energética, atenta a possibilidade de exportação de energia elétrica pelas usinas, promoveu em 25 de Agosto, um webinar coordenado por Tercio Dalla Vecchia sobre esse tema. O próximo webinar a ser realizado em 10 novembro, tratará ainda sobre o tema de energia, principalmente sobre o uso da palha, e será coordenado por Marcelo Pierossi. Os webinars promovidos pela Stab contam com o espírito altruísta dos nossos profissionais que atuam no setor e prontamente se dispõem a socializar seu conhecimento entendendo que a cooperação e intercâmbio promovem o engrandecimento de toda a cadeia produtiva da cana e projetam nosso país como líder em produção e também em tecnologia.

Finalizando, lembramos a relevância da Revista Stab, que segue ininterruptamente há mais de 39 anos, levando as novas tecnologias a conhecimento de todos. A Revista tem também outro grande papel que é o de promover o debate de opiniões. As principais questões conjunturais que envolvem o setor são apresentadas e discutidas a cada número publicado por uma série de articulistas, grandes expoentes em suas áreas específicas.

Esperamos que o velho filme já visto e revisto, tenha um final feliz.

DIRETORIA STAB

ÍNDICE

TÓPICOS DE CONTROLE

04. Coletâneas de Geadas

VISÃO

09. Cenário Sucroalcooleiro

12. Falando de Cana

14. Mecanização

15. Tópicos de Fisiologia

17. IAC

20. Gerenciando Projetos

22. Soluções de Fábrica

25. Falando de Fábrica

TECNOLOGIA E PESQUISA

27. Parâmetros Globais de Desempenho de Usinas

31. Fatos | Gente

NOSSA CAPA:

Geadas no Estado de São Paulo

CONSELHO EDITORIAL

Ailton Antonio Casagrande, Antonio Carlos Fernandes, Beatriz Helena Giongo, Carlos Alberto Mathias Azania, Enrico De Beni Arrigoni, Florenal Zarpelon, Giovanni A.C. Albuquerque, Hermann Paulo Hoffmann, João Nunes de Vasconcelos, José Luiz I. Dematté, José Tadeu Coleti, Leila L. Dinardo Miranda, Marcelo de Almeida Silva, Márcia Justino Rossini Mutton, Marco Lorenzo Cunali Ripoli, Maria da Graça Stupiello Andrietta, Miguel Angelo Mutton, Newton Macedo, Nilton Degaspari, Paulo de Tarso Delfini, Paulo Roberto de Camargo e Castro, Oswaldo Alonso, Raffaella Rossetto, Romero Falcão, Rubens do Canto Braga Junior, Sílvio Roberto Andrietta, Sizuo Matsuoka, Udo Rosenfeld e Victório Laerte Furlani Neto.

EDITOR TÉCNICO

José Paulo Stupiello.

EDITORAÇÃO GRÁFICA

Bruno Buso (Lycbr)

Diego Lopes.

diego@stab.org.br

IMPRESSÃO

IGIL - Gráfica Itu - SP.

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 - 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** - Pedese 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 Emilio 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 - Emídio 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, Giovanni 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 Antonio Ribeiro Pinto, 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, Giovanni 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.

POR JOSÉ PAULO STUPIELLO ACOMPANHAMENTO DOS EFEITOS DE GEADA

Após o término de cada geada, a principal preocupação que se estabelece é “baixar o podão”, procurando reduzir os efeitos nas áreas atingidas, antes mesmo de uma avaliação da extensão dos danos ocasionados em função das condições que predominaram durante o fenômeno, como temperatura mínima e a duração dessa temperatura. Os efeitos poderão ser melhor avaliados, após uma semana da ocorrência da geada, considerando uma possível interferência de alguns fatores reguladores como a variedade, o estágio de desenvolvimento da cultura, o estágio de maturação, as condições de umidade do solo, ar e colmo e, sobretudo as condições climáticas após a geada.

Estas últimas, são as que realmente definem o período em que começamos observar os efeitos da geada na qualidade da cana, causados pelas enzimas presentes na própria cana ou por agentes externos, principalmente bactérias. Em qualquer condição o acompanhamento dos efeitos da geada deve ser exaustivamente examinado com o objetivo de orientar o manejo varietal, acompanhar a evolução da deterioração, definir o corte, o desponte e, de avaliar a real intensidade dos danos ou mesmo evitar que novos prejuízos sejam criados por conclusões precipitadas, como ocorreu por ocasião da geada de 1994.

Geralmente os critérios adotados para acompanhar os efeitos da geada estão baseados em metodologias que empregam parâmetros tecnológicos convencionais como pol, pureza, açúcares redutores, pH e acidez total. Como alguns destes parâmetros dependem do estágio de maturação, das condições climáticas e de valores básicos, ainda que sejam determinações simples, não oferecem isoladamente um diagnóstico seguro da qualidade na matéria-prima. O pH, por exemplo, e um parâmetro pouco sensível.

O emprego de parâmetros tecnológicos não convencionais, alguns de determinações mais complexas, oferece um diagnóstico mais seguro da qualidade da matéria-prima e dos efeitos causados pela decomposição da cana geada e dos produtos formados no processamento. Estes parâmetros são os oligossacarídeos, polissacarídeos, pH referencial (acidez titulável), umidade dos colmos, e acidez volátil. A determinação dos oligossacarídeos seria a melhor indicação devido a velocidade com que estes polímeros se formam e porque, atualmente, são apontados como os principais responsáveis por problemas de viscosidade (cristais agulhas). Por ser uma determinação complexa e trabalhosa tem sido deixada de lado.

A determinação dos polissacarídeos (dextrana), também tem sido recomendada, mas o próprio grau de deterioração pode mascarar os resultados. Os polissacarídeos apresentam uma boa correlação com a acidez volátil, entretanto, devido aos problemas de determinação não tem sido empregados em acompanhamentos de rotina. A acidez volátil se apresenta como um bom indicador em função da presença de alguns ácidos orgânicos voláteis que não são encontrados em cana sadia. O aparecimento é o resultado do desenvolvimento de bactérias heterofermentativas que produzem simultaneamente ácidos orgânicos voláteis e gomas.

A sua determinação é simples, necessitando apenas de alguns cuidados e pelo teor dos ácidos poderemos estimar o estágio de deterioração. O pH referencial (acidez titulável) tem sido recomendado para acompanhar os efeitos da geada.

Para a interpretação dos resultados são assumidos valores fixos, mas que podem ser tomados perigosos quando do julgamento, isto porque o pH da cultura depende fundamentalmente do estágio de maturação da cana. Isto significa dizer que, quanto mais verde a cana, mais ácidos orgânicos contém e menor será o pH. O pH da cana varia de 5,2 a 5,6 em seus diferentes es-

tádios de maturação. Quando da marcha analítica, com a adição de hidróxido de sódio, o pH de vera atingirem uma cana sadia valores que dependerão da neutralização dos ácidos presentes e, portanto, da pureza da cana, que pode variar de 8,0 até 10,0. Para atingir o valor de 7,7 estabelecido como determinante de uma cana em condições de ser processada sem dificuldade, a deterioração poderá estar bem adiantada, devida a atividade microbiana com produção gomas e de ácidos orgânicos voláteis. De maneira mais grave entre pH de 5,25 a 7,7, faixa aceita como sendo uma condição de perda intermediária de qualidade.

Estas duas situações podem tomar a matéria-prima impropria para a fabricação de açúcar e de álcool. Convém salientar que estes valores podem ser válidos para regiões onde a cana não atinge a maturação plena em seu ciclo. Para definir a deterioração deve-se distinguir a cana em seus diversos estádios de maturação, isto é, cana verde ou deteriorada lançando mão da umidade dos colmos, que é o parâmetro básico de constatação. É importante enfatizar que alguns parâmetros não convencionais de qualidade de cana tem restrições devido ao comportamento dos fatores de deterioração.

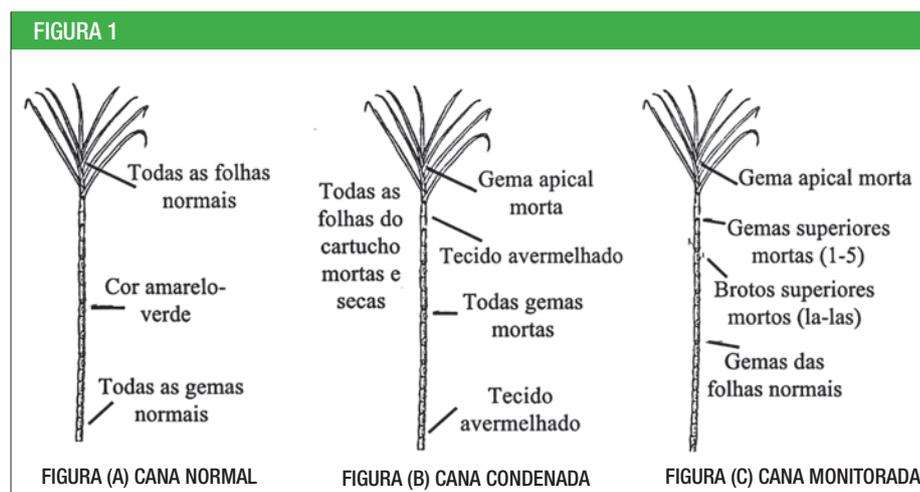
Assim, é recomendável para o acompanhamento dos efeitos da geada, o emprego da acidez volátil pela sua estreita, correlação com a produção de gomas aliada a simplicidade de determinação.

DEPOIS DO ESTRESSE HÍDRICO, A GEADA

O centro-sul uma vez mais é atingido pelas geadas. Algumas regiões, vivendo ainda os efeitos do estresse hídrico, foram afetadas por consecutivas geadas em áreas de baixadas e depressões do terreno, onde o ar frio se acumula. Mas, em alguns locais, nem mesmo as áreas mais altas foram poupadas.

As partes mais atingidas da cana foram os tecidos das folhas verdes do cartucho, o palmito e gemas dos entrenós superiores. Os efeitos são devidos a dilatação da água componente dos tecidos celulares (líquido celular) que, ao se congelar, rompe os tecidos, mata a gema apical e detém o crescimento da cana. As variedades precoces, com teor de sólidos mais elevado (estádio de maturação), não sofrem tanto as consequências das geadas pelo deslocamento do ponto de congelamento. A necrose observada, é devida a presença de água em partes da planta com baixo teor de sólidos. Os efeitos provocados pela geada dependem, fundamentalmente, de alguns fatores climáticos que ocorrem antes, durante e depois da geada, que são os parâmetros que definem a intensidade e duração do fenômeno, e o número de geadas ocorridas. As observações dos danos causados após uma semana da ocorrência da geada, propiciam as melhores e reais avaliações das consequências da geada. Um levantamento realizado neste ano, identificou canaviais afetados distintamente, desde uma simples necrose dos tecidos mais jovens das folhas verdes até alta severidade do fenômeno, quando até 60% das gemas apicais foram atingidas e já apareciam gemas laterais dos colmos em início de brotação. Para avaliação, ainda que muitos métodos sejam recomendados, julgamos que a adaptação ao sistema relatado por Humbert (1973) é ainda o mais razoável.

A Figura 1 (A) mostra uma condição de planta (normal), que nada sofreu e deverá ser mantida em pé, ganhando desenvolvimento vegetativo e açúcar (maturação). A Figura 1 (B) mostra uma condição onde não há nada a fazer, senão cortar a cana. A Figura 1 (C) mostra uma planta atacada e, dependendo das condições e do tempo de permanência no campo, a tendência é a formação de brotações laterais, isto é, de la-las (expressão havaiana aceita no mundo açucareiro para designar brotações laterais), devendo ser despontada logo acima das la-las. Este comportamento vai depender da área atacada pela geada e do manejo e, principalmente, das condições climáticas pós geada (umidade e temperatura). Durante a avaliação, as canas devem ser abertas longitudinalmente, e examinadas quanto aos tecidos necrosados e avermelhados, os quais poderão ser o prenúncio da deterioração.



Evolução dos danos: as recomendações para o que se deve fazer, dependem da idade da lavoura. Nas brotações de cana-soca, onde não houve a formação de entrenós, na maioria dos casos a proteção foi dada pelo próprio solo e, portanto, nada deve ser feito. No caso de plantas com idade mais avançada, por exemplo, plantadas a partir de fevereiro, com entrenós já formados e em condições de baixa umidade relativa, poucos prejuízos podem ocorrer. Entretanto, com o aumento da temperatura ambiente, pode haver a formação de brotações laterais. Esta condição foi observada, com la-las acima de 15 cm de

comprimento, especialmente em brotões, devido ao alto teor de umidade e pouco acúmulo de sólidos solúveis. O acompanhamento deve ser cuidadoso, e devemos voltar aos locais para futuras observações. Em algumas áreas, a recuperação da planta foi formidável. Os levantamentos mostraram uma aparente morte da gema apical e com folhas enroladas no cartucho necrosadas. Um mês depois, observamos que as folhas necrosadas foram expulsas do cartucho e a gema apical havia reiniciado a formação de tecidos saudios, como indício de crescimento. Nestas condições, as brotações laterais não se desenvolvem, retomando a dominância apical. Nos primeiros dias de agosto, não se observou a deterioração microbiológica, provavelmente, reprimida pela pouca umidade e temperatura.

Acompanhamento analítico: as recomendações no primeiro momento devem recair sobre alterações que resultem na formação de substâncias estranhas à composição da cana. O emprego da acidez seria a maneira mais segura, pela sua estreita correlação com a formação de polissacarídeos como as dextranas. A amostragem deve recair apenas sobre a metade superior do colmo, já que a parte inferior não sofre alterações sensíveis devido ao brix mais elevado do caldo, podendo mascarar os resultados. A determinação da acidez exige o conhecimento do teor inicial, que varia com a idade fisiológica da cana. Dos demais métodos, o menos recomendável, para as condições do Brasil, seria o do pH referencial (Martin, 1977).

Trata-se de um método rápido e simples, desenvolvido para as condições da Louisiana, que processa canas com idades cronológicas diferentes (canas verdes, 9 meses) e, portanto, não deve ser usado nas condições da região centro-sul. O método preconiza adição de soda ao caldo e a avaliação feita através do pH. Para as condições do Brasil, nos meses de julho e agosto, o pH do caldo é da ordem de 5,3 a 5,6 e a adição de soda o eleva acima de 10,0. Assim, uma constatação de pH de

7,7, valor considerado na Louisiana como sem problemas para o processamento, em nossas condições a cana estaria deteriorada.

A amostragem recaindo sobre o tempo superior do colmo é mais sensível, não sofrendo o mascaramento da diluição do caldo das demais partes. Não vamos tomar nenhuma atitude antes de conhecer e analisar a evolução dos efeitos. Não se deve esquecer da geada de 1994, quando as condições climáticas (umidade, especialmente) não permitiram nenhuma deterioração e chegamos a recordes de recuperação de açúcar. O prejuízo ficou apenas para aqueles que “baixaram o podão” sem nenhuma avaliação técnica consciente. Neste ano, as condições são diferentes. Choveu em alguns locais, logo após a geada.

OBSERVAÇÕES SOBRE A GEADA EM ÁREAS COMERCIAIS

A região centro-sul do Brasil, onde esta concentrada a maior parte da cana-de-açúcar, as geadas têm ocorrido periodicamente, que por vezes, surpreendem os técnicos acabando por interferir na cultura da cana-de-açúcar. Em outras regiões do mundo como Tucuman, Louisiana, Florida, México, Austrália e outras, onde as geadas são mais frequentes há grande disponibilidade de dados sobre o comportamento da planta após as geadas (Biblioteca da Regional Sul).

As geadas podem ser produzidas pela chegada de grande quantidade de ar frio provenientes de outras zonas, por resfriamento local do ar, ou por uma combinação dos dois fenômenos climáticos, ocorrendo normalmente em noites frias, claras e sem ventos. São distinguidos dois tipos de geadas, branca e negra, que produzem diferentes tipos de danos.

O que diferencia a geada branca da negra é a tensão de vapor, ou seja, umidade de vapor da atmosfera que esta ligada intimamente com a temperatura ambiente. Quanto mais alta a temperatura, a capacidade de retenção de vapor da atmosfera será maior. Atingindo o ponto de orvalho e ocorrendo abaixamento da temperatura haverá condensação do vapor da atmosfera e deposição de orvalho. A partir deste ponto tem-se a geada branca. A geada negra ocorre em ambientes de tensão de vapor muito baixa com a temperatura caindo, não ocorre a formação de orvalho, mas congelamento. A geada branca é menos prejudicial do que a negra (Foto 1).

FOTO 1



Fonte: Dalben, 2016

FOTO 2



FOTO 3



A intensidade dos danos é variável e depende, principalmente, dos fatores que a influenciam: como a intensidade da geada (a temperatura mínima atingida e o número de horas em que a temperatura permanece baixa); variedades de cana (as mais ricas); ponto de congelamento e das condições climáticas após a geada.

Na avaliação dos danos decorrentes, importante é não tomar nenhuma decisão antes de passar pelo menos 7 dias da ocorrência da geada para um diagnóstico mais correto. O monitoramento dos danos causados e as observações devem ser repetidas a cada 7 dias. As recomendações da literatura são todas relativas ao exame do corte realizado na parte superior, especialmente, com observações na região de crescimento da planta. Nas áreas de baixadas os problemas são mais sérios e possivelmente pode ter havido a morte da gema apical e se parte das gemas laterais próximas da ponta. Nestas avaliações é possível verificar que a parte necrosada pode estar sendo expulsada o que significa que não há morte da zona apical. Nestas áreas não se deve tomar nenhuma preocupação de corte e a geada poderá agir como um maturador pouco agressivo. (Foto 2).

Os efeitos visíveis provocados pelas baixas temperaturas dependendo do grau de intensidade da geada, podem ocorrer desde um simples amarelecimento das folhas até o congelamento dos colmos, podendo provocar a rachadura dos colmos. As partes mais sensíveis da planta são os internódios em formação e o meristema apical. As observações têm mostrado que não é apenas o frio que prejudica a planta, mas sim o gelo formado dentro dos tecidos ou mais especificamente nos espaços intercelulares. Trabalhos realizados para avaliar as consequências de geadas mostram a tolerância das variedades ao frio, onde temperaturas de -1°C e o tempo que permanecem são suficientes para provocar a morte da gema apical e dessecação parcial das folhas. Também concluíram que nas mesmas condições climáticas após a geada a manifestações somente ocorreram após 30 dias e mais acentuadas em algumas variedades.

A temperatura de congelamento é função da densidade do líquido, sendo tanto mais baixa quanto for à densidade. Assim, quanto maior o grau de maturação da cana, menor será a temperatura para que o congelamento ocorra. Isto explica, em parte, porque as partes da planta superiores sofrem os maiores problemas em decorrência das geadas.

A cana-de-açúcar atingida pela geada sofre dois tipos de decomposição: causada por enzimas endógenas (inversão e fermentação) ou por ação bacteriana (fermentação ácida e produção de gomas. As baixas temperaturas também concorrem para a destruição ou inibição das oxidases, facilitando a atuação de microrganismos. No caso de morte da

gema apical deve ser iniciada uma deterioração, que depende das condições climáticas após a ocorrência da geada. Havendo chuva e aumento da temperatura a deterioração é acelerada. Não havendo estas condições climáticas a deterioração é mais lenta podendo ser traçada uma estratégia para a retirada das áreas atacadas. As observações devem se concentrar no número de gemas laterais atacadas. Há vários critérios recomendados para classificar as geadas e muitos deles tomando como referência a morte de gemas. Nas observações pode interpretar o número de gemas atacadas a partir da gema apical. As gemas que não são atacadas deverão tomar o caminho normal formando as lalas “palavra havaiana, aceita no mundo açucareiro para designar as gemas laterais da cana” (Foto 3).

O caldo deteriorado apresenta uma queda do pH (aumento da acidez titulável) devido à formação de ácidos que irão reagir com a cal formando sais solúveis que não são removidos durante a clarificação (mais incrustações viscosidade dos xaropes e méis criando dificuldades para o seu processamento). O maior teor de dextrana devido a atividade de microrganismo dificulta a recuperação de sacarose decorrente de maior viscosidade e produzi cristais alongados prejudicando a qualidade do açúcar. Nestas condições a melhor maneira de minimizar o problema é processar a cana afetada o mais rápido possível. Para maiores detalhes recomenda-se que se leia os trabalhos específicos.





CENÁRIO SUCROALCOOLEIRO

“Cada texto é uma semente. Depois que eu for, elas ficarão. Quem sabe se transformarão em árvores! Torço para que sejam ipês amarelos”
Rubem Alves

Luiz Carlos Corrêa Carvalho
caio@canaplan.com.br

A Safra de Cana-de-Açúcar e o Ipê

Aos que gostam do ipê, e preferem cores específicas, o roxo é o que está festejando o inverno, o amarelo abre a primavera e o branco vem em seguida com o rosa, no caminho do verão. Típica árvore brasileira tem seus momentos de festa e de beleza num florescimento extraordinário e arrebatador. O clima é determinante para que as árvores entrem em período de reprodução, que dura, em média, uma semana. Além da luz e da temperatura, a idade do ipê e as condições nutricionais também têm impacto nessa festa brasileira de cores.

A cana-de-açúcar, quando estimulada, solta flores de variadas cores, mesmo contra a vontade do produtor. Sempre que o faz, inunda os canaviais de cores, reduzindo, no entanto, a renda do canavieiro.

Na lógica da natureza, para os vegetais a flor é o desejo da continuidade, através de descendentes. É a luta da planta para sobreviver quando sente o “stress” e a percepção do momento vital.

No Centro-Sul Brasileiro a cana inicia o processo de florescimento no verão; o ipê, no inverno e na primavera, quando a cana está em safra. Para o ipê se faz a torcida a favor da flor; para a cana, luta-se para que não floresça! São os diferentes caminhos do Criador e do homem para a continuidade da vida, a alegria e as finanças! E é preciso entender isso!! Enquanto pesquisadores de cana lutam para que as variedades de cana floresçam, para cruzamentos e uma genética mais produtiva; já os produtores a inibem, via produtos químicos, para que não tenham os prejuízos da perda de qualidade da cana para a indústria, pós florescimento.

As condições de clima em 2021 (fevereiro/março) dificultaram a emissão de flor pela cana-de-açúcar, que agora sofre para sobreviver em ambiente de tamanha seca e geadas, enquanto os ipês comemoram com flores as suas gerações futuras. Assim é a vida e é assim que o produtor combate nessa luta, com as incertezas do clima.

Dois anos seguidos de seca, agora com o complemento das geadas de final de julho e em agosto de 2021, geraram um efeito de estresse nos canaviais que estão sendo rapidamente colhidos na safra 2021/22, com mais área colhida e menor moagem: é a perda de produtividade que preocupa no curto prazo, mas acende a cor amarela do semáforo canavieiro para 2022/23.

A condição do estresse será uma herança dada pela safra 21/22 em termos de área cultivada, falta de mudas, falhas nos canaviais, idade desequilibrada dos cortes face colheita motivada fora de época pela combinação de seca e geada.

Os compromissos com a exportação de açúcar e a demanda crescente de etanol, face a recuperação da economia, trazem ainda mais pressão sobre o canavial.

Os biocombustíveis, na tese de doutorado do Nilceu P. Cardozo, “são fontes de energias renováveis; maneiras promissoras de promover o desenvolvimento sustentável e minimizar os impactos do homem no planeta”. E aí reside o grande papel brasileiro no desenho do processo de descarbonização dos combustíveis e outras energias, em todo o mundo.

Como cultura semi-perene, aprende-se que a margem de contribuição do canavial depende da sua produtividade e qualidade, além do peso relevante dos preços dos produtos e dos custos efetivos. Hoje, além disso e da longevidade do canavial, tem-se que buscar a redução das emissões de carbono! É importante buscar o uso integral da cana, a procura por agregar valor.....e sinergias.

Uma importante sinergia é o milho e seu potencial produtivo extraordinário, para proteína e etanol (a partir do amido). Outra é a soja e outras leguminosas em rotação com a cana, ou mesmo de forma intercalar, melhorando a biodinâmica dos solos. Um aspecto essencial, hoje muito relevante, é o olhar para a cadeia produtiva canavieira e entender os agentes de seu desenvolvimento.

A “montante” da produção da cana-de-açúcar, estão as grandes empresas de tecnologia, no desenvolvimento de fertilizantes, defensivos, herbicidas, maturadores, todos essenciais ao aumento da produtividade, assim como bens de capital que levantam as usinas e produzem máquinas e implementos e os equipamentos de irrigação, automóveis e caminhões. A jusante, da cana, as usinas, comercializadores e consumidores dos produtos gerados, incluindo-se a energia elétrica e os Distribuidores de Combustíveis e Revendedores. Isso sem contar outros produtos como a cera, plásticos e outros.

Essa complexa cadeia produtiva é, hoje, “top” entre as energias futuras, como é o caso do hidrogênio verde, via células de combustíveis.

É genial olhar o Brasil, desde sua descoberta e o seu início de desenvolvimento

com o Pau Brasil e a Cana-de-Açúcar. Hoje, com a idade do Brasil, a cultura canavieira segue inovando e criando perspectivas ao país. Era açúcar e melado...veio o etanol...a cogeração de energia elétrica.....pellets e, agora, biogás ou biometano. Nessa evolução veio o carro movido a álcool (E100), após o etanol anidro como aditivo da gasolina (desde 1930) usado tantos anos no Brasil. Em 2004 surge o carro flexível, movido a gasolina e/ou etanol e a lógica da molécula do etanol como um cacho de hidrogênio levaria ao uso das células de combustível.

Quais são as tendências? O que se espera como as perspectivas ao etanol?

a) Em primeiro lugar é fundamental que se comparem, hoje, as soluções existentes para os carros leves e que mostra o show de carros flexíveis e flexíveis híbridos (Tabela 1).

b) Em segundo lugar, a capacidade brasileira de expandir a oferta de etanol:

b.1) Ganhos de produtividade agroindustrial canavieira;

b.2) Produção de etanol via fibras das culturas agrícolas, conhecida hoje e em oferta no Brasil, como etanol de segunda geração (há 2 plantas em funcionamento e uma a ser lançada);

b.3) Etanol a partir do milho, seja solteiro ou em sinergia com a cana-de-açúcar (já se produz 3,5 bilhões de litros anualmente);

b.4) Evolução do RenovaBio, com metas atingidas e estímulo às menores emissões de CO₂ aos produtores;

b.5) Enormes áreas de pecuária extensiva no Brasil, com disponibilidade de água doce, para plantas com larga escala e canaviais irrigados, sem desmatamento.

c) Não menos importante é o estreito relacionamento que o setor produtivo deve manter com a indústria automobilística e o governo brasileiro, para que o programa “Combustível do Futuro” mantenha acesa e operante a procura do desenvolvimento do etanol em importante plataforma para

TABELA 1. EMISSÕES DE CARBONO (CO₂ EQ.) DO “POÇO À RODA”

Veículos (tipos)	Emissões (CO ₂ eq./km)
Carro Flexível	58 g
Carro Flexível Híbrido	29 g
Carro Elétrico Europeu	92 g
Carro a Gasolina	124 g
Carro com “Fuel Cell”	27 g

Nota: Avaliação do ciclo de vida completo.
Fonte: CNPE.

a produção, no Brasil, de carros flexíveis híbridos com tecnologia aprimorada e do contínuo esforço em P&D para as células de combustíveis.

d) Também essencial a postura de protagonismo do Brasil no tema, gerando a confiança no investimento externo e apoiando países emergentes, como a Índia, na linha do modelo flexível brasileiro da agroindústria da cana e nos veículos movidos a gasolina (com etanol como aditivo) e etanol hidratado. Para isso, os esforços público-privados serão essenciais.

e) Manutenção da liderança brasileira na oferta global de açúcar.

Há uma série de variáveis que comandarão todo esse processo que tem íntima relação com o petróleo e sub-produtos. Afinal, o rei petróleo já sente a pressão da descarbonização e percebeu que é preciso valorizar o produto, controlando de forma efetiva a oferta e a demanda em novo cenário menos virtuoso ao produto.



Os portugueses trouxeram uma planta que produzia uma especiaria; por ela vieram holandeses que até dominaram o Nordeste por um período..... veio a beterraba açucareira e destronou o açúcar da cana! Mas o ipê já estava aqui e hoje se vê suas cores mescladas aos canaviais verdes. Ipês amarelos e céu azul: é nossa bandeira, mesmo com a cana, verde, tendo vindo do oriente.

Hoje se vê a cana-de-açúcar como a base do que se chama de biocombustíveis, forte concorrente à eleição dos produtos essenciais ao mundo na descarbonização do futuro.

Os ipês são renovados a cada ano, com os olhares de admiração pela sua beleza e presença; à cana-de-açúcar será sempre fundamental foco em produtividade e sustentabilidade de oferta e uso pelo setor privado, enquanto espera-se um olhar sensível de Governo às dificuldades anualmente enfrentadas pela produção na sua luta contra as intempéries de um clima que vem sufocado por mudanças. Esse olhar deve ser o de não intervir naquilo que o mercado sabe fazer.

FLEXIBILIZE

AutoJet
TECHNOLOGIES
From *Spraying Systems Co.*

O MIX DE PRODUÇÃO E AUMENTE A

RENTABILIDADE



Estudos recentes apontam que a grande restrição dos processos nas **usinas** é a **evaporação**, principalmente pelo **alto consumo de água** para condensação e vácuo e **baixa eficiência** dos sistemas de resfriamento de água.

CONTE COM A AUTOJET® PARA IDENTIFICAR PONTOS DE MELHORIAS NOS EQUIPAMENTOS DE EVAPORAÇÃO E INDICAR SOLUÇÕES EM PULVERIZAÇÃO QUE PROPORCIONEM:



Aumento da taxa de evaporação e produção de xarope com alta concentração.



Redução drástica do consumo de energia elétrica, permitindo maximizar a venda.

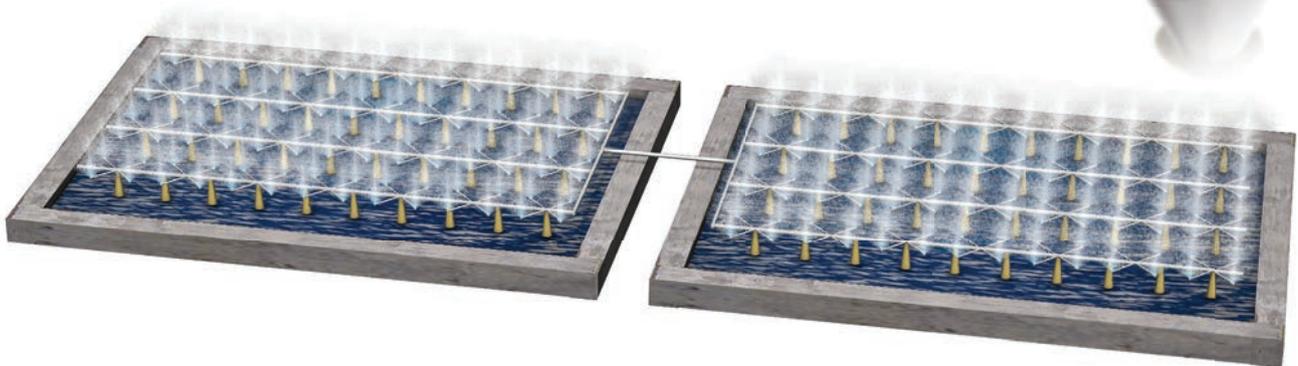


Redução da degradação e inversão de açúcar na evaporação.



Análises realizadas em várias usinas mostraram a possibilidade de faturamento adicional de R\$ 15 por tonelada de cana, apenas intervindo nas etapas evaporativas e desviando o caldo para o produto mais rentável.

A REDUÇÃO TOTAL DE ENERGIA PODE CHEGAR A VALORES SUPERIORES A 50%



Fale com os especialistas da AutoJet® e aumente a produtividade e lucratividade na sua usina.

11 2124-9537 spray.com.br

*A **AutoJet** é uma empresa de Engenharia para Resultados que tem como propósito aumentar a eficiência industrial por meio de pulverização precisa. O foco é o desenvolvimento de soluções capazes de eliminar os gargalos para aumentar a **Eficiência Técnica e a Eficiência Econômica da indústria.***



FALANDO DE CANA

Paulo Alexandre Monteiro de Figueiredo
paulo.figueiredo@unesp.br

Fisiologia da produção agrícola

“A Retomada de Crescimento do Canavial”

O ano de 2021 vai ficar marcado como um dos períodos de grandes desafios para a agropecuária do Brasil, em particular para o setor sucroenergético, que enfrentou uma crise hídrica de grandes proporções, além da ocorrência, em sequência, de fortes geadas, que abalaram fortemente as lavouras comerciais. Esse cenário revelou áreas de cultivo dizimadas; necessitando ser colhidas rapidamente ou tendo que ser roçadas para eliminação da parte aérea morta pela desidratação ou pela ação do frio intenso, eventos que destruíram os tecidos vegetais.

Em diversas situações, o canavial sentiu demasiadamente com a falta de umidade, não brotando de forma homogênea após a colheita de colmos. Obviamente, esses impactos negativos terão reflexos nas principais fases fenológicas da cultura da cana-de-açúcar, não somente neste ano, mas também na safra vindoura, que depende de uma adequada retomada de crescimento das plantas para um novo ciclo. Mais uma vez, as unidades produtoras se viram obrigadas a adotar medidas preventivas e curativas para o enfrentamento dessas situações, inclusive com o fornecimento emergencial de água para as lavouras, como forma de mitigar os efeitos deletérios de sua falta nos períodos mais críticos.

Na cana-de-açúcar, após o corte ou plantio, com um ambiente favorável, é iniciado o crescimento da planta com a emissão da raiz e da parte aérea, a partir do intumescimento das gemas presentes nos segmentos do caule. Essas brotações serão alimentadas pelas reservas nutritivas encontradas no rebolo que lhes deram origem, até que ocorra a auto-suficiência nutricional do sistema vegetativo.

Nesse sentido, é fundamental que a planta emita uma quantidade de folhas capaz de garantir um adequado suporte fotossintético para a produção de fotoassimilados destinados para toda a planta no decorrer de seu ciclo de vida. Ainda, as gemas, que são regiões meristemáticas presentes nos rizomas, ou caules subterrâneos, também brotarão, originando mais rizomas, e assim sucessivamente, constituindo o processo de perfilhamento na cana-de-açúcar.

A partir do plantio ou brotação da soqueira, a taxa de crescimento tende a aumentar gradualmente, até atingir um ponto considerado máximo. Mais

adiante, somente após a ocorrência de um grande desenvolvimento vegetativo é que deve haver uma diminuição progressiva da velocidade de crescimento para que o ciclo seja completado.

No entanto, o final do ano se aproxima; e é momento de forte retomada de crescimento das lavouras, principalmente no Centro Sul do País, pois os principais componentes ambientais estarão disponíveis para a ocorrência do processo fotossintético em altas taxas. Mas para isso, além de temperaturas mais acentuadas e luz com qualidade a ser ofertada para as plantas, claro, é fundamental a presença de água no sistema solo-planta.

A água precisa estar disponível em quantidades suficientes para permitir a aceleração do crescimento da parte aérea das plantas já emergidas ou para estimular a brotação das gemas e emissão de perfilhos, conforme já citado. A água é o elemento chave na formação e manutenção de moléculas orgânicas como ácidos nucleicos, polissacarídeos e enzimas. Essas últimas, são proteínas específicas que possuem a função de acelerar as reações químicas no interior das células.

As enzimas são fundamentais para o metabolismo dos seres vivos; e fazem parte da arquitetura de todas as células, assim como de seus conteúdos. Dessa forma, para ocorrência das milhões de reações químicas inerentes a um ser vivo é necessária a presença de incontáveis tipos de enzimas.

As enzimas, por serem proteínas, são formadas por aminoácidos unidos entre si por ligações denominadas peptídicas. Vale observar que os aminoácidos apresentam um grupamento amina que contém o elemento nitrogênio.

É claro que todos os nutrientes são fundamentais para o cumprimento do ciclo de vida, porém a maioria das culturas vegetais apresenta um ganho expressivo de produtividade após serem supridas com nitrogênio. Sendo assim, um metabolismo acelerado demanda grande quantidade de proteínas, pois todas as reações basais são dependentes de compostos proteicos.

Quanto à adubação nitrogenada nas soqueiras de cana-de-açúcar, os resultados são mais consistentes, devido ao pouco revolvimento do solo após a colheita de colmos, que conduz a uma menor taxa de mineralização da matéria orgânica, possibilitando maiores respostas pelas plantas quando do recebimento do nutriente por meio da adubação mineral via solo. Em situações de deficiência de nitrogênio, as plantas

apresentam uma redução do teor de clorofila, tendo como consequência a diminuição da eficiência na captação de gás carbônico, o que leva o vegetal a uma menor produção de carboidratos.

O sintoma característico é um verde amarelado, inicialmente nas folhas mais velhas, mas que com o avanço da deficiência passa a ocorrer de forma generalizada no vegetal. Aliado a isso, há uma diminuição do diâmetro dos colmos e crescimento retardado da planta, que passa a apresentar raízes menores e menos espessas, quando comparada com plantas supridas adequadamente com nitrogênio. Ainda, sob carência de nitrogênio, as folhas se apresentam menores e mais rígidas do que aquelas cultivadas em condições normais.

Mais adiante, com aumento da idade do canavial, independentemente do tipo de solo, os colmos tendem a apresentar uma queda natural na concentração de nitrogênio, pois a pressão pela produção de biomassa vai gradativamente diminuindo, em função do avanço da maturação após o período de grande crescimento e desenvolvimento exibido nos meses mais quentes do ano.

Portanto, na retomada do período úmido, além do todo o aparato nutricional, é fundamental a presença de nitrogênio para a formação das proteínas, como forma de alavancar o crescimento e desenvolvimento das plantas 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



MECANIZAÇÃO

Marco Lorenzo Cunali Ripoli
mr@marcoripoli.com

Eletrificação? Talvez

O Brasil dispõe do etanol, fonte renovável e sustentável com baixa emissão de poluição, enquanto muitos países europeus já lançaram cronogramas para a proibição do carro a combustão e inúmeras montadoras anunciaram a extinção de modelos no curto prazo, mas o Brasil está fora da corrida tecnológica pelo modelo elétrico.



O dióxido de carbono é o maior responsável pela destruição da camada de ozônio e, por sua vez, efeito estufa.

Carros elétricos promovem uma alta pegada de carbono, pois o seu processo de produção é muito poluente e que se agrava durante o seu uso. Motores elétricos não poluem, mas sua energia é obtida por meio da queima de combustíveis fósseis.

As baterias destes veículos não solucionam o problema ambiental e sua tecnologia de recarga, juntamente com sua autonomia apesar de virem evoluindo ainda levam muito tempo para recarregar.

O futuro dos veículos elétricos na Europa e na Ásia é muito diferente do futuro o Brasil, Índia e Estados Unidos, onde a eletrificação ainda permanece muito distante no horizonte.

Montadoras estudam a realidade brasileira no contexto da eletrificação no mercado dos elétricos e procuram aumentar a performance dos veículos a etanol e híbrido.

O veículo a etanol emite menos quantidade de gases nocivos que seus concorrentes a gasolina e a diesel. Todavia, o veículo elétrico é visto como potencial solução aos centros urbanos que precisam resolver o problema local da poluição.

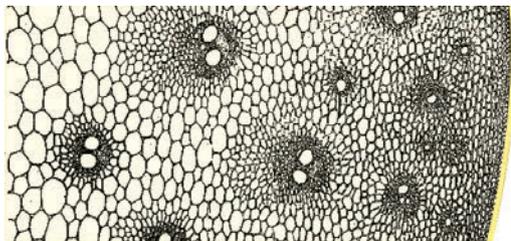
Esta seria uma ótima resposta para o transporte coletivo urbano onde a eletrificação devida parcela das emissões de gases nocivos nas grandes cidades.

Reduzir a poluição nos grandes centros é um dos principais objetivos da Europa ao investir no carro elétrico como solução de mobilidade. A eletrificação resolve o problema de dependência que o continente tem em relação ao combustível, cuja matéria-prima, o petróleo, é importada de locais como o Oriente Médio.

A Europa não irá investir em biocombustível para veículos motores pois não dispõe de áreas para cultivar matérias-primas necessárias para a produção de etanol e biodiesel para uso automotivo.

Adotar o biocombustível como solução para reduzir a degradação da camada de ozônio seria manter a dependência de matérias-primas importadas. Situação diferente da enfrentada pelos Estados Unidos, o maior produtor de etanol do mundo (oriundo do milho, sendo Brasil maior produtor do mundo de álcool de cana-de-açúcar) que já usa o biocombustível misturado à gasolina, como no Brasil.

O agro não para!



TÓPICOS DE FISILOGIA

Paulo R. C. Castro e Ana Carolina C. M. Mendes
prcastro@usp.br

Luz e Sombra

Tanto a divisão como alongamento celular são comumente estimulados pela luz. Contudo, como nas plântulas estioladas, o crescimento em extensão pode também ser estimulado pelo escuro. Como pode a luz provocar estas respostas opostas? Tem sido sugerido que a ação da luz sobre o fitocromo provoca a ativação ou repressão de genes-chave associados à síntese de proteínas.

As respostas celulares à luz são provavelmente indiretas. Elas devem resultar de mudanças localizadas no equilíbrio dos hormônios e metabólitos, que por sua vez, podem ser devidas a mudanças na permeabilidade da membrana mediadas pelo fitocromo e as alterações enzimáticas resultantes da atividade dos genes-chave. Cada célula passa por períodos sequenciais de divisão e diferenciação, incluindo alongamento e maturação.

Uma proposta foi a de que o efeito da luz sobre uma célula particular dependeria de seu estado metabólico no momento em que ela recebe a luz e esta provoca uma rápida mudança da célula de um estágio de desenvolvimento para outro. Assim, uma célula em divisão começaria a se alongar, enquanto numa célula que está se alongando o desenvolvimento da parede cessaria rapidamente à medida que a célula se torna madura e o alongamento poderia parar. Ao contrário, o crescimento na penumbra atrasaria a maturação das células e, desde que estivesse disponível uma fonte de metabólitos (como em plântulas estioladas), o alongamento do caule continuaria desenfreado até a transferência para a luz, quando o alongamento do caule cessaria, pois as células se tornariam maduras quase que imediatamente. Contudo, células das folhas de plantas estioladas, ainda no estágio de divisão celular, ao serem colocadas na luz começariam a fase de alongamento e as folhas se expandiriam rapidamente. As folhas são em geral os



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

www.stab.org.br



órgãos responsáveis pela percepção da luz e elas mesmas também são enormemente influenciadas pela luz.

Durante a fase juvenil de crescimento, as folhas apresentam, muitas vezes, formas simples. Quando a planta amadurece, formam-se muitas vezes folhas de forma mais complexa; e quando a planta floresce ou envelhece, podem-se desenvolver folhas de formas e tamanhos diferentes.

Cada uma das modificações sequenciais na forma da folha pode ser controlada fotoperiodicamente, sendo que a resposta ao fotoperíodo depende da espécie. O caule do tipo mais simples é constituído de uma região apical (meristemática), abaixo da qual nascem folhas em nós, separados por entrenós mais ou menos alongados.

O próprio ápice do colmo é protegido pelos pequenos primórdios foliares e do alongamento dos entrenós curtos que os separam. Durante a floração, os primórdios foliares do ápice são substituídos por primórdios florais, como as pétalas, as sépalas, etc., ocorrendo também um pequeno alongamento dos entrenós. Estas modificações no desenvolvimento dos ápices dos colmos determinam o padrão de crescimento das partes aéreas, e estão, muitas vezes, sob controle fotoperiódico.

Como era de se esperar, efeitos da luz no crescimento da raiz são, ao contrário, poucos e indiretos. É conveniente considerar o ciclo de vida de uma planta como sendo constituído de vários estádios ou fases que se sobrepõem, consistindo na germinação ou emergência, estabelecimento da plântula, um período de crescimento vegetativo (fases juvenil e adulta), um período de desenvolvimento reprodutivo e um período de parada temporário ou permanente de crescimento (quiescência, dormência ou senescência). Muitas espécies passam por estas mudanças de fases como

conseqüência normal do aumento da idade. Para outras espécies, a luz de um fotoperíodo particularmente pode ser necessária para iniciar a mudança de uma fase do desenvolvimento para a próxima, ou simplesmente influenciar a velocidade da mudança.

A resposta produzida dependerá do estado fisiológico e, sobretudo, da atividade fotossintética da planta – a resposta efetiva vai depender da planta estar num estado vegetativo ou reprodutivo, como também do número e tipo de órgãos (folhas, rizomas, flores) já presentes; da sensibilidade fotoperiódica das folhas – uma folha é usualmente mais sensível no momento em que cessa sua expansão, momento este em que a folha torna-se exportadora e não mais importadora de carboidratos; e das necessidades fotoperiódicas particulares daquela espécie.

Quando as plântulas são mantidas durante muitos dias em penumbra contínua, elas ficam estioladas, isto é, a parte aérea é alta e fina, as folhas não se expandem apreciavelmente, e o tecido adquire cor pálida, pois a síntese de clorofila é prejudicada. Plantas estioladas morrem tão logo as reservas tenham sido esgotadas. Contudo, se as jovens plântulas estioladas forem colocadas na luz, a extensão da parte mais baixa do talo é inibida, as folhas se expandem, e as plantas tornam-se verdes, assim que for produzida a clorofila (desestiolamento). Pode então começar a fotossíntese.

O estiolamento e o desestiolamento representam, de forma um pouco exagerada, o padrão de desenvolvimento da plântula em condições naturais. A maioria das informações a respeito dos efeitos da luz sobre o crescimento em extensão foi obtida

através de experimentos com plântulas estioladas que foram novamente colocadas na luz. O perfilhamento da cana-de-açúcar é dependente da luminosidade, sendo que o número de colmos industrializáveis é estabelecido na região de cultivo à medida que a penetração da luz, a substituição das brotações senescentes e o desenvolvimento do índice de área foliar sejam determinados.

Quanto maior o perfilhamento de brotações verticais, melhor o estabelecimento do dossel do cultivo. As folhas devem ser espessas, pequenas, curtas e eretas para que a planta estabeleça um hábito mais ereto, incrementando a área iluminada no perfil da copa e possibilite um maior índice de área foliar para a cana-de-açúcar. O efeito da iluminação na síntese da lignina pode ser muito dramático. A formação de lignina na luz coincide com a parada do crescimento por extensão, característico do estiolamento. Uma vez que a célula tenha se tornada lignificada, não ocorre a expansão das mesmas. Em plântulas de mostarda, a atividade da enzima fenilalanina amônia liase (PAL) é muito baixa no escuro.

Com iluminação, depois de uma curta fase de latência, a atividade aumenta enormemente por até 24 horas, depois do que, ela decresce. Uma interpretação deste resultado é que a síntese de PAL é primeiramente induzida pela ativação de um gene específico, que o ácido cinâmico e outras substâncias produzidas então se acumulam e inativam a PAL e que finalmente, a síntese da enzima passa a ser reprimida. Experimentos com inibidores ou marcação por isótopos, parecem confirmar que a síntese de proteína é necessária para o aumento da atividade da PAL e são consistentes com um controle direto da nova síntese da enzima.



CENTRO DE CANA-DE-AÇÚCAR

Denizart Bolonhezi
denizart@iac.sp.gov.br

e 13% a área cultivada, a produção e a produtividade, respectivamente. As duas culturas se destacam pela intensiva adoção de novas tecnologias, as quais conferem ganhos expressivos em produtividade e eficiência nas operações de semeadura, tratamentos culturais e colheita.

Ambientes de Produção Para Culturas de Rotação

O cultivo de leguminosas comerciais na reforma de canaviais é uma prática importante, tradicional, mas que durante décadas ficou restrita em algumas regiões canavieiras. Nas últimas safras, devido aos bons preços de mercado, os cultivos da soja e amendoim expandiram-se, sobretudo em parceria com o setor sucroenergético, ocupando áreas antes cultivadas com adubos verdes ou que permaneciam em pousio.

Durante mais de quatro décadas de cultivo em terras paulistas, a cultura da soja não ultrapassou 550 mil hectares, contudo nos últimos 4 anos, a área dobrou no Estado de São Paulo chegando na última safra a mais de 1,2 milhão de ha. Nos últimos 20 anos, a cultura do amendoim aumentou em 46%, 67%

Porém, em virtude das adversidades climáticas cada vez mais frequentes, ocorre redução da capacidade de expressar o potencial produtivo dos novos genótipos. Conhecer diferença entre a produção potencial e a real, conhecida no meio acadêmico como "yield gap", bem como suas causas, auxilia no planejamento das atividades e melhora a performance das lavouras. A compreensão das características do ambiente de produção é uma importante estratégia para melhorar o potencial produtivo das culturas. Com base na classificação do solo, é unânime o conceito de

STAB - Sociedade dos Técnicos Açucareiros e Alcooleiros do Brasil
ACERVO DA REVISTA STAB

Gostaria de ter acesso ao acervo de trabalhos de Tecnologia | Pesquisa da Revista STAB?

Acesse www.stab.org.br, no menu Revista STAB e só clicar na opção Pesquisa de Trabalhos!

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

lycbr.com

ambiente de produção para cana-de-açúcar, o qual tem mais de 25 anos de lastro de conhecimento técnico e determina a escolha da variedade a ser cultivada (matriz varietal), dentre outras recomendações técnicas (época de plantio e colheita).

Mas, esse conceito pode ser extrapolado para as culturas usadas na rotação dos canaviais?

Um ambiente considerado favorável / desfavorável para cana-de-açúcar, também o será para soja ou amendoim cultivado na reforma?

Essas questões necessitam de resposta a fim de melhorar as parcerias no sistema de produção cana/grão.

Para tal, são imprescindíveis os conhecimentos fornecidos pela pedologia, mas também deve-se considerar, que o sistema radicular dessas leguminosas exploram camadas mais superficiais do solo e são cultivadas nos meses de primavera/verão, ao contrário da cana-de-açúcar que é semi-perene e desenvolve raízes em maiores profundidades.

Considerando esse contexto, dois projetos estão em desenvolvimento no IAC nas últimas três safras, denominados de Ambisoja e Ambiamendoim (Figura 1). O projeto Ambisoja é desenvolvido em parceria com a Bayer e consiste na avaliação do desempenho agrônômico de 18 genótipos de soja cultivados em **22 locais** nas diferentes regiões canavieiras paulistas, nas safras 2019/20 e 2020/21. Os objetivos do projeto são: identificar estratos de produtividade em função da classificação do solo, aspectos químicos da fertilidade, físicos (CAD) e das informações microclimáticas, identificar perfil de genótipos de soja mais adaptados para reforma de canaviais (produtividade e raiz), bem como verificar a possibilidade de construção de uma matriz de ambiente de produção para cultivares de soja.

Convém salientar que existem milhares de genótipos de soja disponíveis no mercado, para os quais existem poucas informações sobre qual o comportamento em áreas de reforma de canaviais. De maneira geral, os sojicultores paulistas escolhem as cultivares sem um respaldo técnico-científico, reduzindo as chances de explorar ao máximo o potencial produtivo.

Aspectos como altitude, presença de nematóides, época de semeadura e regionalização (microrregiões produtoras 204, 205 e 301) devem ser considerados no conceito ambiente de produção para a soja. Resultados preliminares sugerem que não há correspondência direta da classificação de ambientes de produção comumente utilizados para a cana-de-açúcar, mas já possibilitou a identificação de perfil de cultivar mais adaptado as características de reforma de canaviais.

Como pode-se verificar na figura 2, em condição de altitude, desde que não haja períodos de deficiência hídrica (mesma data de semeadura e propriedade), a produtividade média em solo arenoso foi superior em 10 sc ha⁻¹.

O projeto denominado **Ambiamendoim** tem financiamento da Fundação Agrisus e conta com a parceria da Timac Agro e da COPLANA. Diferentemente da soja, existem poucos genótipos disponíveis para cultivo, por conseguinte os objetivos estão mais relacionados à identificação de estratos produtivos

FIGURA 1. ENSAIO DO PROJETO AMBISOJA CONDUZIDO NA SAFRA 2020/21 EM JABOTICABAL/SP (A) E DO PROJETO AMBIAMENDOIM CONDUZIDO EM TUPÃ/SP (B).



Foto : Denizart Bolonhezi

FIGURA 2. RESULTADOS PRELIMINARES DO PROJETO AMBISOJA, REFERENTES À SAFRA 2019/20 (ESQUERDA) E À SAFRA 2020/21. Dados não publicados. Projeto em parceria com a Bayer.

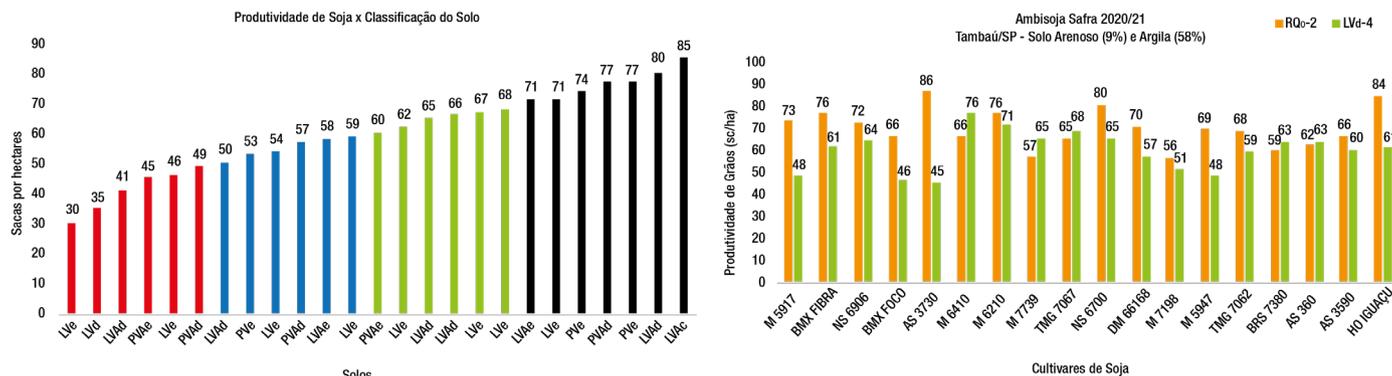
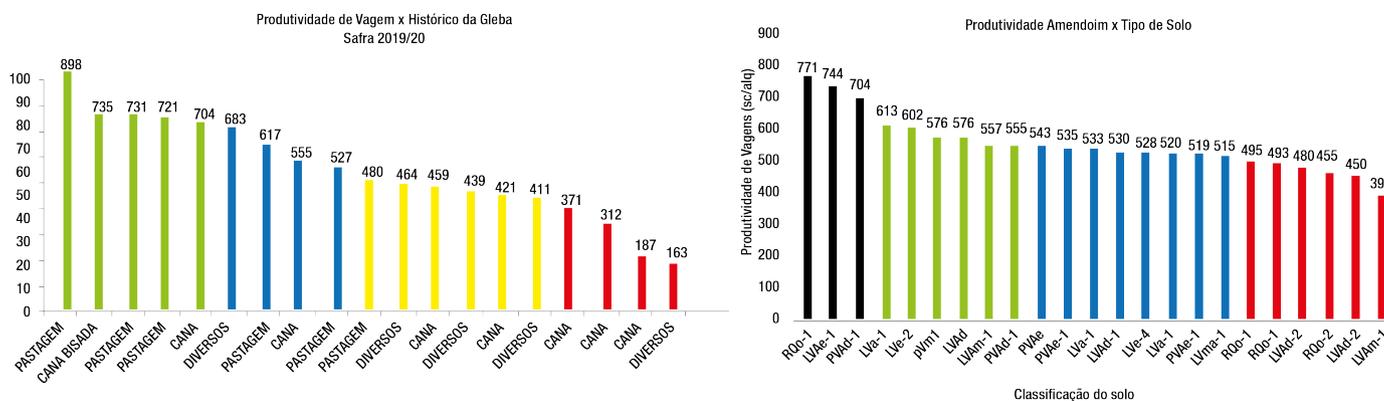


FIGURA 3. RESULTADOS PRELIMINARES DO PROJETO AMBIAMENDOIM, REFERENTES À SAFRA 2019/20 (ESQUERDA) E À SAFRA 2020/21. Dados não publicados. Projeto financiado pela Fundação AGRISUS (PA 3021/20) e apoio da TIMAC Agro e COPLANA.



e as correlações com as características edafoclimáticas e algumas informações sobre qualidade biológica do solo (bioanálises). O intuito de incluir algumas informações sobre status microbiológico do solo (enzimas, glomalina e % de micorrizas) justifica-se pela conhecida interação dessa oleaginosa com a biota do solo e que podem auxiliar na caracterização dos ambientes.

Deve-se ressaltar que estão incluídos outros sistemas de produção, tais como; amendoim em reforma de pastagem e em outros arranjos

de culturas. Resultados preliminares utilizando banco de dados das safras 2017/18, 2018/2019 e 2019/2020, totalizando 43 áreas monitoradas (concentradas na região de Tupã/SP), permite dizer que é possível obter tetos produtivos acima de 700 sc/ha de amendoim em reforma de pastagem e cana, em solo classificado como Neossolo Quartzarênico.

Na última safra, obteve-se a mesma constatação, com altas produtividades de vagens quantificadas em solos arenosos (Figura 3).

O desenvolvimento desses dois projetos, não tem a pretensão de responder em tão curto espaço de tempo, as questões apresentadas nos objetivos, mas é um primeiro passo para a construção desse conceito. Doravante, com a maior participação do setor produtivo e já aperfeiçoada e validada a metodologia de avaliação on farm, empregada nos dois projetos, será possível construir um banco de dados robusto que certamente auxiliará os produtores de grãos na tomada de decisão sobre posicionamento de cultivares e opções de manejo.



GERENCIANDO PROJETOS

Tercio Dalla Vecchia
tercio@reunion.eng.br

Integração Cana+Milho+Boi+Energia

Não há dúvidas que o mundo precisa cada vez mais de projetos sustentáveis.

Dentre as necessidades humanas dois itens fazem muita diferença:

- Proteína
- Bioenergia (na forma de biocombustíveis ou energia elétrica)

Na verdade, o Mundo precisa de muito mais coisas. Principalmente lucidez dos governantes! Talvez esse item seja o mais complexo e difícil de atender!!!

Nossa Pátria, mãe gentil, tem muito a oferecer para o mundo nos dois quesitos acima citados.

Por outro lado, nossos recursos naturais são cada vez mais escassos ou limitados enquanto as necessidades aumentam.

- As terras cultiváveis são limitadas
- A disponibilidade de água é limitada e, pior ainda, está diminuindo.
- O aquecimento global exige uma drástica redução no uso dos recursos fósseis.
- A poluição continua sendo um grande problema mundial.

Os países mais gastadores de energia (EUA, Canadá e nórdicos) contam com 6% da população mundial e consomem mais de 7 toneladas de óleo equivalente (TOE) em energia por habitante. (*)

Os países de alto consumo, mas não tão esbanjadores (maior parte da Europa), contam com 21,2% da população mundial e consomem entre 1,5 a 7 TOE por habitante.

64,3% da população mundial consomem entre 0,2 a 1,5 TOE por pessoa. (China, Brasil e Índia são os principais participantes desse grupo).

E 8,5% da população consome menos de 0,2 TOE por habitante.

(*) dados da Prof. Camila Brito disponível na Internet

Como exercício, pois nunca acontecerá, se toda a população do mundo consumisse o que os EUA consomem de energia. Nossos recursos, provavelmente, se esgotariam em dez anos.

Qual a contribuição que nosso setor pode dar ao mundo?

O Projeto Integrado Cana+Milho+Boi+Energia.(Projeto CMBE). Vejam a (Figura 1).

Vejam como funciona o projeto:

- Cana é utilizada para produzir etanol, vinhaça e bagaço;
- Milho é utilizado para produzir etanol, DDGS e como componente da ração;
- Bagaço e DDGS são utilizados como componentes da ração;
- Bagaço é usado nas caldeiras para produzir vapor e energia elétrica;
- Vinhaça é utilizada para a produção do biogás;
- Boi magro se alimenta de ração e produz bois gordos e resíduos do confinamento;
- Os resíduos do confinamento são utilizados na produção de biogás;
- O biogás pode ser utilizado diretamente na produção de energia ou purificado para produzir biometano;
- O biometano substitui o diesel nas plantações de milho e cana.

Nota-se que o projeto é totalmente autossustentável se alinhando com a visão global do ESG (Preocupação com o Meio Ambiente, a parte Social e a governança do projeto)

Aspectos importantes do Projeto CMBE:

1. Otimização da área utilizada no projeto (o projeto prevê a utilização de pastagens para o plantio de cana

e milho e para uma área de confinamento (Figura 2).

Vejam que na mesma área onde hoje se engordam 20.000 bois por ano, serão gerados os seguintes produtos:

- 112.000 m³ de etanol/ ano
- 2.160.000 m³ biogás/ ano
- 1.296.000 m³ biometano/ ano
- 46.228.000 MJ/ ano
- 60.000 cabeças/ ano
- 180.000 CBIOS/ ano

2. Outro aspecto bastante importante é a redução da produção de GEE (Gases de Efeito Estufa) pela produção de energia limpa.

3. Outra constatação é que o metano produzido da decomposição das fezes dos animais é considerado um dos maiores geradores de GEE. Neste projeto, a maior parte do metano é utilizada na geração de energia ou na produção de biometano.

Considerando os Objetivos do Desenvolvimento Sustentável, ODS, da Organização das Nações Unidas, ONU, percebe-se que o Projeto CMBE vai ao encontro dos seguintes objetivos definidos pela entidade. São 17 Objetivos. O projeto se enquadra em 7 deles:

- 2. FOME ZERO E AGRICULTURA SUSTENTÁVEL
- 3. SAÚDE E BEM ESTAR
- 7. ENERGIA LIMPA E ACESSÍVEL
- 9. INDÚSTRIA, INOVAÇÃO E INFRAESTRUTURA
- 11. CIDADES E COMUNIDADES SUSTENTÁVEIS
- 12. CONSUMO E PRODUÇÃO RESPONSÁVEIS
- 13. AÇÃO CONTRA A MUDANÇA GLOBAL DO CLIMA

Nota: Os números correspondem à numeração dos objetivos definidos pela ONU.

FIGURA 1. PROJETO INTEGRADO CANA, MILHO, BOI E ENERGIA.

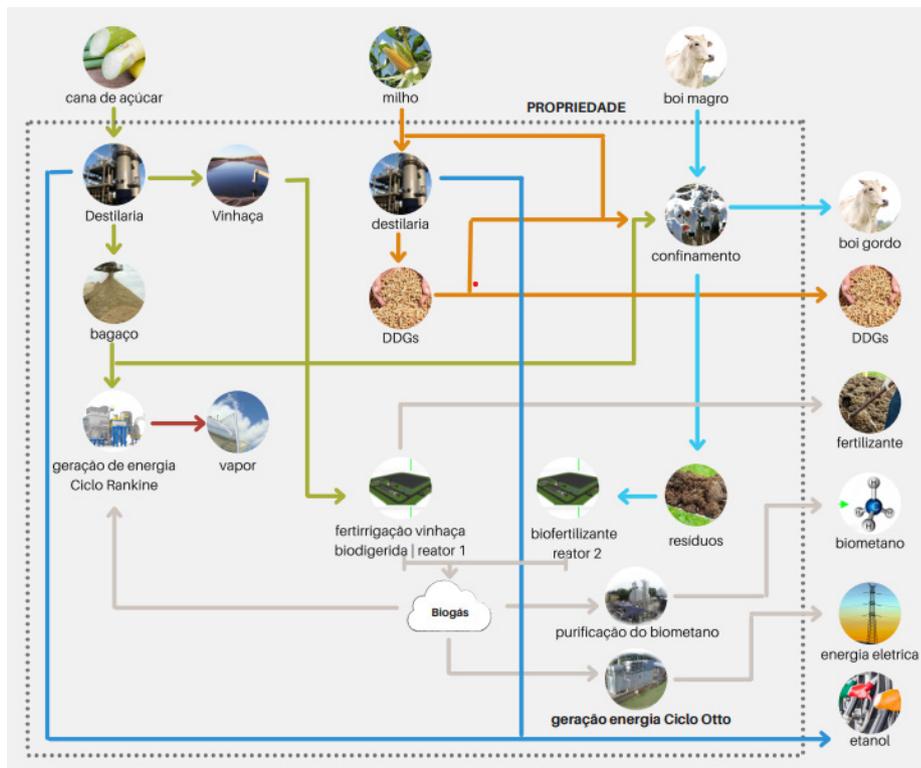
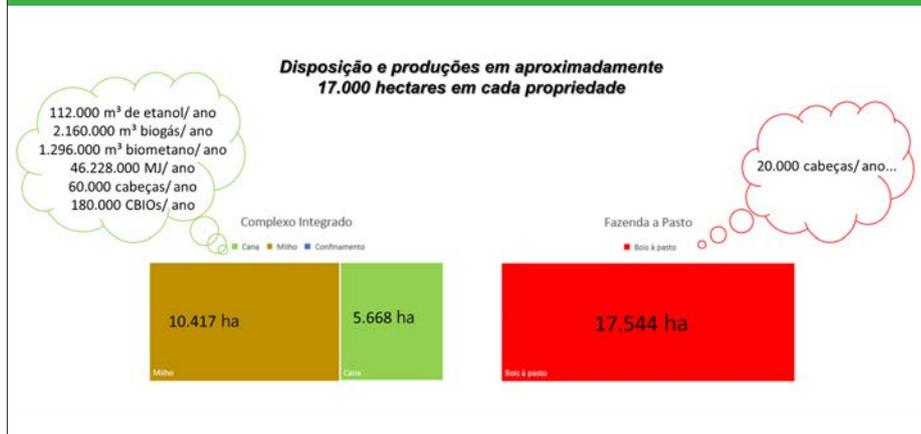


FIGURA 2. EXEMPLO PARA UM CONFINAMENTO DE ABATE DE 60.000 BOIS POR ANO COMPARANDO COM UMA ÁREA PARA CRIAÇÃO DE 20.000 BOIS A PASTO



Nossos estudos demonstram que, economicamente, o projeto é altamente viável.

Assim, sem cortar nenhuma árvore, utilizando áreas de pastagens das quais uma grande parte já está degradada, o Brasil pode dar uma contribuição fundamental para o desenvolvimento humano que nosso pequeno planeta azul tanto precisa.

Vamos mudar o mundo! Se quiserem se aprofundar no assunto, fico à disposição

Abraços a todos!



SOLUÇÕES DE FÁBRICA

Celso Procknor
celso.procknor@procknor.com.br

Cogeração Nas Usinas Com Biogás

No dia 18 de agosto passado tivemos a oportunidade de participar do seminário “A importância do Biogás e do Biometano para uma matriz energética renovável”, o qual foi organizado pela ABiogás - Associação Brasileira do Biogás.

O evento presencial ocorreu em Brasília, e com a participação de vários parlamentares e autoridades, desta forma demonstrando que o trabalho desenvolvido pela ABiogás, para a consolidação do biogás como insumo relevante da nossa matriz energética, tem proporcionado os bons resultados esperados. Como a classe política procurou demonstrar real interesse pelo tema, as chances para a sua viabilização dos pontos de vista técnico e econômico aumentam.

Por outro lado, o dia 04 de setembro de cada ano passou a ser adotado como o “COGEN Universal Day”, visando a difusão das vantagens dos sistemas de cogeração. Assim, nada mais adequado do que procurarmos utilizar o biogás em sistemas de cogeração de energia, aproveitando também a sua energia térmica residual.

O biogás pode ser produzido a partir de inúmeras fontes com as mais variadas características, mas sem dúvida, as usinas de processamento de cana terão destacada importância neste mercado que pode se mostrar promissor.

Há 13 anos, antes da eclosão da crise financeira mundial em setembro de 2008, época na qual as condições para venda de energia elétrica estavam muito atraentes, discurremos pela primeira vez a respeito de produção de biogás a partir da vinhaça, no texto da Revista STAB da edição março/abril de 2008 - Energia Elétrica a Partir da Vinhaça.

Naquele tempo a fonte considerada para produção de biogás era somente a DQO da vinhaça, cujo valor varia principalmente em função do *mix* de produção açúcar/etanol de cada usina. Valor alto de DQO em qualquer efluente muito provavelmente significa perda mais alta de produtos. Neste caso particular, a DQO mais alta em vinhaça de mel bem esgotado significa que parte dos açúcares redutores se transformou em açúcares infermentescíveis durante o processamento para a produção de açúcar, o que em última análise são perdas industriais.

Em épocas mais recentes, outras fontes para produção de biogás passaram a ser consideradas nas usinas, notadamente a torta de filtro e o bagaço da cana. Desta maneira, a variabilidade da produção específica de biogás por unidade de cana processada (Nm³/tc), que já era relativamente alta em função do *mix* de produção açúcar/etanol, aumentou mais ainda.

A produção de torta de filtro pode variar entre 3,5% a 5,0% da quantidade de cana processada, além da sua DQO que é decorrente das perdas, as quais variam em função dos filtros disponíveis, que podem ou não utilizar bagacilho, que é uma fonte de DQO. Já a disponibilidade de bagaço excedente pode variar muito mais, além de tratar-se de um combustível que pode ser diretamente usado para a produção de energia.

Casos típicos de usinas que avaliamos no estado de São Paulo indicam uma produção de biogás a partir de vinhaça na faixa de 5,55 a 6,25 Nm³/tc, mas estes valores podem aumentar para até 7,85 a 8,35 Nm³/tc se utilizarmos também a torta de filtro. Números médios grosseiros indicam 6,0 Nm³/tc (vinhaça) a 8,0 Nm³/tc (vinhaça e torta) para a produção específica típica de biogás. Mas na vida real é indispensável procurar caracterizar adequadamente cada efluente em questão, além de procurar determinar, com testes piloto, a taxa de remoção de DQO esperada e as características do biogás produzido.

A composição média aproximada do biogás consiste em 60% de metano (variando de 55% a 65%) e 40% de gás carbônico. Com a aplicação de sistemas de dessulfurização, para evitar corrosão nos equipamentos, e de enriquecimento, para a remoção de CO₂, obtemos o biometano, o qual corresponde a cerca de 60% do biogás produzido.

A combustão do biogás ou do biometano traz assim um potencial energético adicional para a usina, e a questão passa então a ser como podemos utilizar este benefício da maneira mais eficaz possível.

No texto da edição anterior da Revista STAB, edição abril/maio/junho de 2021 - Exportação de Energia Elétrica x Consumo de Energia Térmica, demonstramos como a cana-de-açúcar é muito superavitária do ponto de vista

da energia necessária para a sua produção e o seu processamento, sendo que o potencial de produção de biogás nas usinas permitiria substituir toda a energia correspondente ao óleo diesel usado nas operações de CTT.

Os estudos que realizamos em 2020 demonstraram que a substituição de óleo diesel do CTT pelo biometano é viável do ponto de vista dos custos operacionais, que naturalmente dependem do preço do diesel. Mas a completa substituição do diesel apresenta desafios importantes a serem encarados. Normalmente a frota de veículos é renovada numa taxa de 10% a 15% ao ano, o que implica em um longo período de transição da demanda a ser considerado. Outra questão relevante é a sazonalidade da produção do biometano, o que implica na paralisação dos motores na entressafra ou a sua utilização com GN, caso esteja disponível e com preço acessível. Os reatores para produção de biogás, principalmente os do tipo “lagoa” (vide texto da Revista STAB edição maio/junho 2016 - Produção de Biogás: Lagoa x Reator), tem um período longo para a sua partida e estabilização do processo, além do risco de redução de capacidade quando houver períodos chuvosos mais longos. Ou seja, as operações de CTT ficarão muito dependentes da produção do biogás e haverá necessidade de buscar algum tipo de back-up, provavelmente com GN, via gasoduto ou liquefeito.

Já a exportação de energia elétrica, a partir do biogás ou do biometano, tem a sua viabilidade econômica muito dependente do preço da energia elétrica. Mas a sequência de crises hidrológicas que tem ocorrido no Brasil a cada sete anos mais ou menos (2001, 2008, 2014, 2021), pode tornar viável o seu uso para exportarmos mais energia elétrica para a rede.

O biogás ou o biometano podem gerar energia elétrica com turbinas, com eficiência elétrica na faixa 30% a 32%, ou com motores, com a mesma eficiência na faixa 40% a 42%, ou seja, temos um residual de energia térmica em relação à energia térmica original de 60% a 70% que poderia ser aproveitado, criando o desafio de buscarmos como recuperar parte desta energia térmica residual em uma usina que já é muito superavitária neste tipo de energia.

O desafio mencionado acima nos remete assim à seguinte questão:

“Há “fontes frias” disponíveis para absorver a energia térmica residual do biogás / biometano?”.

A respeito das “caixas de gelo” que ainda existem nas usinas para absorver energia térmica excedente, já discorremos em um texto da Revista STAB na edição setembro/outubro de 2016 - Regeneração de calor: Aquecimento x Secagem. Confirmamos já naquela época que não existem fontes frias adicionais que sejam representativas para aquecimento e que, eventualmente, alguma energia térmica adicional poderia ser usada para secagem de bagaço.

Como não existem “fontes frias” específicas para aquecimento no processo, uma maneira de usar a energia térmica residual dos gases de combustão é utilizar uma caldeira de recuperação (CR) para produzir vapor saturado em uma pressão tal que possa chegar ao coletor geral de vapor de escape (VE) da usina com pressão de 2,5 bar(a) e ligeiramente superaquecido. Esta alternativa considera que a usina tem turbo gerador de condensação pois, ao introduzirmos uma certa quantidade de VE “externo” no processo, na prática estamos diminuindo o consumo de VE (kg/tc) e deslocando uma parcela do vapor motriz que passa pelo turbo gerador de contrapressão para o turbo gerador de condensação, aumentando assim a exportação de energia ou, dependendo da capacidade dos equipamentos, gerando bagaço excedente para a safrinha e/ou a entressafra.

A outra maneira para usar a energia térmica residual dos gases de combustão do biogás é utilizar um trocador de calor para aquecer água a 125 °C (Gerador de Água Quente - GAQ), que pode ser utilizada em um circuito fechado para secar o bagaço com secadores específicos de biomassa. Esta alternativa também considera que a usina tem turbo gerador de condensação pois, ao aumentar o PCI do bagaço em função da umidade mais baixa, será possível gerar uma quantidade adicional de vapor motriz para a mesma quantidade de cana processada. Desta maneira não há alteração no consumo de vapor de processo, mas por outro lado vai haver uma quantidade adicional de bagaço excedente para a safrinha e/ou a entressafra.

Temos assim a Alternativa CR (aquecimento) e a Alternativa GAQ (secagem), sendo que para cada uma delas podemos dispor dos gases de combustão de turbinas ou eventualmente de motores, podendo assim fazermos uma comparação qualitativa entre as duas alternativas. A Alternativa GAQ permite que os gases de combustão atinjam uma temperatura mais baixa quando comparada com a Alternativa CR, resultando em uma eficiência maior para o ciclo termodinâmico de combustão do biogás.

Vamos considerar para a nossa comparação qualitativa o Caso Base de uma usina produzindo açúcar e etanol anidro com a premissa de exportar energia elétrica, processando 3,6 mmtc em um ritmo de 750 t/h durante 4.800 horas efetivas e com 85% de eficiência de tempo aproveitado, sem palha adicional para simplificar.

Vamos considerar a cana com valor médio de 12,5% de fibra na cana. Esta usina estaria exportando, na safra e na safrinha, um total de 70,8 kWh/tc.

Escolhemos esta capacidade acima de processamento de cana porque em tese esta usina deve produzir biogás para acionar duas turbinas de 6 MW cada uma. As turbinas ofertadas pelo mercado no Brasil têm potência nominal na faixa entre 5 e 6 MW, enquanto os motores estão na faixa entre 1 e 2 MW. Mas é importante ressaltar que na vida real todos os fornecedores potenciais devem ser consultados para que as características operacionais de cada equipamento sejam bem exploradas, permitindo assim avaliar qual é a melhor configuração para a sua eventual instalação.

Com potência menor e eficiência maior, os motores devem ser escolhidos quando se tratar de usinas com menor capacidade, ou usinas maiores que preferem uma implantação mais gradativa, ou usinas que não tem interesse no aproveitamento da energia térmica residual (ciclo termodinâmico aberto).

Um grande número de motores tem vantagens e desvantagens. Tem evidentes vantagens na modularidade e na confiabilidade do sistema. Mas no caso de utilização da energia térmica residual, na prática não é possível projetar os recuperadores de calor, seja a CR ou o GAQ, com uma mesma eficiência atendendo um número de motores que possa variar por exemplo de 2 a 10. E a instalação de recuperadores individuais para cada motor aumenta muito o investimento e a manutenção. Mas por outro lado os motores tem energia parasita menor, pois o biogás pode ser admitido com pressão na faixa de 4 a 5 bar(a), enquanto que nas turbinas a energia parasita é maior em função da necessidade de um compressor para entregar o biogás com pressão na faixa de 25 bar(a).

No caso da utilização de duas turbinas a gás de 6 MW na usina adotada como Caso Base, estimamos qual seria a quantidade adicional de energia elétrica exportada para as alternativas CR e GAQ, cujos valores podem ser verificados na (Tabela 1).

Os resultados mencionados são meramente indicativos, e a solução mais adequada para cada usina deve ser estudada de forma individual, considerando os equipamentos existentes e, de forma primordial, buscando definir com uma boa precisão a estimativa do parâmetro fundamental que é geração esperada de biogás por tonelada de cana processada, bem como a sua composição.

Para a recuperação de calor residual o GAQ tem *capex* menor do que a CR, mas o secador de bagaço tem um *capex* representativo que deve ser considerado, embora o mesmo possa ser eventualmente otimizado com a utilização de outras fontes de água quente já disponíveis na usina.

Mas qualquer uma das alternativas mencionadas depende do preço da energia elétrica e da possibilidade de contratos com prazo adequado que justifiquem o investimento adicional nos equipamentos e instalações.

Com a crise hídrica aguda que estamos vivenciando, é lícito esperarmos que os governantes de plantão se convençam de que a água dos reservatórios não deve ser usada para baixar o preço médio da energia elétrica.

TABELA 1. COMPARAÇÃO QUALITATIVA ENTRE ALTERNATIVAS CR E GAQ COM TURBINAS A GÁS

Cenários	Energia exportada								Total	Variação	
	Contrapressão (*)		Condensação (**)		Combustão do Biogás		Regeneração de calor do gás de combustão				
	MWh	KWh/tc	MWh	KWh/tc	MWh	KWh/tc	MWh	KWh/tc			
Caso Base	56.031	15,56	198.901	55,25	-	-	-	-	254.932	70,81	100%
Alternativa CR	56.031	15,56	198.901	55,25	48.228	13,40	11.210	3,11	314.369	87,32	123%
Alternativa GAQ	56.031	15,56	198.901	55,25	48.228	13,40	23.882	6,63	327.042	90,84	128%

(*) Considerado no ciclo de contrapressão o consumo interno da usina de 30,1 kWh/tc

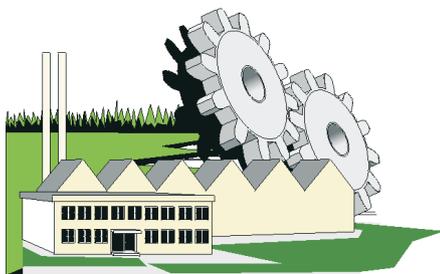
(**) Considerado no ciclo de condensação o consumo de energia parasita de 4,5 kWh/tc

A análise dos resultados indica que com a turbina queimando biogás em um ciclo termodinâmico aberto existe um acréscimo de exportação de energia de 13,4 kWh/tc. Já o aproveitamento do calor dos gases de combustão permite adicionar a exportação de 3,1 kWh/tc com a Alternativa CR ou adicionar a exportação de 6,6 kWh/tc com a Alternativa GAQ.

No caso de utilização de motores, que tem eficiência elétrica maior e assim entregam menor volume de gases a uma temperatura mais baixa, a alternativa GAQ deve muito provavelmente ser a mais atrativa.

Já as fontes renováveis combinadas com a energia elétrica das UTE's, estas sim devem, primordialmente, garantir que os reservatórios se mantenham com níveis adequados, sem perda de água pelos vertedouros.

Acreditamos que seja uma questão de planejamento de longo prazo adequado.



FALANDO DE FÁBRICA

Florenal Zarpelon
fz7@uol.com.br

O Que Aprendi ao Escrever “Destilação do Etanol”

Certa vez há uns 10 anos cheguei ao Dr. Stupiello, presidente da STAB, dizendo que iria parar de escrever artigos para a Revista STAB porque tomava muito tempo, na maioria das vezes tendo que consultar literaturas para estar seguro dos fundamentos do assunto que seria abordado. O Dr. Stupiello, ao seu modo, rejeitou nossa pretensão, estimulando a continuar para que a revista mantivesse nosso artigo. Pensei comigo: huuuum, onde é que fui me meter! Passados alguns dias, repensando, concluí que se necessitava de tempo também para revisar a literatura, certamente quem mais estaria aprendendo era eu próprio, e se os leitores estivessem aprendendo alguma coisa, bom também...

Escrever este livro foi tarefa de uns três anos como mencionamos no livro.

Engraçado que pensava que sabia o suficiente, e sabia, mas foi a oportunidade de revisar, meditar, aprender, muitos detalhes que antes estavam conhecidos, mas não com a profundidade necessária. Num artigo como este, evidentemente, não dá para “reescrever” o livro, de modo que cabe apenas comentários em algumas partes que agora vem à mente.

Começo com o tema Flegstil, sistema criado pelo eng. Jaime Lacerda, na época na Codistil, que era uma divisão da Dediní e que depois foi extinta. Tivemos uma experiência muito negativa quando depois de assistir uma palestra do Jaime Lacerda e voltar muito entusiasmado com a tecnologia, fizemos na Ester a transformação de um aparelho AH, e os resultados foram decepcionantes. Somente com o tempo foi ficando claro quando é conveniente usar esta tecnologia, à medida que os detalhes forem sendo aprendidos. Ao repensar durante a redação do tema para o livro, foi ficando mais claro que é perfeitamente possível a utilização desta tecnologia em circunstâncias

em que o aumento de vinhaça não é um problema e quando a coluna destiladora tenha condições de suportar o aumento de líquido descendo nas bandejas, e também o aumento de vapor subindo na coluna; são dois fluxos opostos que a coluna deve ter boa condição de suportar, sem o que não se consegue operar com efetividade. Penso que Jaime Lacerda não teve tempo de aprofundar os detalhes pertinentes para indicar quando seria conveniente, o que fizemos agora e colocamos no livro. Um ponto importante é que nesta tecnologia não havendo flegmaça, claro, não há perda de álcool na flegmaça, e o controle de pressão fica simplificado, somente na coluna destiladora.

Nos dias atuais quanto menos água é consumida na fabricação de açúcar e álcool, no mínimo, menor será o consumo de potência nos bombamentos. Este foi um tema que dedicamos tempo para repensar e, em verdade, já antes tínhamos mais ou menos claro, depois de visitas a

**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

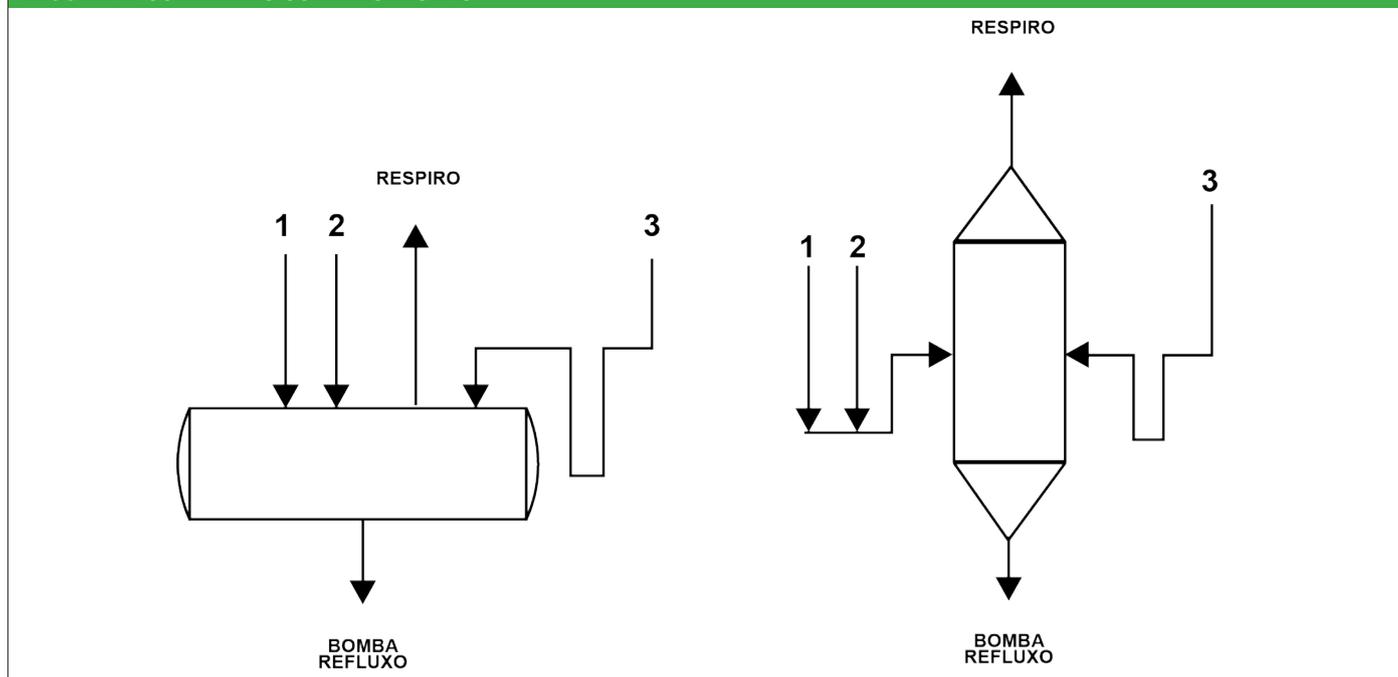
Camisas em F°F° especial, Bagaceiras, Pentas, Rodetes, Mancais e Semi-Casquilhos, Eixos, Flanges, Cabeçotes Hidráulicos, e demais componentes.

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



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

FIGURA 1. COLETA DAS CONDENSADORAS



destilarias na Europa, onde vimos que não faz sentido cada condensador ter um fluxo individual de água, quando se pode fazer circular pelos dois condensadores da série, ingressando a água no último e depois circulando no anterior; assim fazem os europeus e mundo afora. Como proporcionalmente aumenta a vazão de água circulando em cada condensador, aumenta a velocidade, diminui a chance de sujar, aumenta a transferência de calor, diminui o consumo de água e é muito mais fácil de controlar, especialmente se quisermos automatizar.

E nos condensadores de uma peneira molecular aí sim a circulação da água em série em todos os condensadores, começando pelo que necessita resfriar mais, o resfriador do Anidro já condensado, depois nos condensadores da flegma (dessorção) e terminando na condensação dos vapores mais quentes do Anidro. A redução de consumo de água é formidável, reduz bem a automação, portanto, simplifica bastante, e já estão operando dois casos, portanto, não é mais pura teoria. Em várias partes do livro comentamos que os condensadores são muito deficientes no Brasil. Os fabricantes de destilarias, e especialmente as usinas,

não se deram conta de ineficiências porque os conhecimentos e as necessidades do passado não necessitaram buscar as melhorias que hoje são visíveis. Hoje, com a experiência obtida ao longo dos anos, consegue-se entender que se gasta muita soda para reduzir a acidez do álcool, quando seria suficiente fazer a melhoria dos condensadores para abaixar a acidez do álcool. Como exemplo, o segundo condensador de uma coluna retificadora tem muito pouca superfície de condensação e aí o último condensa mais do que deveria, e os incondensáveis que foram juntados para sair no respiro, com um fluxo grande de líquido boa parte acaba sendo arrastada de volta ao topo da retificadora, piorando a qualidade do álcool. A falta de condensação implica também em segurar a pressão na cabeça da retificadora, conseqüentemente aumentando a pressão necessária na base das colunas retificadora e destiladora e, como hoje a grande maioria das destilarias usa vapor V1 para o aquecimento, a redução da pressão na cabeça da retificadora, reduz também a pressão necessária na base destas colunas. Outro ponto importante: o fluxo de álcool líquido descendo de cada condensador deve ser juntado ao dos demais condensadores, mas tendo cada um a sua selagem para não deixar os incondensáveis se incorporarem ao líquido, e sim, fluir para o último condensador onde sairão pelo respiro; é um equívoco sutil que demora muito tempo para aprendermos. Na edição de jan/mar 2021 da Revista STAB mostramos, e repetimos aqui, como tem sido feito (croqui, à esquerda) e como deve ser feito (croqui, à direita) para não perder qualidade no álcool (Figura 1).

Para terminar este artigo, há muitos pontos que merecem ser melhorados em nossos aparelhos de destilação, e que hoje são reconhecidos podendo ser evitados em novos projetos, e corrigidos pouco a pouco nos equipamentos existentes. O ser humano tende a ser conservador, e acostumado ao que aprendeu no passado tem alguma dificuldade de incorporar o novo, mas, note que o novo em geral facilita nossas tarefas. Como diz o conhecido professor Mario Sergio Cortella ao final de suas crônicas: “é tempo para o conhecimento”. Enfim, caro leitor, sempre que necessitar, dê uma olhada no livro e certamente irá encontrar detalhes úteis que vão lhe ajudar. Meu abraço cordial.

Parâmetros Globais de Desempenho de Usinas

*CARLOS MAGNO EVANGELISTA

*ENGENHEIRO QUÍMICO, ATUA COMO ENGENHEIRO DE PROCESSOS INDUSTRIAIS

Resumo

Os parâmetros usuais de desempenho de usinas [a Eficiência Industrial Global (E), a Eficiência Industrial Relativa (EIR) e os Rendimentos Industrial Total (RIT) e o STAB (RIT – STAB)] são resultados globais. Neste artigo, demonstra-se, a partir de balanços de Açúcares Redutores Totais (ART) e dados de eficiências operacionais, que um mesmo resultado global pode ser explicado por diferentes eficiências setoriais [de extração do caldo da cana-de-açúcar (Ee), de fabricação de açúcar (Ea) e de etanol (Ed)] e, por isso, estas devem ser consideradas nas comparações de usinas e são primordiais para melhorias na recuperação de ART.

Summary

Usual parameters of performance of sugar mills [Global Industrial Efficiency (E), Relative Industrial Efficiency (EIR), Industrial Yields Total (RIT) and STAB (RIT-STAB)] are global results. In this article, it's showed, by material balance of Total Reductive Sugar (ART) and operational efficiency data, that a same overall result can be explained by different sectorial efficiencies [of the extract juice sector (Ee) and sugar (Ea) and ethanol (Ed) factories] and, therefore, these one must be considered for comparisons and are very important for improvements in the recovery of ART.

Palavras-chave: Açúcar, Etanol, Eficiência e Rendimento Industrial

Keywords: Ethanol, Industrial Efficiency and Yield

Introdução

Os parâmetros de desempenho convencionais de usinas como a Eficiência Industrial Global (E), a Eficiência Industrial Relativa (EIR) e os Rendimentos Industriais, Total (RIT) e STAB (RIT – STAB), são amplamente utilizados. A eficiência industrial global e o rendimento industrial total são fortemente influenciados pelo “mix” de produção. MACEDO, 1990, introduziu o conceito atualmente denominado como “Eficiência Industrial Relativa” (“EIR”, foi o índice quantitativo “N” para MACEDO) que repre-

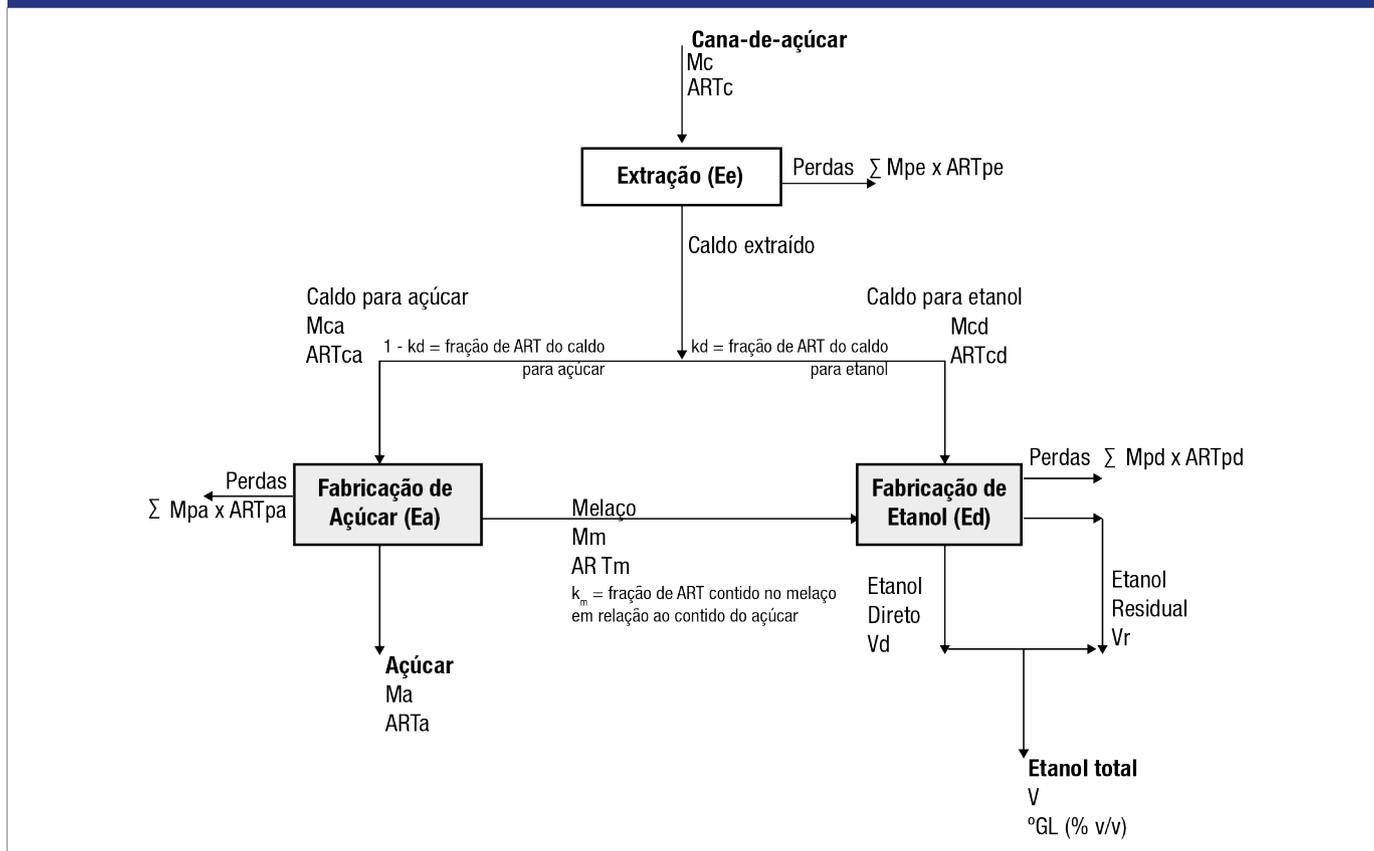
senta a porcentagem da eficiência de recuperação de ART (E) em relação a máximos observados (Emáx.), em função do mix de produção. Isto tornou possível verificar o nível de desempenho de uma usina para um determinado mix de produção. STUCHI e ZARPELON, 1995, apresentaram o RIT-STAB, que não é influenciado pelo mix de produção. Ainda assim, permaneceu o fato de que todos estes parâmetros constituem resultados globais, ou seja, da usina como um todo quando observada como uma “caixa-preta” (a usina é o “volume de controle”). Como as usinas são constituídas basicamente por três setores (de extração, de fabricação de açúcar e, de etanol) com eficiências de recuperação de ART intrinsecamente distintas, os resultados globais estão relacionados às eficiências setoriais e às quantidades de ART enviadas a cada fábrica. A relação da eficiência industrial com eficiências setoriais foi apresentada, de forma pioneira, por MACEDO, 1987. As relações dos outros parâmetros (além da eficiência industrial, também a relação de paridade técnica e os rendimentos) foram apresentadas por EVANGELISTA, 2016. Com base nestas relações, neste trabalho demonstra-se que um mesmo resultado global de uma usina (quantidades produzidas de açúcar e etanol e parâmetros convencionais de desempenho) pode ser obtido com diferentes eficiências setoriais [do setor de extração do caldo da cana-de-açúcar (Ee) e das fábricas de açúcar (Ea) e de etanol (Ed)].

Materiais e Métodos

O Diagrama 1 representa uma usina convencional e mostra os setores de extração do caldo da cana-de-açúcar e as fábricas de açúcar e de etanol com os principais fluxos de Açúcares Redutores Totais (ART) desde a entrada da cana-de-açúcar. As variáveis que aparecem neste diagrama são descritas na Tabela 2.

Cada um dos setores é constituído por operações basicamente em série de modo que as eficiências das operações industriais que o constituem podem ser multiplicadas. Assim, a partir de valores de eficiências das principais operações apresentados pela Copersucar, 1995 (Centro de Tecnologia Canavieira, CTC), conforme a Tabela 1 determinaram-se valores de eficiências setoriais médios e máximos (Ee = da extração, Ea = da fábrica de açúcar e, Ed = da fábrica de etanol) (Tabelas 3 em Resultados e Discussão).

DIAGRAMA. FLUXOS DE ART EM UMA USINA CONVENCIONAL



Legenda:

Massas (M): de cana-de-açúcar (Mc), de caldo perdido na extração (Mpe), de caldos para fábrica de açúcar (Mca) e de etanol ("destilaria") (Mcd), de perdas na fábrica de açúcar (Mpa), de perdas na destilaria (Mpd), de açúcar (Ma) e de melão (Mm) produzidos.

Teores de Açúcares Redutores Totais (ART): da cana-de-açúcar (ARTc), dos caldos perdidos na extração (ARTpe), dos caldos para fábricas de açúcar (ARTca) e de etanol (ARTcd), das perdas nas fábricas de açúcar (ARTpa) e de etanol (ARTpd) e de etanol (ARTpd), do açúcar (ARTa) e do melão (ARTm).

Volume do álcool (V): produzido diretamente pelo caldo enviado à fábrica de etanol (Vd) e pelo melão ("Residual") (Vr) e, total (V=Vd+Vr).

TABELA 1. VALORES DE EFICIÊNCIAS INDUSTRIAIS APRESENTADOS

Processo	Médio	Máximo
Lavagem da cana	98,0	99,0
Extração	93,9	97,0
Tratamento do caldo	99,4	99,8
Fábrica açúcar	98,0	99,0
Fermentação	89,0	92,0
Destilação	99,2	99,5

Fonte: Centro de Tecnologia da Copersucar, 1995

Balanços materiais de Açúcares Redutores Totais (ART) e os dados de eficiências dos setores de extração e das fábricas de açúcar e de etanol são utilizados para se obter o fluxo de ART de uma usina da qual são conhecidas as quantidades de cana-de-açúcar processada e as de açúcar e etanol produzidos. Convém observar que, embora se tenha considerado nos cálculos as perdas do processo de lavagem de cana que aparece na Tabela 1, este processo atualmente não mais é utilizado em função da mecanização da colheita no qual a cana é colhida crua e picada em toletes. A lavagem levaria a enormes perdas de açúcar e, por isso, foi substituída por processos de limpeza a seco. Isto não altera as conclusões desse trabalho.

Resultados e Discussão

A Tabela 2 a seguir apresenta dois exemplos das várias possibilidades de balanços materiais de ART que explicam ou justificam, para uma mesma quantidade e qualidade de cana-de-açúcar processada, as quantidades de açúcar e etanol produzidos por uma usina e, portanto, os mesmos resultados globais de eficiências e rendimentos [Eficiência Industrial Global (E), a Eficiência Industrial Relativa (EIR) e os Rendimentos Industrial Total (RIT) e o STAB (RIT - STAB)]. Ou seja, alteram-se as eficiências setoriais, mas os resultados globais são exatamente os mesmos de modo que todos os parâmetros globais são exatamente os mesmos (já que, importante enfatizar, a cana processada é a mesma assim como as produções de açúcar e de etanol).

Estes valores de cana processada e produções são reais, conforme citados por STUCHI e ZARPELON, 1995 e, de onde foram extraídos. Na Tabela 2, o setor de extração engloba as operações (basicamente em série) de lavagem da cana e de extração propriamente dita (por moagem ou difusão), a fábrica de açúcar engloba desde o tratamento de caldo até a saída de açúcar e, a fábrica de etanol, o tratamento de caldo mais a fermentação e a destilação.

TABELA 2. BALANÇOS DE MASSA DE ART PARA UMA USINA REAL ⁽¹⁾

Grandeza	Balanco 1	Balanco 2	Descrição	Equação
Mc	2.479.673	2.479.673	t de cana-de-açúcar processada	
ARTc	14,405	14,405	% de ART da cana-de-açúcar	
Massa ART entrado	357.197	357.197	t de ART entrado com a cana	Mc.ARTc
Ee ⁽²⁾	93,100	95,060	Eficiência do setor de extração	
Massa ARTcaldo	332.550	339.551	t de ART recuperado na extração	Mc.ARTc.Ee
Massa ARTperdido extração	24.647	17.646	t de ART perdido na extração	Mc.ARTc.(1-Ee)
%ARTpe	6,90	4,94	% de ART perdido na extração	(1 - Ee).100
kd	68,626	68,871	% de caldo extraído para etanol	
Massa ART para etanol	228.214	233.854	t de ART para etanol	Mcd.ARTcd = Mc.ARTc.Ee.kd
Massa ART para açúcar	104.336	105.698	t de ART para açúcar	Mca.ARTca = Mc.ARTc.Ee.(1-kd)
Ea	98,773	97,804	Eficiência da F. da Açúcar (Açúcar + Melaço)	Ea = (Ma.ARTa+Mn.ARTm)/Mca.ARTca
km	0,15416	0,15775	t ART no melaço / t ART no açúcar	km = Mm.ART./Ma.ARTa ⁽³⁾
E'a	85,580	84,478	Eficiência da F. de Açúcar (Apenas Açúcar)	E'a = Ma.ARTa/Mca.ARTca = Ea/(1 + km)
Ma	85.250	85.250	t de açúcar produzido	Ma = Mc.ARTc.Ee.(1 - kd).E1.a / ARTa
Sacas	1.705.000	1.705.000	Sacas de 50 kg de açúcar produzido	Ma.1000/50
Massa ART(a)	89.291	89.291	t de ART no açúcar	Ma.ARTa
Mm	22.942	23.476	t de melaço produzido	Mm=Ma.ARTa.kn/ARTm
Massa ART(m)	13.765	14.086	t de ART no melaço	Mm.ARTm
Massa ART(a+m)	103.056	103.377	t de ART no açúcar mais no melaço	Mc.ARTc.Ee.(1 - kd).Ea
Massa ARTpa	1.280	2.321	t de ART perdido na F. de açúcar	Mc.ARTc.Ee.(1 - kd).(1 - Ea)
% ARTpa	1,43	2,60	% de ART perdido na F. de açúcar	
Ed	89,640	87,485	Eficiência da Fábrica de Etanol	
V	140.872	140.872	m ³ de etanol produzido	(Mc.ARTc.Ee.kd + Mm.ARTm).Ed.ke / °GL
Massa ART (et)	216.910	216.910	t ART recuperado do etanol	
Massa ARTpd	25.070	30.708	t ART perdido na F. de Etanol	
%ARTpd	10,36	12,39	% de ART perdido na F. de Etanol	

Observações:1. Os dados de cana processados e produções de açúcar e etanol referem-se a uma usina real citada por Stuchi e Zarpelon, 1995;

2. Expressa-se valores com três casas decimais após a vírgula para que se possa verificar os resultados com uma calculadora científica;

3. Essa relação pode, na prática, ser medida. Aqui, estimou-se a partir de Mm/Ma = [Vr.°GL/ (ke.ARTm.Ed)] / 50 onde Vr é o volume de etanol residual. Adotou-se Vr=4,70L de etanol residual/ 50kg de açúcar = volume de etanol residual, considerado por Stuchi & Zarpelon, 1995.

4. Outros valores considerados:

ARTa= 1,0474 kg ART no açúcar/ kg de açúcar; ARTm= 0,60 kg ART no melaço/ kg melaço

°GL= 0,997 L etanol/ L de álcool (é a fração em volume de etanol no álcool produzido)

ke = 0,6475 L et./ kg A.R [Estequiometria = 92 kg etanol/ 180 kg de Açúcares Redutores]/ 0,7894 kg etanol/ L de etanol].

No Balanço 2, em relação ao Balanço 1, considera-se uma eficiência de extração maior e eficiências nas fábricas de açúcar e de etanol (principalmente desta) menores. É evidente que, para que se mantenham os resultados globais entre duas possibilidades, quando há eficiência maior em um setor, certamente há outro com menor eficiência de modo que as perdas totais (ou

as eficiências ou os rendimentos globais) sejam equivalentes. É justamente fato como esse que o uso de parâmetros globais de desempenho não permite visualizar principalmente na comparação de usinas (ou uma mesma usina em períodos diferentes) ou quando se busca por verificação de perdas de ART. As equações para a determinação dos parâmetros globais são de amplo

TABELA 3. EFICIÊNCIA DOS SETORES DE EXTRAÇÃO E FÁBRICAS DE AÇÚCAR E ETANOL

	Média**	Máxima**	1	2	3	4	5	6	7	8
E _e	92,02	96,03	92,02	92,02	96,03	96,03	94,94	94,52	92,23	91,81
E _a	97,41	98,80	97,41	98,80	97,41	98,80	97,41	98,80	97,41	98,80
E _d	87,79	91,36	91,65	91,08	86,42	85,92	87,79	87,79	91,37	91,37

*Cada conjunto de eficiências setoriais (de 1 a 8) totaliza o balanço de ART para as mesmas produções de açúcar e etanol e cana-de-açúcar processada apresentados na Tabela 2.

** As eficiências setoriais médias e máximas foram obtidas considerando as eficiências operacionais da Tabela 1.

conhecimento (e por isso não se apresenta tais resultados nos exemplos deste trabalho). Um parâmetro global mostra apenas o nível de desempenho, global obviamente, em que uma usina se encontra, mas caso se verifique que o desempenho não esteja num nível adequado ou desejado, não é possível, apenas com o resultado global, saber em quais operações ocorrem problemas de perdas de ART. As usinas possuem, normalmente, procedimentos para a determinação das eficiências das principais operações, e é importante que isso seja feito com a maior acuidade possível.

É importante enfatizar a necessidade do uso de todas as informações de forma integrada, ou seja, todos os resultados de eficiências devem ser utilizados para que o balanço de ART da usina seja totalizado. É preciso dispor de estrutura para a determinação da quantidade de ART enviada do setor de extração para cada uma das fábricas (açúcar e etanol), ou seja, determinar da fração de ART do caldo extraído enviada para a destilaria (kd) e, portanto, da fração enviada para a fábrica de açúcar (1-kd). O mesmo é válido para os fluxos de melaço para a determinação de km (O fato de se estimar o valor de km a partir de um volume dado de etanol residual nos dados apresentados na Tabela 2 não altera as conclusões deste trabalho).

Determinar kd e km implica em dispor de instalações e estrutura para medidas de vazão de caldo e melaço além de metodologias laboratoriais estatisticamente válidas para a determinação do teor de ART nas linhas destes materiais.

Os balanços da Tabela 2 podem ser facilmente verificados com uma calculadora científica, mas é mais interessante utilizar uma planilha eletrônica de cálculo para a simulação de diversas outras possibilidades de combinações de eficiências setoriais que permitem obter os mesmos resultados globais. Algumas destas possibilidades são mostradas na Tabela 3 baseadas em resultados de eficiências setoriais apresentados em MACEDO, 1990 e Copersucar, 1995.

Na Tabela 3, as situações de 1 a 8, correspondem a exatamente a mesma cana-de-açúcar processada e produções de açúcar e etanol (tanto em quantidade quanto a qualidade) e, portanto, os mesmos resultados dos parâmetros globais. As eficiências setoriais, no entanto, variam bastante. É por este motivo que, em

decisões para melhorias de recuperação de ART, por exemplo, informações como estas são primordiais. Muitas outras possibilidades podem ocorrer além dos apresentados na Tabela 3 e tais resultados dependem, obviamente, de condições de equipamentos, procedimentos operacionais, estrutura de controle de perdas (medidas de vazões e de ART dos fluxos materiais) etc.

Conclusão:

Os parâmetros convencionais de desempenho de usinas [a Eficiência Industrial Global (E), a Eficiência Industrial Relativa (EIR) e os Rendimentos Industrial Total (RIT) e o STAB (RIT – STAB)] são resultados globais. Neste artigo, demonstra-se que os resultados globais obtidos por uma usina a partir do processamento de uma determinada quantidade de cana-de-açúcar podem ser explicados por diferentes combinações de eficiências setoriais (setor de extração e as fábricas de açúcar e de etanol). É recomendável, portanto, estruturar-se para a determinação e a análise das eficiências setoriais quando o objetivo é fazer comparações (entre usinas ou numa mesma usina em períodos diferentes) ou, ainda, quando se deseja implementar melhorias para se obter maiores eficiências e rendimentos.

Referência Bibliográficas:

- COPERSUCAR – Centro de Tecnologia Copersucar, **Eficiência Industrial e Perdas de Açúcar no Processo**, Apostila sem ficha catalográfica, 1995.
- EVANGELISTA, C.M. – **Rendimento e Eficiência Industrial das Usinas** – Anais do 10º Congresso Nacional STAB, Ribeirão Preto, p. 353, 2016.
- MACEDO, I.C. **Considerações sobre eficiência na produção industrial de açúcar e álcool**. Boletim Técnico Copersucar 036/87, 1987.
- MACEDO, I.C. **Eficiência de conversão obtidas na produção industrial de açúcar e de álcool**. Boletim Técnico Copersucar 049/90, 1990.
- STUCHI, A.A. e ZARPELON, F. **Cálculo do Rendimento Industrial – STAB**, Revista STAB – Açúcar, Álcool e Subprodutos, Vol. 13, nº 4, Março - Abril/ 1995.

- A safra do ciclo 2021-22 acumula até o mês de outubro a queda de 6,87% na moagem. Comparativamente ao mesmo período do ano anterior foram processadas pelas usinas 467,4 milhões de toneladas, frente a 501,88 milhões de toneladas no mesmo período do ano passado. A produção de etanol anidro tem sido 24,4% maior que a do ano passado e a de etanol hidratado menor em 15,4%. A produção de açúcar contabilizou 29,2 milhões de toneladas, redução de 9%.
- Uberaba (MG) é o município que mais produz cana de açúcar no Brasil e no mundo. Com produção de 7,97 milhões de toneladas, o município é o novo líder no ranking das 100 principais cidades produtoras de cana do Brasil. Para esse município, o cultivo da cana representa 21,5% do território, totalizando 97,26 mil hectares.
- FS expande sua produção de etanol de milho e anunciou a instalação de quatro novas usinas. Em operação desde 2017 as unidades de Lucas do Rio Verde e Sorriso produziram 1,4 bilhões de L de etanol na última safra. A empresa também investirá no aproveitamento dos derivados do etanol de milho, produtos de alto valor para alimentação animal, como o DDGS e o WDG.
- No prazo de nove anos a Raizen deverá comercializar 460 milhões de L de etanol 2G, segundo contratos firmados recentemente. A unidade de Piracicaba, SP, tem capacidade de produção de 42 milhões de L de etanol por ano, sendo que uma segunda unidade está em planos, a ser instalada em Guariba, SP, com capacidade que poderá chegar a até 82 milhões de litros por ano.
- A STAB gostaria de se solidarizar com os familiares e amigos de Meroveu Silva Costa Jr. que nos deixou precocemente. As lembranças do grande profissional e amigo serão sempre lembradas, não apenas pelos membros da STAB; Meroveu era diretor da STAB Leste, em Alagoas; mas também por todos os colegas que tiveram o privilégio de dividir com ele momentos de trabalho e de alegria. Meroveu sempre foi motivo de muito orgulho para toda a família STAB. Deixamos aqui nossa pequena homenagem, como forma de te-lo sempre em nossos corações.
- A STAB se solidariza com os familiares e amigos de diversas personalidades que com seu trabalho deixaram marcas insubstituíveis: Paulo Sentelhas, professor doutor da Esalq/USP, reconhecido por sua atuação nos estudos do clima e a cultura da cana; João Lyra, ex-senador da República e fundador do Grupo João Lyra; Fernando Penteado Cardoso, Eng. Agrônomo, fundador da Manah; Celso Silveira Mello Filho, empresário, sua esposa Maria Luiza Meneghel e os filhos Celso, Fernando e Camila; Alcides Luis Graciano Jr., Diretor do Grupo Santa Isabel; Liana John, jornalista de renome internacional, escritora, premiada e reconhecida por suas matérias jornalísticas sobre ciência, agricultura e meio ambiente.
- A STAB gostaria de parabenizar todas as 100 mulheres que fazem parte da Lista Forbes das mulheres poderosas na produção de alimentos, pesquisa, empresas, foodtechs, consultorias, instituições financeiras, entidades de grupo e influenciadoras digitais escolhidas por seu protagonismo junto ao setor Agro. Em especial, destacamos Monica Bergamaschi, Engenheira Agrônoma, ex Secretária da Agricultura e Abastecimento de SP, atual diretora da ABAG-RP; Raphaella Gomes, Advogada, CEO da Raizen Geo Biogás, e Thais Fornicola Neves, Engenheira Elétrica, diretora de operações agroindustriais da Raizen.
- O setor Sucroenergético pode contribuir com 66% de toda a geração de biogás nacional, produzindo cerca de 7,2 bilhões de um total de 10 bilhões Nm³ ano⁻¹ que seria o potencial de produção de biogás total no Brasil, segundo o BEP – Programa de Energia Brasileiro. Esse potencial total seria equivalente a 5% do consumo nacional de energia elétrica.
- A implantação de uma base de distribuição de combustível na região norte do país, em Miritituba, PA, faz parte de investimentos da ordem de R\$115 milhões pelas empresas Raizen, Ipiranga e Vibra, para atender a demanda de diesel do setor agrícola.
- A UNICA representará o Setor Sucroenergético Brasileiro na Expo Dubai – clima e biodiversidade, em conjunto com a APEX Brasil, no mês de outubro. As externalidades do etanol, estarão ressaltadas pela ÚNICA que também irá neutralizar todas as emissões de CO₂ do pavilhão brasileiro através de Cbios. Os visitantes poderão acompanhar em tempo real a quantidade de emissões compensadas através de um “descarbonômetro”. Espera-se compensar valores superiores a 1,3 mil toneladas de CO₂.
- A empresa automobilística VW, atenta as exigências do mercado quanto a sustentabilidade, iniciou ações para a criação de um Centro de pesquisa e desenvolvimento de tecnologias baseadas no etanol e em outros biocombustíveis, sendo um dos objetivos desenvolver células de combustível utilizando o H do etanol. Segundo Pablo Di Si, presidente e CEO da Volkswagen na América Latina, além das células de combustível a etanol, o centro também buscará soluções que reduzam as emissões dos propulsores convencionais. O Centro funcionará independente das demais operações da montadora no mundo, facilitando parcerias com governo, universidades e empresas de insumos.
- A FENASUCRO & AGROCANA anunciou que realizará a sua 28ª edição entre os dias 16 e 19 de agosto de 2022, no Centro de Eventos Zanini, em Sertãozinho (SP). O tradicional evento, palco de encontro de todos os profissionais do setor, reunirá inovações e conteúdo de alto nível técnico voltados à cadeia de produção da indústria de bioenergia, além de profissionais das indústrias de alimentos e bebidas, papel e celulose, transporte e logística e distribuidoras e comercializadoras de energia.
- A usina Cerradão, localizada em Frutal, MG, pretende aumentar a geração de energia elétrica adquirindo a maior turbina a vapor de contrapressão do setor sucroenergético do mundo. A turbina BT da WEG de contrapressão de 60 MW, possui capacidade de mais de 330 t h⁻¹ de vapor (65bar/520°C).
- A Copersucar recebeu o prêmio Empresa do Ano, oferecido durante a 21ª edição do Prêmio Valor 1000. O ranking das 1000 maiores companhias do país é homologado pela Escola de Administração de Empresas da FGV, SP, em parceria com Serasa Experian. O prêmio considerou critérios como resultados e performance no último ano, governança corporativa, envolvimento social, respeito ao consumidor e ao meio ambiente. Na safra 2020/2021, a Copersucar ultrapassou pela primeira vez a marca de R\$ 38,7 bilhões de faturamento.
- A planta de produção de biometano produzido a partir de subprodutos do Grupo Cocal, tem capacidade para produzir 33,5 milhões de Nm³ de biogás a partir da vinhaça e da torta de filtro, com potencial para expandir essa produção com a biodigestão de palha. Como matéria-prima, serão utilizados 1,5 milhões de m³ de vinhaça, 135 mil toneladas de torta de filtro e 10 mil toneladas de palha. Do total de biogás produzido 47% será utilizado como combustível de motores geradores a gás e 53% passarão por um processo de concentração de metano e convertidos a 8,9 milhões m³ de biometano anuais. Isso irá substituir o diesel na frota da Cocal e abastecer a região.

CONECTANDO A INDÚSTRIA 365 DIAS POR ANO!

GERANDO NOVOS NEGÓCIOS

A FENASUCRO & AGROCANA É O PRINCIPAL EVENTO DO MUNDO EXCLUSIVAMENTE VOLTADO A TODOS OS ELOS DA INDÚSTRIA DE BIOENERGIA!

A Fenasucro & Agrocana representa uma das maiores comunidades globais do setor de bioenergia. A quase 30 anos realiza anualmente seu evento em um dos principais polos de produção bioenergética do mundo. Sua comunidade reúne profissionais de usinas, bioenergia, agrícola, papel e celulose, alimentos e bebidas, além da indústria e todo o mercado sucroalcooleiro.

Atualmente como multiplataforma, a marca mantém marcas e profissionais interconectados e antenados ao que acontece de mais relevante no mercado mundial de bioenergia e os impactos para o setor no Brasil, durante 365 dias ao ano.

Participar da Fenasucro & Agrocana é ser representante dos novos pilares da matriz energética global do futuro!

**FENASUCRO
& AGROCANA**
TRENDS

**16 A 19
DE AGOSTO
DE 2022**

**FENASUCRO
& AGROCANA**

28ª FEIRA INTERNACIONAL DA BIOENERGIA

comercial@fenasucro.com.br

fenasucro.com.br



SIGA-NOS

Realização:



Co-Realização:



Coord. Técnica Geral:



Organização e Promoção:

