



stabil

ISSN 0102 - 1214
VOL. 38 nº6
OUT/NOV/DEZ - 2020

Açúcar, Álcool e Subprodutos




prozyn
biosolutions for life

Pensando em

eletrificar sua moenda?



SEU CONTATO NA REXROTH

José Ortiz

Responsável por
aplicações sucroenergéticas
(11) 98536-8589
jose.ortiz@boschrexroth.com.br

A atraente possibilidade das usinas de açúcar e álcool venderem energia excedente criou a tendência da troca dos antigos acionamentos das moendas, compostos de turbina a vapor e volandeira, pela eletrificação.

Nestas situações, o uso dos robustos e duráveis motores hidráulicos Hågglunds da Bosch Rexroth faz a diferença e apresenta grandes vantagens, que se traduzem em produtividade e qualidade da moagem. As vantagens do sistema incluem:

- Design compacto, que possibilita a instalação em praticamente todos os locais;

- Requer apenas um ponto de apoio, eliminando a necessidade de construir fundações;
- Acionamento direto no eixo da moenda, sem necessidade de redutores, acoplamento ACIP e inversor de frequência, entregando elevados níveis de torque;
- Alta eficiência energética.

Quer saber mais sobre como a eletrificação da sua moenda pode aumentar os seus ganhos? Fale conosco.

EDITORIAL

Estamos no último mês do ano que jamais será esquecido. Finalmente dezembro chegou, resultando num acumulado de dificuldades sentidas, na saúde, na economia e nos ânimos. Nosso setor foi bem menos atingido que outros setores da economia porque o Agro não pode parar. Mesmo assim, a pandemia nos pegou em cheio, a todos nós. Nossas vidas foram impactadas. O mundo viveu uma nova realidade. Mais computadores e menos reuniões. A comunicação tornou-se um salve-se quem puder. Notícias reais e falsas invadindo nossas casas. A questão ambiental queimando nossa autoestima, diminuindo nossa bela imagem no exterior.

Como em todas as épocas de crises, oportunidades surgem para aqueles que estão no momento certo no local certo. 2021 será o início da década das biomassas, da economia verde, dos créditos de carbono, da bioeletricidade, da redução de gases de efeito estufa, da não queimada da Amazônia e outros biomas mundiais, dos biocombustíveis, da ecologia, da tecnologia, da biologia, da microbiologia, dos insumos orgânicos e menos agressivos ao ambiente, do respeito às diferenças, da valorização do ser humano e da paz.

O setor sucroenergético é protagonista em diversas dessas bandeiras. Mas precisamos de união de consenso e de proatividade. O momento requer a construção de pontes, para que unidos possamos entender quais caminhos e quais aliados nos tornarão mais fortes.

A STAB se orgulha de ao longo dos anos participar da “construção de pontes” entre os diversos elos da cadeia sucroenergética e pretende continuar a cumprir esse papel cada vez com mais força e positividade.

Que venha 2021 e com ele nossos sonhos e esperanças renovadas. Desejamos a todos os associados, amigos, colaboradores e simpatizantes da STAB um Feliz Natal e que paz possa reinar e perdurar em nossas vidas.

DIRETORIA STAB | REGIONAL SUL

ÍNDICE

EMPRESA:

4. PROZYN: SOLUÇÕES PARA AUMENTO DE RENDIMENTO E REDUÇÃO DE CUSTOS

VISÃO:

8. CENÁRIO SUCROALCOOLEIRO

12. FALANDO DE CANA

14. SOLUÇÕES DE CAMPO

16. MECANIZAÇÃO

19. GERENCIANDO PROJETOS

21. SOLUÇÕES DE FÁBRICA

23. FALANDO DE FÁBRICA

25. CENÁRIO CANAVIEIRO

26. ESPAÇO DO LEITOR

TECNOLOGIA | PESQUISA:

30. ESTIMATIVA DA TAXA DE MORTE CELULAR EM PROCESSOS DE FERMENTAÇÃO ALCÓOLICA TIPO BATELADA SIMPLES COM ALTA CONCENTRAÇÃO DE CÉLULAS

38. FATOS | GENTE

CONSELHO EDITORIAL

Ailton Antonio Casagrande, Antonio Carlos Fernandes, Beatriz Helena Giongo, Carlos Alberto Mathias Azania, Enrico De Beni Arrigoni, Érika N. de Andrade Stuppiello, Florenal Zarpelon, Giovanni A.C. Albuquerque, Hermann Paulo Hoffmann, João Gustavo Brasil Caruso, João Nunes de Vasconcelos, José Luiz I. Dematté, José Tadeu Coleti, Leila L. Dinardo Miranda, Marcelo de Almeida Silva, Márcia Justino Rossini Mutton, Maria da Graça Stuppiello 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, Sílvia Roberto Andrietta, Sizuo Matsuoka, Udo Rosenfeld e Victório Laerte Furlani Neto.

EDITOR TÉCNICO

José Paulo Stuppiello.

EDITORIAÇÃO 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>

SOCIEDADE DOS TÉCNICOS AÇUCAREIROS E ALCOOLEIROS DO BRASIL - STAB

DIRETORIA DA STAB NACIONAL

Presidente: Secretário Tesoureiro: Conselheiros: (cargos vagos)

REGIONAL SUL

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

REGIONAL CENTRO

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

REGIONAL LESTE

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

REGIONAL SETENTRIONAL

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

CONSELHOS ESPECIAIS DA STAB NACIONAL

Aloysio Pessoa de Luna, Carlos Alberto Cruz Cavalcanti, Geraldo Veríssimo de Souza Barbosa, 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, Carliando Guimarães de Oliveira, Geraldo Veríssimo de Souza Barbosa, Giovanni Cavalcante de Albuquerque, Luiz Chaves Ximenes Filho e Paulo Roberto Mauricio 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.

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** - Pede-se Permuta - On Demande l'échange - Exchange is solicited - Se solicita el cange - Si sollecita intercambio - Wir bitten um ausstausch.

PROZYN: SOLUÇÕES PARA AUMENTO DE RENDIMENTO E REDUÇÃO DE CUSTOS



A Prozyn é especializada na aplicação de enzimas e outros bioingredientes, com um portfólio desenvolvido sob medida para as necessidades mais específicas dos seus clientes, sempre baseadas na inovação, tecnologia e melhoria da qualidade de vida. A empresa oferece uma linha completa de ingredientes para redução de custo, otimização de

processo e melhoria da qualidade do produto final. Desenvolve soluções sob a ótica do custo de formulação, eficiência de processo, aumento do rendimento, qualidade e inovação. Certificada com selo FSSC 22000, a Prozyn consolida o seu compromisso com a melhoria contínua e passa a fazer parte de um seleto grupo de empresas de classe mundial.

MAIOR RENDIMENTO NA PRODUÇÃO DE AÇÚCAR

As enzimas e os ingredientes naturais são grandes aliados da indústria, especialmente em uma época quando a redução de custos e otimização de recursos financeiros são mais importantes do que nunca. Para o setor sucroenergético, não é diferente, onde o portfólio da Prozyn garante uma produção industrial com melhor aproveitamento de insumos e menos perdas durante o processo.

Na fabricação de açúcar, as enzimas se mostram como uma eficiente solução para os problemas causados por

polissacarídeos, como o amido, pois além de enquadrar o açúcar neste parâmetro, gera benefícios que refletem diretamente no aumento da produtividade e redução de custos do processo.

A tecnologia SugarMax da Prozyn proporciona maior aproveitamento do açúcar entregue na cana (ATR). Através de um teste industrial realizado pela Prozyn, foi possível elevar o rendimento da produção de açúcar em 14%, o que representou um ganho significativo de 1620 sacas de açúcar por dia nesta usina.

Rendimento

↑ **14** %

Rendimento de produção de açúcar por ATR entregue

Redução de perdas

↓ **17** %

Perdas na torta, considerando o mesmo kg/ton cana

Ganhos em processo

↓ **30** %

Tempo de água de lavagem

↑ **5** %

Tempo de carga das centrífugas

Produto final

↓ **56** %

Redução no amido do açúcar final

Na Figura 1 acima, podem ser observados os benefícios da aplicação de SugarMax em uma usina durante o teste mencionado. Obteve-se redução média de 30% no tempo de lavagem nas centrífugas, o que gera, além da economia de água, menor retorno de mel para o processo. Também foi notado aumento no tempo de carga das centrífugas, significando maior volume de mel processado por rodada, e redução de 17% nas perdas da torta (94 kg de açúcar, em Pol, para cada tonelada de cana), mesmo com maior volume de torta por tonelada de matéria-prima. A aplicação do produto reduziu em 56% o teor de amido presente no açúcar final comparado ao período sem enzima.

Além do SugarMax, a Prozyn possui um amplo portfólio de soluções para a produ-

ção de açúcar, com destaque também para o DextraMax®, que atua na diminuição da viscosidade das massas, melhorando a cristalização, para o StarMax® Zero, que age na redução do amido, com a capacidade de melhorar a filtrabilidade e a cor do açúcar e garantir a sua produção sem residual de alfa-amilase, e também para o FiltraMax®, produto que atua no aumento da eficiência da evaporação, gerando economia de energia, melhoria da qualidade do cristal de açúcar e enquadramento no parâmetro filtrabilidade.



SOLUÇÕES TAMBÉM PARA MAIOR RENDIMENTO NA PRODUÇÃO DE ETANOL DE CANA E DE MILHO



A APLICAÇÃO DE ENZIMAS DURANTE O PROCESSO DE FERMENTAÇÃO AUMENTA A DISPONIBILIDADE DE AÇÚCARES FERMENTESCÍVEIS PARA AS LEVEDURAS, AUMENTANDO O RENDIMENTO ALCOÓLICO NO PROCESSO. A LINHA ALCOMAX® É COMPOSTA POR UMA SINERGIA DE ENZIMAS QUE ATUAM COM ALTA EFICIÊNCIA NA ENTREGA DE TAL BENEFÍCIO.

A Prozyn também desenvolveu o seu portfólio para etanol de milho. Alguns exemplos nesse sentido são as linhas LiqueMax e MaxiFerm GA, que promovem um melhor desempenho na liquefação e fermentação, respectivamente, permitindo maior concentração de sólidos, com maior produtividade e rendimento alcoólico.

CONTROLE DA ESPUMA E FLOCULAÇÃO NA FERMENTAÇÃO

A formação de espuma durante a fermentação alcoólica é um dos maiores problemas enfrentados pelas usinas, pois reduz a capacidade útil do equipamento, além de causar perdas por transbordamento. Para combater este fenômeno, são utilizadas quantidades significativas de antiespumantes e dispersantes sintéticos, o que representa

grande parcela dos custos de produção em uma usina. Killfoam® é um antiespumante natural que atua diretamente nos compostos causadores de espuma, reduz sua formação e proporciona, ainda, diminuição significativa do uso de antiespumantes sintéticos, além de reduzir (ou possivelmente eliminar) o uso de dispersantes.

A floculação também é um fenômeno negativo causado pela agregação das leveduras entre si ou com bactérias, que diminui o contato entre o fermento e o mosto, reduz o rendimento fermentativo e leva à sobra de açúcares no final do processo. O Flocomax® atua na diminuição da floculação, aumentando a produtividade de etanol e a eficiência nas centrifugações.

CONTROLE MICROBIOLÓGICO NA FERMENTAÇÃO



As plataformas BioK®, BioMax® e Biozyn® são compostas por antimicrobianos naturais, desenvolvidos para combater a contaminação microbiológica nas dornas, que competem com as leveduras pelo substrato, produzindo compostos prejudiciais ao fermento, em detrimento à produção de etanol.

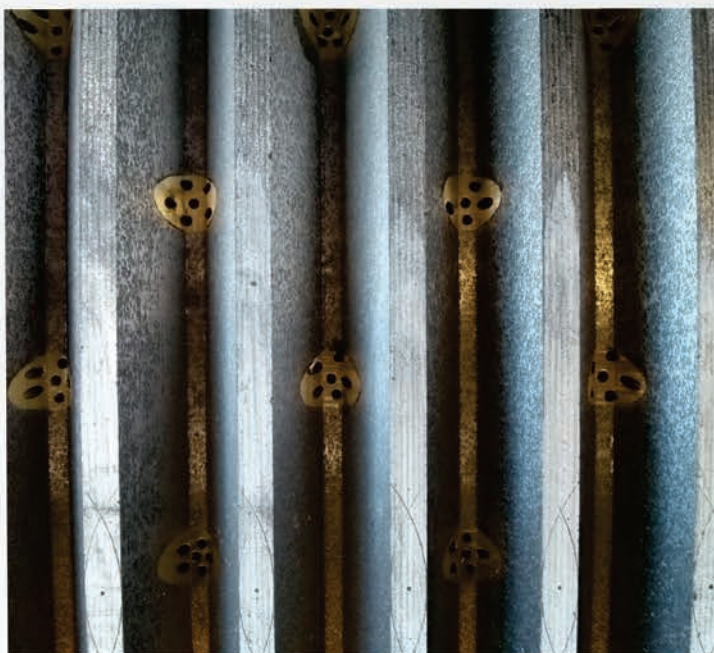
Nos encontramos num momento de grande desafio, em que os produtores precisam elevar a capacidade produtiva de suas fábricas ao máximo, com o intuito de se manterem firmes frente à inevitável recessão que a pandemia trouxe. A Prozyn trabalha com soluções personalizadas

para usinas e possui técnicos especializados em sua aplicação, que avaliam as condições de processo de maneira holística e apresentam as melhores alternativas que se adequam à necessidade de cada cliente, contribuindo para o máximo potencial de produção e redução de custos.

Tecnologia e inovação para a indústria canavieira



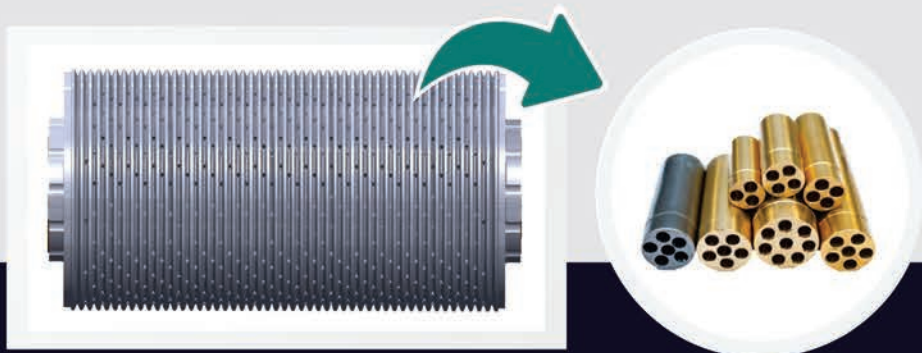
FUNDICIONES
& **UNIVERSO**
INGENIERÍA & MANUFACTURA



A parceria entre as empresas **MEFSA** e **Fundiciones Universo** vem proporcionando ao setor sucroenergético brasileiro o que existe de mais avançado no mundo em tecnologia para camisas perfuradas, uma unanimidade técnica para aumento de extração e diminuição da umidade de bagaço.

São anos de investimentos contínuos e pesquisas em tecnologias e sistemas para o aperfeiçoamento das **camisas perfuradas XM (com múltiplas perfurações)**, que trazem comprovadamente mais eficiência e extração ao processo como um todo. A tecnologia dos bicos filtrantes é a **única** que permite o uso de camisas perfuradas na posição de saída **sem entupimentos**. Uma exclusividade tecnológica **MEFSA**.

Com um *know-how* de mais 50 anos e um moderno parque industrial com máquinas e equipamentos que agregam precisão e qualidade aos produtos, a **MEFSA está verdadeiramente capacitada para executar esse projeto**, desde as etapas de cálculo, desenho, fundição e usinagem, com total excelência.



A MEFSA é a única empresa brasileira autorizada pela Fundiciones Universo a utilizar os bicos filtrantes com múltiplas perfurações amparada pelo depósito da patente BR 102016025259-8, junto ao INPI, Brasil, desde 2017. Violações de patente são passíveis de penalização, tanto para quem vende quanto para quem compra. Só quem investe constantemente em inovação e tecnologia pode assegurar a qualidade e eficiência do produto.

CONHEÇA NOSSA SOLUÇÃO

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

 comercial@mefsa.com.br

 +55 (19) 3415-9200



CENÁRIO SUCROALCOOLEIRO

“A biomassa pode ser vista como nada mais do que uma bateria, que acumula energia dos fótons solares sob forma de energia química.” Gonçalo Pereira

Luiz Carlos Corrêa Carvalho
caio@canaplan.com.br

Um Olhar Pós-Covid 19

Para o Brasil, o ano de 2020 é outro ano perdido, numa outra década perdida! Ou o estranho 2020 é um divisor de águas, forçando mudanças e desenhando um novo “normal”?

A visão global se confunde com a do Brasil, ou são diferentes? A mídia tradicional perde espaço no mundo todo e as redes sociais tomam conta! A comunicação se tornou complexa com “fake News” em alta velocidade. A pandemia acelerou tudo, desde mudanças a relatos, quebrando formalismos e tradições, além de tirar muitas vidas mundo afora.

As gerações anteriores vêm sentindo muito isso tudo e desejam voltar ao que tinham, ao que era a sua vida. No entanto, do processo de mudanças ninguém escapará.

O Agro brasileiro, na pandemia, fez despertar no povo urbano a sua relevância e consistência, após longa campanha do “Agro é Pop” pela principal mídia televisiva do país. Foram momentos em sequência, o que fortaleceu o vigor, a imagem.

O período do COVID-19, no entanto, realçou aos nossos concorrentes aspectos que foram muito aproveitados contra nós: as queimadas na Amazônia correlacionadas com os desmatamentos, e a frágil postura do país com relação ao Acordo de Paris, entre outras. Todos esses aspectos estão diretamente relacionados a uma fraca comunicação e uma confusão entre estratégia de comportamento e apresentação das ideias pelo governo federal e, por outro lado, uma ideologia inconfessa dos interesses de fora e os de dentro.

O resultado foi por bastante tempo “batido” nas mídias internacionais e o atual governo brasileiro está muito pressionado para mostrar mudanças.

Do ponto de vista do Agro, o ano de 2020 pode ser considerado positivo, com recorde de oferta de grãos e crescimento efetivo das exportações. Essas exportações brasileiras do Agro totalizaram US\$ 77,9 bilhões de janeiro a setembro de 2020, com aumento de 7,50% em comparação com o mesmo período de 2019, em plena pandemia!

O açúcar de cana em bruto totalizou US\$ 5 bilhões! No mês de setembro/20, o açúcar foi o terceiro produto da pauta, com US\$ 888,4 milhões.

Em termos de Brasil, no entanto, o ano de 2020 é um desastre, com queda do PIB em cerca de 5 pontos percentuais negativos, forte crescimento do desemprego e assustador crescimento da dívida fiscal.

Com esses e outros fatos, o ano de 2020 é, de fato, um divisor de águas onde a pandemia serve como um tipo de acelerador de mudanças na forma de interação entre

empresas e pessoas, na ainda mais forte penetração de TI nas empresas e num processo de revisão de tendências, que será profunda e desafiadora.

A verdade é que mesmo antes da pandemia, esse processo vinha forte e o COVID 19 o acelerou de uma forma impressionante. No nível geopolítico, o foco norte-americano no slogan “America First”; o foco europeu na busca de “precaucionismos”; o foco chinês, nas dependências” e o foco Brasil? Qual é?

É impressionante a incrível capacidade do Agro brasileiro, por um lado; por outro, dividido entre uma narrativa de vítima (todos lá fora contra nós), outra de ideologia (é a esquerda querendo boicotar), ou mesmo outra de justificar nossos problemas de títulos de terra não formalizados e/ou queimadas e expansão de desmatamento da Amazônia não monitorados e falta de ações, além de interesses de ONGs; outro de responder erradas acusações com outras ligadas a um passado tão distante de desmatamentos como os ocorridos na Europa, por exemplo.

Em momento de rupturas tecnológicas, esconder-se do óbvio não vai levar a nada! Essa realidade deve fazer com que a aceleração da pandemia se junte, com força, as mudanças tecnológicas no agronegócio em suas longas cadeias produtivas.

Focando na cadeia de cana, pode-se antecipar que as oportunidades são muito interessantes no pós COVID-19. Como as discussões na mídia são sempre entre o branco e o preto, se esquece que há inúmeros tons de cinza entre eles! E é esse o ponto que deveria unir o Agro canavieiro e toda a sua cadeia: há uma posição global comum em torno de priorizar a saúde e a luta contra o aquecimento global no pós pandemia, valorizando sobremaneira a biomassa energética, a redução da poluição nas cidades com o uso do etanol, a bioeletricidade e o uso do biodiesel, com o impacto positivo da energia derivada da agro produção. A busca pela descarbonização do planeta levará os países asiáticos, onde haverá

enorme crescimento populacional e ganho de renda per capita, ao aumento de consumo de combustíveis e de açúcar!

Uma diferença extraordinária que caracteriza o Brasil como um país diferente, em termos de sua matriz energética é o fato que somos exportadores de petróleo, de etanol e de açúcar, ainda utilizando pouco do potencial existente. Isso faz com que o Brasil já realize a transformação energética que os outros países mal iniciaram no mundo. Essa transformação global será profunda e o Brasil já utiliza metade de sua energia veicular leve de produtos do agro.... há anos já fazemos essa transição!

No entanto, observa-se que as ações de governo e as informações da mídia caminham no sentido de uma anti-transição. Por que carro elétrico no Brasil? Por que o Ministério da Economia dá estímulo ao carro elétrico importado? Por que?

O Brasil tem história, protagonismo, liderança real nesse tema de etanol e, agora, do biodiesel. O RenovaBio, em 1º ano de implantação simplesmente está dando muito certo, o que é um orgulho ao país! O CBIO, que é o papel da finança verde substituindo carbono fóssil, em condição de mercado, foi de R\$ 5,00/t para R\$ 60,00/t de CO₂ em poucos meses!

Um olhar de tecnologia para esse setor indica alguns aspectos que merecem citação:

a) A tendência do mundo adotar em escala a política de crédito de carbono abraça o Brasil. Então, por que ficarmos distantes do Acordo de Paris do qual fomos protagonistas?

b) Essa tendência pressupõe, por exemplo, o foco no hidrogênio como o combustível do futuro próximo. O etanol tende a ser o produto a ser adotado pois utiliza a infraestrutura de combustíveis existentes, realizando a sua conversão em hidrogênio no próprio motor, com efetiva redução em potencial alto custo de estocagem do hidrogênio.

c) Dos carros flexíveis aos de célula de combustível, fica a lógica de uma tendência pois os carros elétricos terão “nichos” de mercado face seu elevado custo de infraestrutura e as limitações das baterias.

d) A produtividade agroindustrial canavieira só crescerá e há um enorme campo para as inovações e reduções nos custos de produção.

e) Os subprodutos do processamento da cana-de-açúcar têm valor crescente no mercado, que levam ao desenvolvimento de plantas de biogás e de energia elétrica.



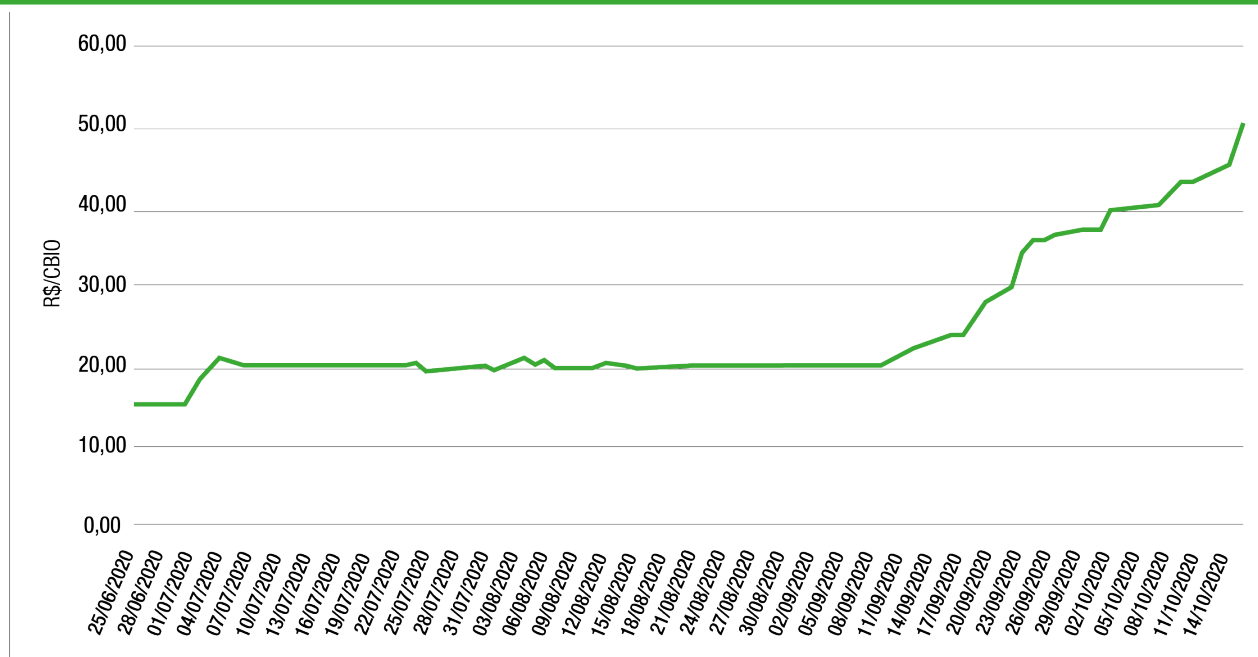
STAB

**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

Preços dos CBIOSs Negociados na B3



Fonte: B3

f) A cana-energia, ou seja, a cana muito rica em fibra e com produtividade agrícola muito elevada e longevidade de pelo menos 10 cortes, será outra inovação de grande impacto.

g) O etanol de 2ª geração, a partir das fibras da cana, ganhará destaque nesse desenvolvimento da cana-energia juntamente com a cana tradicional.

h) Soma-se a tudo isso a sinergia entre a cana-de-açúcar com a soja ou o amendoim ou, a crotalaria em rotação de cultura e/ou cultura intercalar, assim como as plantas flexíveis, de cana e milho, na produção em alta escala de etanol.

Esse olhar esbarra em questões a serem resolvidas no Brasil como o elevado endividamento setorial, a necessidade de maior confiança a ser conquistada pelo Brasil, o equacionamento da dívida fiscal brasileira, as reformas tributária e administrativa e a redução do chamado Custo Brasil.

Outra questão relevante é o nível de confiança dos investidores no Brasil. O risco do déficit fiscal (que, entre nós, todos os países do mundo o terão no pós COVID-19) e o difícil relacionamento entre os poderes da república, torna mais complexa a aprovação das Reformas fundamentais ao país, dão a amarga sensação de PIB crescendo sempre muito pouco. Isso traz desconfortável visão perspectiva e cria discussões infundáveis entre eleições. Um país que vem dividido há eleições, corre o risco do populismo e políticos com os olhos voltados apenas ao eleitor. O longo prazo não existe!

Um exemplo extraordinário atualmente, além do Agro, é o andamento das obras de infraestrutura no Brasil, sejam rodovias ou ferrovias que certamente respondem por boa parte do futuro que queremos. Mas é preciso muito mais e, esse “mais” significam Reformas essenciais que demandam entendimento político. É preciso construir pontes, não destruí-las!

Há questões a se ter muitas expectativas favoráveis, pelo que se vê neste texto. O RenovaBio, por exemplo, é uma enorme esperança pelo potencial que carrega que é muito mais do que se vê agora. Em fase de implantação, o RenovaBio ainda

mostrará enorme evolução nos anos a frente. Afinal, nas palavras sensatas de Gonçalo A. G. Pereira (UNICAMP) “o produtor de biocombustível começa a ser um minerador de CBIO e terá todo o interesse de produzir o máximo possível desses ativos financeiros do RenovaBio, a partir dos seus sistemas produtivos.” No entanto, é preocupante quando hoje se observa uma enorme dispersão de dados de produtividade do setor sucroenergético, mesmo em ambientes de produção semelhantes. Há, portanto, um enorme fosso separando o que sabemos do que fazemos!

O RenovaBio é uma grande chance para que se construa o fazer com o saber, amplificando o valor dos CBIOS e trazendo enorme capacidade de competitividade com sustentabilidade, à energia renovável brasileira (Gráfico 1).

Essa enorme e renovável “bateria solar” é um canal de cerca de 10 milhões de hectares, com não mais do que 5 milhões de hectares para a produção de etanol. Essa é a maravilha do diferencial brasileiro, pouco apreciado, infelizmente, pela mídia brasileira e pelos políticos da ideologia “quanto pior, melhor”.

SugarMax

Mais rendimento na
produção do açúcar



A tecnologia **SugarMax** proporciona maior recuperação de açúcar, com **elevação de até 14% na produção** em sc/ATR.

E você, qual o seu desafio na produção de açúcar?

Venha conosco e saiba como podemos contribuir para o seu sucesso!

Nós fazemos a diferença no seu negócio
para seu negócio fazer diferença no mundo.

Consulte um de nossos especialistas:
55.11.3732-0000 | info@prozyn.com.br | www.prozyn.com


prozyn
biosolutions for life



FALANDO DE CANA

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

Fisiologia da Produção Agrícola

“Aspectos fisiológicos da compactação do solo”

Nas áreas cultivadas com cana-de-açúcar é relativamente comum o aparecimento de camadas compactadas de solo nas profundidades acima de cinquenta centímetros ao longo do perfil, o que pode comprometer severamente a produtividade agroindustrial. Geralmente, em maiores profundidades também são maiores as pressões exercidas pelas camadas superiores sobre as subjacentes, provocando uma eluviação, ou seja, uma movimentação descendente de soluções ou colóides em suspensão. Em solos muito compactados, a extremidade das raízes têm o meristema apical radicular afetado, interferindo, conseqüentemente, na expansão do órgão. Isso acontece porque as raízes quando submetidas a qualquer tipo de anormalidade ou interrupção de seu crescimento e desenvolvimento têm seus processos vitais comprometidos, levando à uma diminuição na multiplicação celular do órgão. Como não poderia ser diferente, a expressão do potencial produtivo das plantas depende intimamente de sua capacidade de aproveitamento de água e nutrientes pelo sistema radicular.

As principais causas da compactação do solo são potencializadas pelos diversos métodos de preparo, uma vez que muitos deles movimentam de maneira excessiva a camada arável do terreno, provocando a destruição de microagregados, o que diminui a estabilidade das partículas. A compactação está relacionada à densidade que o solo apresenta, variando de acordo com os diversos fatores associados à sua origem, teor de matéria orgânica ou práticas culturais. Com o aumento da densidade do solo há, dentre outros problemas, uma significativa redução da porosidade, o que compromete a infiltração de água e favorece o processo erosivo.

Nas unidades sucroenergéticas produtoras de cana-de-açúcar a compactação do solo tornou-se um problema com maior relevância há alguns anos, principalmente após as mudanças decorrentes do sistema de colheita de colmos, que migrou da forma manual para a forma mecânica. Atualmente, na grande maioria das propriedades, durante as operações de retirada de colmos, é comum a realização de intensas manobras agrícolas nas áreas plantadas, em função do significativo volume de matéria verde produzida,

tornando essencial o tráfego de colhedoras, transbordos e tratores de grande porte. Além disso, o manejo das lavouras ainda conta com outras muitas operações que fazem uso intenso de diversos implementos, como cultivadores e pulverizadores, essenciais nas diferentes fases fenológicas da cana-de-açúcar. Essas operações podem, potencialmente, aumentar o grau de compactação do solo nas áreas de cultivo. Obviamente, o fato pode ser ainda mais agravado caso o referido tráfego ocorra em condições de alta umidade do solo.

A compactação reduz a capacidade de armazenamento hídrico no solo, interferindo na dinâmica dos nutrientes, de modo a diminuir o aproveitamento de água e elementos pelas plantas. Sendo assim, em solos compactados a adubação pode se tornar uma prática ineficaz ou resultar em grandes desperdícios, em função da alteração da movimentação dos nutrientes no perfil. Ainda, em solos compactados é favorecida a concentração de substâncias tóxicas na rizosfera, regiões periféricas do sistema radicular, o que facilita a proliferação de fungos e bactérias, além de atrair detritores oportunistas, como pragas e nematoides.

Sob outro aspecto, solos compactados têm diminuída a concentração de oxigênio, essencial para a respiração das raízes. Claro, quanto menos respira, menos o vegetal produz ATP, adenosina trifosfato, molécula energética presente no metabolismo; conseqüentemente, é reduzida a energia destinada ao desenvolvimento de suas estruturas. Normalmente, a fração gasosa do solo apresenta uma composição

química semelhante ao da atmosfera livre junto à sua superfície, porém exibe uma maior quantidade de gás carbônico, em função de sua intensa liberação durante a respiração que ocorre a todo instante no ambiente radicular. Em um solo seco, a concentração de gás carbônico gravita entre 0,5 a 1,0%, valor muito maior do que os teores geralmente presentes no ar, que é de aproximadamente 0,03%. Por outro lado, no solo, o oxigênio tem sua concentração diminuída em relação à atmosfera, em função do consumo pelos microrganismos e raízes que ocupam a subsuperfície. Oxigênio e gás carbônico podem estar dissolvidos na solução do solo, mas a principal forma de troca dos mesmos

ocorre na sua fração gasosa não preenchida pela água ou pelas partículas sólidas. A adição de matéria orgânica ao solo tende a reduzir a densidade, consequentemente, a compactação, em função da expansão e capacidade de retenção de água pelas partículas que contêm carbono. A prática de rotação de culturas pode tornar mais eficiente o sistema radicular das plantas, o que, em certas situações, auxilia na descompactação do solo. Os resíduos vegetais presentes na superfície do terreno também contribuem sobremaneira para a proteção do solo, assim como acontece com os resíduos provenientes da colheita de colmos sem o processo de queima. A degradação desses resíduos orgânicos leva à uma mineralização paulatina de nutrientes, tornando o solo mais fértil a longo prazo. Esse é um dos motivos pelo qual os restos culturais, compostos orgânicos, ou fontes de matéria orgânica presentes nas lavouras de cana-de-açúcar podem proporcionar um aumento do número de colmos colhidos por área; até porque os resíduos orgânicos atuam como estimulantes da atividade microbiana no complexo solo-planta.

Contudo, é fundamental uma avaliação periódica das condições do solo nas áreas de produção, pois na medida do possível a compactação deve ser prevenida ou evitada mediante a adoção efetiva de práticas agrícolas destinadas a esse fim.



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

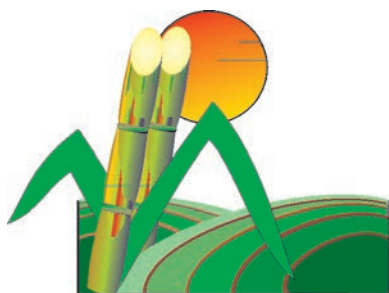
Gostaria de ter acesso ao acervo de trabalhos de Tecnologia | Pesquisa da Revista STAB?

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

STAB

lycbr.com



SOLUÇÕES DE CAMPO

Claudimir Pedro Penatti
claudimirpenatti@gmail.com

Aplicação de Calcário no Sulco de Plantio da Cana-de-Açúcar

Atualmente as novas tecnologias tem se mostrado bastante agressivas na cultura da cana-de-açúcar, principalmente os adubos organominerais, bioestimulantes, uso da matéria orgânica para recuperação da fertilidade dos solos, rotação de culturas, adubação verde e hoje se fala muito da recuperação da microbiologia dos solos com o uso de bactérias e fungos com ou sem a adubação mineral. Outra tecnologia, não menos importante e não recente, como dizia Lavoisier (pai da química moderna) nada se cria, nada se perde, tudo se transforma, é a aplicação de calcário no fundo do sulco que se tem discutido muito atualmente. Esta atividade já foi estudada na década de 80 pelo Professor Dr. Nadir da Glória, onde além do sulco, fazia a recomendação de calcário localizado ao lado das linhas de soqueiras de cana. O calcário utilizado era mais fino e com PRNT mais elevado, não tanto como os óxidos atualmente usados.

Nesta época, Penatti e Armene Conde fizeram um experimento com aplicação de calcário no fundo do sulco de plantio da cana-de-açúcar em solo arenoso na Usina Quatá no ano de 1984, que vamos descrever neste artigo.

Lembrando que através da calagem é possível corrigir a acidez superficial do solo, geralmente na camada de 0-30 cm de profundidade, permanecendo ácido o subsolo e, muitas vezes, praticamente impenetrável às raízes, limitando a ação das culturas na absorção de água e nutrientes. Doses elevadas de calcário em solos arenosos podem corrigir até 50 cm de profundidade.

Funções da calagem: Reduz a acidez do solo; Fornece Ca e Mg para camada arável; Diminui o Al, Mn e Fe tóxico no solo; Aumenta a resistência a seca pela maior absorção de água e de nutrientes; Melhora o aproveitamento dos nutrientes aplicados como adubos minerais e aqueles já presentes no solo; Aumenta a disponibilidade de P e Mo no solo; Aumenta a decomposição da palhada; Aumenta a CTC do solo (cargas dependentes de pH); Melhora as propriedades físicas do solo (agregação - Ca^{++}); Aumenta a atividade microbiana; Aumenta fixação biológica do N_2 do ar; Aumenta a eficiência dos adubos fosfatados solúveis; Aumenta a produtividade e; Aumenta a longevidade do canavial.

Experimentos com aplicação de calcário no sulco de plantio da cana-de-açúcar realizados no Estado de São Paulo foram contraditórios, alguns apresentando respostas e outros não (Marinho e Albuquerque, 1981; IAA/Planalsucar, 1983; Vargas, 1981). Na Costa Rica, a explicação pelo fato de não se ter resposta positiva do calcário no sulco, foi atribuída ao desequilíbrio nutricional provocado pela localização e pelas doses usadas do produto (Morelli, 1971).

Hoje, os calcários com PRNT elevados, acima de 100% e de óxidos de cálcio e magnésio, PRNT acima de 150 estão sendo usados localizados nas linhas de soqueiras de cana e no sulco de plantio como fornecedores do cálcio e magnésio e não como corretivos da acidez, que é realizada em área total por calcários de PRNT abaixo de 100%. O fornecimento localizado permite facilidade de aplicação e redução do custo com o calcário devido a redução da dose usada.

Um dos poucos experimentos realizados com calcário no sulco foi instalado por Penatti e Conde em solo Latossolo Vermelho Amarelo, na Usina Quatá, em 1984 e colhido em 1985 e 1986. As doses de calcário foram calculadas com base na dose recomendada de 2,25 t/ha para área total. Obteve-se respostas significativas para as doses do produto em cana planta e com pouco efeito residual na soqueira (Tabela 1).

O experimento foi instalado com a variedade SP70-1143. Foi utilizado o delineamento experimental de blocos ao acaso com quatro tratamentos e cinco repetições. Cada parcela constou de oito sulcos de 25

metros de comprimento e espaçamento de 1,40 m. Os tratamentos foram: controle sem calcário, 375 kg de calcário/ha, 750 kg de calcário/ha, 1500 kg de calcário/ha e 1.500 kg de calcário/ha. Todos os tratamentos receberam a mesma adubação de 10-108-106 kg/ha de N-P₂O₅-K₂O. O calcário foi o dolomítico com 23% de CaO, 16% de MgO e PRNT de 50% apenas. Para calcular a dose recomendada de calcário utilizou-se a fórmula de recomendação do Instituto Agrônomo de Campinas.

Os tratamentos constaram de 1/6, 1/3 e 2/3 da dose recomendada para área total (2,25 t de calcário/ha). Considerou-se, para fins de cálculo, a profundidade de 25-50 cm, visando-se obter a saturação de bases de 50%.

Finalizando, para que os objetivos da calagem sejam atingidos em sua plenitude, é necessário que o técnico que orienta o agricultor se familiarize com os conceitos modernos sobre corretivos da acidez dos solos, a classificação de acordo com a legislação brasileira, as características dos corretivos quanto à natureza química dos constituintes, o poder de neutralização (PN), os teores de cálcio e de magnésio, a solubilidade, a granulometria, a reatividade, o efeito residual e o poder relativo de neutralização total (PRNT).

Calcários mais reativos (PRNT mais elevados) tem sua reação no solo mais rápida, mas com menor efeito residual e terão um efeito na planta mais rápido. Hoje o uso de óxidos vem se tornando rotina aplicados no sulco, nas linhas de cana planta e soqueiras e em mistura com a torta de filtro ou outra fonte de matéria orgânica.

TABELA 1. EFEITO NA PRODUTIVIDADE DE CANA (T/HA) COM A LOCALIZAÇÃO DE DOSES DE CALCÁRIO NO FUNDO DO SULCO DE PLANTIO

Calcário (kg/ha)	Cana planta	Cana soca
	t de cana/ha	
0	115	86
375	121	90
750	130	84
1500	120	88

Foto: Penatti e Conde, 1987

A aplicação de corretivo em área total apresenta melhor resultado do que no sulco, quando ocorrer no solo a presença do elemento ferro, alumínio e manganês em níveis tóxicos, pois acaba complexando esses elementos e não apenas fornecendo cálcio e magnésio quando no sulco.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ALCARDE, J.C. Corretivos da acidez dos solos: características e interpretações técnicas. São Paulo, Associação Nacional para Difusão de Adubos e Corretivos, 1992. P. 1-26. (Boletim Técnico, 6).
- MORELLI, M. Influência da calagem no complexo de troca e movimentação de cálcio e magnésio em um andosol da Costa Rica. Turrialba, Instituto Interamericano de Ciências Agrícolas de 1ª OEA. 70p. 1971 (dissertação de mestrado).
- PENATTI, C.P.; BONI, P.S.; CONDE, A.J.; SALATA, J.C. Efeito da aplicação de calcário no sulco de plantio de cana-de-açúcar. Boletim Técnico COPERSUCAR, Piracicaba, SP. 1987. 17-20p.
- et alii. Nutrição e adubação da cana-de-açúcar no Brasil. Piracicaba, IAA/PLANALSUCAR, 181-208p. 1983. (Coleção Planalsucar, 2.).
- VARGAS, J.T.D. Efeito na cultura de cana-de-açúcar (*Saccharum spp*) da aplicação de calcário como corretivo e adubo em solo de cerrado. Piracicaba, 1981 (dissertação de mestrado, ESALQ/USP, mimeo.).

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, Pentes, Rodetes, Mancais e Semi-Casquilhos, Eixos, Flanges, Cabeçotes Hidráulicos, e demais componentes.

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



MEFSA
MECÂNICA E FUNDIÇÃO
SANTO ANTÔNIO LTDA

SINÔNIMO DE
SEGURANÇA E
TRANQUILIDADE

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



MECANIZAÇÃO

Marco Lorenzo Cunali Ripoli
mr@marcoripoli.com

O Efeito Biden no Agro

Recentemente escrevi sobre o atual presidente Donald Trump e sua política agrícola. Agora, tendo em vista o resultado das últimas eleições americanas, na qual se confirmou Joe Biden como o próximo sucessor ao comando da maior potência mundial, sinto que seja oportuno comentar um pouco sobre o plano de Biden.



O plano visa tornar a agricultura americana a primeira do mundo a alcançar zero emissões de carbono por meio de incentivos, permitindo que os produtores rurais tenham acesso e conhecimento aos mercados de carbono no mundo.

Presidente Biden sugere uma expansão significativa do programa destinado a pagar aos agricultores que adotem práticas ambientalmente corretas, especialmente aquelas que ajudam a sequestrar carbono no solo.

Este plano requer uma renovação da comercial e política para impulsionar as exportações, aumentar o investimento em energia renovável, melhor conectividade rural e o fortalecimento da compra de produtos locais — já considerados prioridades na agenda rural e agrícola do antigo governo de Obama.

Ao alinhar a política comercial e a ambiental o novo governo pretende combater as mudanças climáticas, as tais ameaças existenciais, criando fontes de receita para os agricultores em um momento em que muitos estão lutando para sobreviver.

Os agricultores tiveram uma receita significativa na renda à medida que os preços das commodities subiram (por exemplo, soja com 20%, milho com 6%, trigo com 5%, laranja com 15% e açúcar com 7%, algodão estável), mesmo com as políticas comerciais do presidente Donald Trump que provocaram uma onda de tarifas retaliatórias contra os produtos agrícolas americanos.

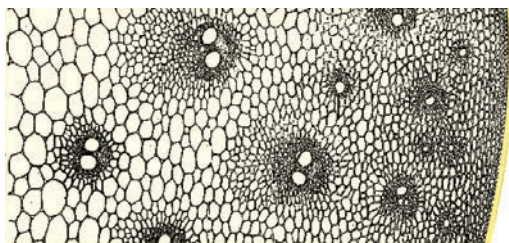
"Para muitos americanos do meio rural, não existe caminho para a classe média se permanecerem em suas zonas rurais", diz Biden. Para o novo presidente, existe uma obrigação de reconstruir a classe média americana, independentemente de seu gênero, raça, orientação pessoal ou endereço."

As relações diplomáticas entre Estados Unidos e Brasil provavelmente se tornarão mais turbulentas a partir de 2021, com a vitória de Joe Biden nas eleições presidenciais, já que o presidente Jair Bolsonaro é um admirador de Donald Trump.

Uma consequência imediata seria que o Brasil teria mais dificuldade em negociar com os Estados Unidos, seu segundo maior parceiro comercial. Contudo, o Brasil é o único país sul-americano onde os Estados Unidos têm uma oportunidade para conter a crescente influência de China.

Finalizando, os Estados Unidos é um dos principais concorrentes no agronegócio e existem oportunidades de ampliar a as relações de cooperação com eles em bioenergia, coordenação multilateral, segurança alimentar e sanitária e, inovação. Deveremos explorar novas formas de interlocução com o novo governo de Biden.

O Agro Não Para!!



TÓPICOS DE FISILOGIA

Paulo R. C. Castro e Gabriela R. Campos
prcastro@usp.br

Citogenética da Cana-de-Açúcar

As variedades modernas de cana-de-açúcar derivaram de cruzamentos de pelo menos quatro espécies de *Saccharum* como fonte de material genético. Variedades modernas também suportam alto número de cromossomos neuploides levando a aumentos cromossômicos devido a certos cruzamentos e retrocruzamentos. Entretanto, o comportamento do cromossomo é similar àquele dos alopoliploides apesar de sua grande complexidade, resultando que tais variedades podem responder ao cruzamento parental como os diploides. Sugeriu-se que a heterose altamente desejável no melhoramento da cana-de-açúcar, resulta de uma ação complementar de genes transmitidos das diferentes formas parentais.

Na cana-de-açúcar existe uma boa possibilidade para a exploração do vigor híbrido, por ser um cultivo propagado vegetativamente. Para se iniciar uma hibridização de sucesso, a informação sobre a prepotência dos parentais com relação à habilidade de combinação, ajuda o melhorista a fazer uma escolha mais adequada. Tem sido considerada a habilidade de combinação e a ação gênica pela utilização do sistema dialélico em cana-de-açúcar. Entretanto, existem muitas limitações para se obter informações através da análise dialélica, enquanto o sistema linha x teste não tem muita limitação. Assim, a heterose em relação ao desempenho pode ser desenvolvida através do sistema linha x teste. Podem ser realizadas observações em 5 touceiras de cana: entrenós por cana, peso dos colmos, diâmetro do colmo, brix, % de sacarose no caldo, coeficiente de pureza, açúcares redutores e % de fibra.

Os efeitos da heterose têm sido expressos como o aumento na porcentagem nos valores superiores aos parentais. Análises de variância para as características estudadas indicam diferenças genéticas entre os parentais, híbridos e parentais x híbridos. A variação significativa dada por parentais e híbridos indica resposta heterótica significativa. Vinte e quatro cruzamentos, obtidos de oito linhas x três testes foram estudados para os parâmetros acima relacionados.

O estudo revelou a inexistência de associação entre o efeito da habilidade combinatória e a resposta heterótica, assim como entre desempenho e a resposta heterótica. Sendo a massa do colmo o mais importante componente da produção, foi tomado como base para a seleção dos cruzamentos.

Deste modo, tais combinações cruzadas podem ser exploradas com a máxima extensão nos programas de melhoramento. Assim sendo, a ação gênica complementar deve alcançar melhor resultado a partir do cruzamento de diversos genótipos.

A predominância de bivalentes nas variedades modernas de cana, as quais citologicamente se assemelham a alopoliploides levou-se a considerar uma abordagem de cruzamentos parentais, de forma que a homozigose possa ser previsível. Notou-se que esses diploides legítimos vão reduzir a heterozigose por cerca da metade em cada geração. Entretanto, as canas modernas cujos cromossomos formam bivalentes podem ser submetidas a uma abordagem de intracruzamentos para estabelecer homozigose mais do que podem os mesmos diploides.

Pesquisa na Índia foi efetuada para esclarecer a origem genética da *S. officinarum*. Considerou-se ser um octaploide ($2n=80$) com um número básico de $x=10$ cromossomos, retrocruzamentos sucessivos com *Sclerostachya fusca* silvestre produziram uma homologia entre cromossomos parentais, os quais começaram a se manifestar em progênies diploides e haploides.

Na condição haploide 5 cromossomos de *S. officinarum* parearam consistentemente com 5 cromossomos da *Sclerostachya* parental. Foi então proposto um número básico de 10 cromossomos, composto de dois conjuntos de $x=5$ cromossomos cada. A identificação de um ancestral comum *Saccharum-Sclerostachya* tendo $x=5$ cromossomos, requer uma série de cruzamentos interespecíficos e intergenéricos utilizando complementos reduzidos de *S. officinarum*.

Foi publicada uma revisão citológica da subtribo *Saccharinae* na qual o número de cromossomos e o comportamento meiótico de certos gêneros estavam presentes pela primeira vez. Doze gêneros de 28 espécies foram listados para a subtribo, e todos os gêneros nos quais mais de uma espécie foi estudada continha extensiva poliploidia. O número básico de cromossomos que ocorreu com a maior frequência foi de cinco ou dez. Verificou-se que os cromossomos eram pequenos, mas alguns eram muito menores do que os outros, como se um sistema filogenético estivesse se manifestando desde grandes cromossomos até pequenos.

Diferenças morfológicas dentro da subtribo foram descritas e ordenadas ao longo de linhas filogenéticas. Tendo esses fatos por fundamento, estabeleceu-se a hipótese de uma via evolucionária para *Saccharinae*. No esquema da via nota-se a posição intermediária de *Erianthus*, entre *Eriochrysis* e *Saccharum-Narenga*. Caracteres morfológicos faltam em *Erianthus* enquanto *Saccharum* e *Narenga* mostram diferenças na estrutura da panícula.

Foram estabelecidos grandes ganhos no desenvolvimento de novos clones em dois principais eventos na história do melhoramento varietal. O primeiro se refere à redescoberta da fertilidade na cana-de-açúcar, seguida por uma mudança na ênfase para a exploração e importação de cruzamentos controlados e seleção; sendo que o segundo envolveu o melhoramento da P.O.J. 2878, caracterizado por resistência a doenças e transmissão de vigor a partir do parental

silvestre *S. spontaneum*, que motivou os melhoristas de cana por todo o mundo a seguir o exemplo da hibridização interespecífica. Foram estabelecidas duas abordagens para se chegar aos resultados desejados.

A primeira baseada na tese de que os clones modernos de cana-de-açúcar são citogeneticamente equilibrados entre cromossomos de *S. officinarum* e de *S. spontaneum*, nos quais as transmissões formais extras são mais tarde mascaradas por caracteres indesejáveis. Novos equilíbrios devem ser induzidos pela criação de novos níveis de poliploidia. A segunda abordagem envolve a translocação induzida de material genético, em um processo no qual pode ser possível reter segmentos de cromossomos desejáveis e eliminar segmentos de indesejáveis. Isto pode induzir a expressão de novos genes de diversas espécies para serem incorporados nos novos genótipos de cana-de-açúcar. Nesse contexto, considerou-se a possibilidade das novas variedades poderem ser melhoradas até um nível de 80 cromossomos. Incrementar o melhoramento da cana-de-açúcar faz-se necessário em quase todas as regiões em que ela se desenvolve.

Em algumas áreas, como por exemplo em Porto Rico, a manutenção da agroindústria da cana-de-açúcar depende do melhoramento varietal e do manejo. Entretanto, no processo de hibridização interespecífica da cana, somente poucos clones de espécies silvestres têm contribuído atualmente para o genoma da cana moderna. Por exemplo, *S. spontaneum Java*, que entra no genoma de muitas variedades comerciais, através do híbrido natural *Kassoer*, tem contribuído com somente um gameta para as canas modernas. Uma forma das Filipinas de *S. spontaneum* ($2n=80$) também contribui com apenas um gameta. Similarmente, a forma Coimbatore de *S. spontaneum* tem transmitido germoplasma através de somente um gameta, apesar de ser através de diversos híbridos F1.

Um gameta de *S. robustum* tem sido utilizado no melhoramento praticado na Austrália. Nenhum germoplasma fora do gênero *Saccharum* foi utilizado para se obter as modernas variedades de cana-de-açúcar; assim os gêneros *Sorghum*, *Zea*, *Euclaena*, *Coix* etc., não participaram na formação do germoplasma das canas comerciais. A não utilização do abundante germoplasma interespecífico deve-se ao fato de que a hibridização interespecífica tem sido realizada na cana-de-açúcar por mais de dez décadas, enquanto que para a maioria dos outros cultivos o conceito é ainda relativamente novo. Cinco espécies de *Saccharum* (contando a *S. sinense*) têm contribuído como ancestrais das variedades modernas

Talvez o enorme sucesso já obtido no melhoramento da cana-de-açúcar tenha obscurecido a necessidade de continuar o melhoramento de alguma outra maneira.



GERENCIANDO PROJETOS

Tercio Dalla Vecchia
tercio@reunion.eng.br

Energia: Uma Pequena Reflexão e Um Grande Trabalho!

Lei da Conservação da Energia: “Num sistema fechado, a energia se conserva”. Conclusão: A energia num sistema isolado pode ser transformada em diferentes tipos de energia, mas a sua quantidade total sempre será a mesma!

A energia está presente no universo de diversas formas. Dentro de uma usina sucroenergética podemos contar com:

Energia química. Esta energia está contida nas moléculas dos produtos contidos no bagaço e no caldo de cana.

Energia elétrica: Produzida nos geradores e utilizada nos motores elétricos que transformam a eletricidade em trabalho, na iluminação, em sistemas de aquecimento etc.

Energia Potencial e Entalpia são formas de energia sempre presentes nas usinas.

Trabalho: A energia do movimento. É uma energia em trânsito. Ou seja, o trabalho não é armazenado. Ele só aparece durante um processo. Ele pode ser transformado em outras formas de energia armazenáveis como energia potencial, Entalpia e outras.

Calor. O calor, assim como o trabalho, é uma energia em trânsito e por isso não pode ser armazenado como tal. Mas pode ser transformado em outros tipos de energia armazenáveis como Energia Interna, Energia de pressão e outras.

As transformações de energia na usina:

Química em calor: A queima do bagaço é uma reação química que gera calor.

Calor em Entalpia. O calor gerado na queima do bagaço é parcialmente transformado em energia de pressão e energia interna do vapor. Chamamos a soma destas duas energias de Entalpia. O resto do calor é dissipado para a atmosfera através dos gases da chaminé.

Entalpia em trabalho: O vapor com alta entalpia passa pelas pás das turbinas rodando-as e, portanto, gerando Trabalho. Sai da turbina com baixa entalpia.

Trabalho em energia elétrica. O eixo da turbina gira o eixo do gerador que transforma o trabalho em energia elétrica.

Energia elétrica em Trabalho. A energia elétrica é distribuída e, na sequência, utilizada nos motores elétricos para gerar trabalho (bombas e acionamentos diversos).

São dezenas de processos termodinâmicos numa usina!

POIS BEM! Porque falei tudo isso aí atrás?

Toda transformação de energia, por melhor que seja o equipamento ou o processo, gera calor que não pode ser aproveitado no sistema e é dissipado para o ambiente aquecendo gradativamente o Universo... Um caminho sem volta pelo conhecimento humano. Que medo! (Risos)

Quanto menos eficiente nosso processo mais calor é perdido!

As usinas perdem muita energia. Ou seja, a sua eficiência energética é baixa.

Como energia é \$\$\$, a pergunta é como aperfeiçoar os processos para reduzir as perdas e criar valor para a empresa?

O primeiro aspecto a verificar é quais são as fontes de ineficiência energética das usinas. Apresentamos alguns destes pontos.

Caldeiras. Altas temperaturas dos gases na chaminé, excesso de ar, temperatura baixa da água de alimentação, isolamento térmico ineficiente.

Turbinas. Baixas eficiências termodinâmicas resultantes de projetos ineficientes ou turbinas que trabalham fora do ponto ótimo implicam em altas temperaturas do vapor de escape ou vapor de condensação (alta entalpia no vapor de escape). Lembrando que numa turbina de condensação o vapor de escape é condensado liberando calor que depois é dissipado na atmosfera!

Bombas: Bombas superdimensionadas e trabalhando fora do ponto tem baixa eficiência gastando mais energia elétrica do que a necessária. O tipo de bomba ou o diâmetro do rotor podem não ser os mais apropriados e causando diminuição da eficiência.

Isolamentos térmicos. Os processos de troca de calor ou que trabalham á quente devem ser muito bem isolados termicamente para evitar a fuga do calor para a atmosfera. Decantadores, colunas de destilação, caldeiras, trocadores de calor são fontes de perda de calor para a atmosfera.

Motores elétricos. Basta chegar à mão perto de um motor elétrico em funcionamento para sentir o calor que emana do mesmo para a atmosfera. Esta é a prova mais cabal da ineficiência do motor. Hoje existem ferramentas e motores de alta eficiência que podem reduzir substancialmente a ineficiência. Nota: qualquer pessoa que for tocar em um equipamento elétrico tem que ter conhecimento ou toma o risco de levar um choque que pode causar graves injurias ou mesmo a morte.

Cabos de energia mal dimensionados, Centro de Comando de Motores mal posicionados, baixo fator de potência, subestações sobre utilizadas, iluminação mal distribuída e outros são causas de ineficiência no uso da energia elétrica.

Automação Burra. Muitas vezes as pessoas mostram lindas telas de computador com todos os processos da Usina e dizem que o nível de automação é uma maravilha. Entretanto, ao correr o campo, percebe-se que é pura ilusão. O sistema está fora de ponto trazendo todo tipo de ineficiência para a usina, inclusive o energético.

Diluições excessivas, ou seja, adição de água no processo desnecessariamente, perdas físicas (vazamentos), excesso de uso de água nos resfriamentos e outros também devem ser avaliados.

A gestão integrada da energia pode contribuir muito para a economia substancial de bagaço e água e/ou maior exportação de energia.

Desta forma, proponho a todas as usinas um trabalho de levantamento e análise das eficiências energéticas de cada um e de todos os seus processos. Este estudo deve ser realizado por empresas de engenharia multidisciplinar que dominem todos os processos da usina.

É garantida uma melhora na eficiência energética da Usina resultando, no final em \$\$\$!

Estou à disposição para completar as informações.
Mudando de alhos para bugalhos.

Esta é a última edição do ano de 2020. Ano marcado pelo desafio da pandemia do corona vírus, pela tristeza da perda de entes queridos, pelo distanciamento dos amigos, pela ausência de abraços, pelo sorriso emitido pelo olhar!

Deixo aqui minha homenagem a todos aqueles que têm contribuído para a redução dos danos da pandemia, principalmente os profissionais da saúde, mas também para policiais, atendentes de supermercados, motoristas de ônibus, Uber, taxis e caminhões, entregadores cruzando os lugares de moto, bicicleta ou a pé e muitos outros.

Deixo aos meus leitores meus abraços virtuais afetivos e meus melhores votos para que 2021 seja o ano dos abraços apertados, dos sorrisos abertos e da saúde a todo esplendor.

FELICIDADE ACIMA DE TUDO! Nos vemos ano que vem!!!



SOLUÇÕES DE FÁBRICA

Celso Procknor
celso.procknor@procknor.com.br

Cristalização com Três Massas

O início da pandemia do novo Corona vírus, em março passado, literalmente virou do avesso o mix de produção açúcar/etanol definido pelas usinas de uma safra para a outra. Durante a safra de 2019 houve muito esforço para maximizar a produção de etanol e em 2020, a partir de abril, todos os esforços estiveram concentrados para se obter a máxima produção de açúcar.

O preço do açúcar nas bolsas internacionais, o qual depende muito do potencial de exportação da indústria brasileira e da taxa de câmbio do Real frente ao Dólar, cria condições específicas que tornam as nossas usinas extremamente competitivas para exportar açúcar, uma grande vantagem considerando a queda na demanda do etanol, causada pela pandemia.

Nestes tempos de picos de exportação de açúcar, é natural que todos os produtores queiram aumentar a sua capacidade de produção de açúcar para maximizar os seus ganhos em 2020 e ainda fixar preços adequados para as próximas duas safras. Nestas situações específicas de mercado, sempre surgem as questões a respeito de valer ou não a pena usar sistemas de cozimento com três massas.

Trata-se de uma questão que não tem uma única resposta que possa se adequar a todos os casos da indústria. Como todo engenheiro, sempre começamos a responder as questões com o uso da palavra “depende”. Assim a resposta vai “depende” de cada caso específico e da estratégia adotada pela empresa com respeito às expectativas futuras em relação à capacidade de variação do mix de produção açúcar/etanol.

Para produzir açúcar temos antes que produzir xarope na evaporação, de preferência com brix adequado na faixa entre 65% e 68%, pelo menos. A recuperação no sistema de cozimento, a qual pode ser estimada em função dos valores de pureza do xarope e do mel final, indica qual a percentagem da sacarose contida no xarope que pode ser vendida como açúcar.

O tacho a vácuo usado no cozimento, seja do tipo em bateladas ou contínuo, é na realidade um cristalizador de sacarose e, na prática após a centrifugação, conseguimos recuperar na forma de cristais cerca de 55% da sacarose contida no xarope na massa A, por exemplo.

Não conseguimos cristalizar os 45% restantes no tacho a vácuo porque o licor mãe, em volta dos cristais, fica com uma concentração de sacarose muito baixa e então começa a ocorrer a dissolução dos cristais já formados anteriormente.

Com a massa B procuramos obter mais 55% de cristais dos 45% de sacarose restantes, ou seja, cerca de 24,5% do total da sacarose contida no xarope. Assim, a recuperação de açúcar com sistema de duas massas varia na faixa de 76% a 80%, sendo o valor mais baixo coerente com a produção de açúcar branco de baixa cor e o valor mais alto coerente com a produção de açúcar tipo VHP já que recuperação e qualidade são parâmetros conflitantes.

Com a massa C, inclusive com eventual cristalizador por resfriamento, procuramos cristalizar o máximo dos 20% restantes da sacarose originalmente contida no xarope. Em outras palavras, estamos falando em aumentar a produção de açúcar na faixa de 11% em relação à quantidade de sacarose presente no xarope. Assim, com um sistema de três massas a recuperação varia na faixa de 86% a 90%, ou seja, podemos produzir cerca de 13% a 15% mais açúcar em relação à produção com duas massas.

Portanto, quando desejamos aumentar a produção de açúcar, a decisão de se adotar ou não a terceira massa vai depender do mix de produção açúcar/etanol esperado e das capacidades existentes nos sistemas de tratamento de caldo e de evaporação da indústria.

A grosso modo, se a indústria já está produzindo de 90 a 100 kg/tc (1,8 a 2,0 sacos/tc) com uma cana de teor de sacarose médio típico de 14,5% (145 kg/tc), a única maneira de aumentarmos a produção será com a introdução da terceira massa. Isto porque neste caso todo o caldo já está sendo utilizado para a produção de açúcar.

Mas se a indústria está produzindo por exemplo de 60 a 70 kg/tc (1,2 a 1,4 sacos/tc) com duas massas, será possível aumentar a produção em até 45% mantendo-se o sistema de cozimento existente, mas a capacidade do sistema de evaporação deverá ser verificada de forma a garantir brix de xarope de 68% no mínimo, para evitar que os tachos operem parcialmente como evaporadores.

Mas, para produzir mais xarope aumentando a capacidade da evaporação, é necessário dispor de mais caldo clarificado que foi tratado para a produção de açúcar, ou seja, dispor dos aquecedores e dos clarificadores correspondentes, sendo assim preciso cuidar dos investimentos na área de tratamento de caldo.

Sabemos que um sistema com terceira massa para aumento de produção de açúcar se encaixa muito bem quando a capacidade da evaporação está otimizada no seu limite e quando o sistema de cozimento e de centrifugação de massa A e massa B tem uma folga na faixa de 15%. Neste caso muito específico podemos aumentar a produção com o menor investimento possível implantando a terceira massa.

Por outro lado, quando esta condição especial acima não existe ou quando o mix de produção açúcar/etanol não

passa de 1,8 sacos/tc, sem dúvida o sistema com duas massas é o mais recomendado.

Uma variante da afirmação acima que deve ser discutida é quando a usina busca produzir açúcar de alta qualidade. Trata-se de desviar o caldo filtrado para a produção de etanol, diminuindo-se assim a possibilidade de material insolúvel no açúcar. Neste caso, uma terceira massa para produzir mais açúcar de qualidade sem uso de caldo filtrado poderia ser avaliada.

Do ponto de vista da qualidade do açúcar, o melhor esquema para se obter uma boa qualidade é com a dissolução completa do magma C para mistura com o xarope.

Do ponto de vista de mínimo consumo de vapor e de menor necessidade de equipamentos, o melhor esquema é aquele que utiliza o magma C como pé do cozimento B e o magma B como pé do cozimento A (Sistema Duplo Magma).

O cozimento C opera normalmente com baixas taxas de evaporação, em função da viscosidade da massa e para se ter o tempo adequado para um bom esgotamento do licor mãe. Assim, com tachos a vácuo contínuos, é possível utilizar vapor V3, o que favorece o balanço de energia da planta.

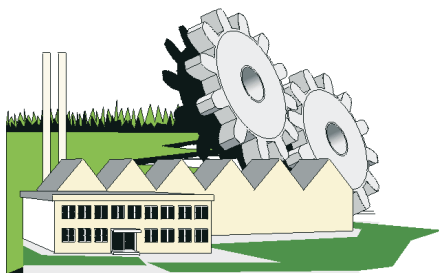
Analisando os balanços de massa e de energia para várias possibilidades podemos tirar algumas conclusões que se aplicam mais ou menos de uma forma geral. Na faixa de 1,3 sacos/tc o sistema com duas massas, usando caldo primário da moenda se for o caso, é imbatível. Na faixa de 1,5 sacos / tc o sistema de três massas com caldo primário é uma possibilidade que pode ser analisada no eventual caso de produção de açúcar de alta qualidade. Na faixa de 1,7 sacos / tc a maior necessidade de evaporação é indispensável porque temos que usar o caldo secundário, e assim a terceira massa perde suas vantagens. Na faixa acima de 1,8 sacos / tc a terceira massa é uma solução natural.

O caldo filtrado impõe uma carga considerável na evaporação e pode eventualmente contribuir para piorar a qualidade do açúcar, e assim a sua utilização deve ser cuidadosamente avaliada.

A qualidade do açúcar é um fator importante que deve ser levado em conta em todos os casos, já que é possível, por exemplo, adotar duas massas e recuperação baixa no cozimento visando sempre açúcar de excelente qualidade durante toda a safra.

O balanço de vapor é outro fator que deve sempre ser levado em conta na tomada de decisão, a qual em última análise vai depender de sabermos se o preço do açúcar adicional produzido vai pagar o investimento em um prazo adequado para os acionistas.

Resumindo, a introdução da terceira massa pode ser eventualmente um investimento com bom retorno econômico, mas depende das condições específicas do processo disponível na usina, as quais devem ser analisadas com critério.



FALANDO DE FÁBRICA

Florenal Zarpelon
fz7@uol.com.br

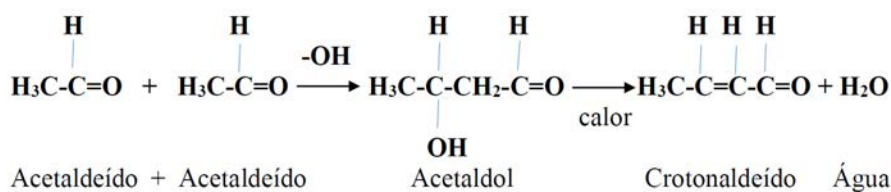
Formação de Crotonaldeído

No Brasil costumou-se chamar de álcool “outros fins” o álcool que não se destina para uso combustível, portanto, enquadrando-se neste conceito o álcool industrial, álcool neutro e os chamados Álcool Coreia e Álcool Japão, estes sendo produtos típicos de exportação. Com o aparecimento da pandemia do covid-19 houve um aumento considerável da demanda do álcool Coreia e do álcool neutro, e o destino seria provavelmente para a produção de álcool padrão 70%, também como gel, para uso como antisséptico / desinfetante.

O álcool neutro tem especificação rígida, onde a maioria dos congêneres (impurezas) são ao nível de Não Detectável (ND), pois, na química analítica prefere-se usar esta notação ao invés de garantir o zero.

A especificação do álcool Coreia é muito mais branda inclusive na graduação, pressupondo-se que se destina a um reprocessamento para purifica-lo ou um uso “in-natura” para fins menos nobres, como o próprio álcool gel. Mas, entre as impurezas uma delas, o crotonaldeído, tem merecido destaque e com exigência de baixo teor, entre 0,5 mg/L até ND. Vale, então, discorrer por que se forma o crotonaldeído e, se possível, como retirá-lo.

Crotonaldeído se forma por adição aldólica entre dois aldeídos acético, conforme segue:



(Fonte: Morrison & Boyd, Química Orgânica)

Características físico-químicas: Peso Molecular 70,09, Ponto Ebulição 104°C, Densidade 0,853, totalmente solúvel no etanol e solúvel a 18% na água. Não se conhece a formação de azeótropo, o que dificulta encontrar o caminho para sua separação, portanto, o lógico é evitar a sua formação durante a destilação.

Crotonaldeído é indesejável no álcool porque é lacrimojante, vapores extremamente irritantes aos olhos, pele e membranas mucosas, não devendo ser aspirado. Portanto, se é indesejável no álcool Coreia e no álcool Japão, será

tanto mais no álcool neutro, lembrando, como mencionado no livro “Ethyl Alcohol Handbook”, editado por U.S.I. Chemicals, que a presença de crotonaldeído reduz muito mais o tempo de reação com o Permanganato de Potássio, KMnO_4 , (Teste de Barbet) que o acetaldeído, assim, podendo sua presença ser avaliada através do Teste de Barbet.

Os teores encontrados no álcool são baixos, provavelmente, como indica a literatura, porque a reação de adição aldólica é acelerada na presença de uma base forte, e o ambiente na destilação alcoólica sendo essencialmente ácido reduz a formação do crotonaldeído. Mas, devido a gravidade de seus efeitos na saúde, tem sido exigido teores residuais bastante baixos num álcool de qualidade.

A presença de acetaldeído é inevitável, pois, a conversão do acetaldeído a etanol, última etapa das reações bioquímicas da formação do etanol, nunca é completa, e não se conhecendo o caminho na destilação para a retirada do crotonaldeído, o caminho seria retirar o reagente que proporciona a reação de adição, o acetaldeído. A química ensina que para que ocorram as reações pelo menos três condições devem estar presentes: concentração, temperatura e tempo, condições estas perfeitas para ocorrer a reação se o acetaldeído for deixado acumular nos condensadores. Logo, entende-se que a estratégia é separar o acetaldeído o melhor possível logo no início do processo de destilação, no topo da coluna destiladora, e mais precisamente nos condensadores do topo da depuradora.

No passado nunca se deu atenção para estes aspectos, pois questões como a qualidade do álcool nem geravam a preocupação na produção de um álcool com tanta exigência de qualidade como hoje. Na construção dos condensadores antigos não se deu atenção em evitar a acumulação

de compostos voláteis, principalmente o acetaldeído (!), e é muito comum encontrar zonas mortas nas partes baixas destes condensadores, pois, no projeto e na construção destes condensadores nenhum cuidado foi tomado para evitar estas zonas mortas, que ocorrem porque a saída dos condensados e voláteis deveriam (devem!) ser posicionados na parte baixa e diametralmente opostos; além disso, as chicanas na parte vapor também deveriam (devem!) conduzir os voláteis para a saída que está a 180° da entrada.

Como se não bastasse os defeitos dos condensadores, instalou-se uma coluna D, dita de concentração de cabeça (que não concentra!), e retornar os condensados obtidos novamente ao topo desta coluna nada mais é do que “suja” novamente estes condensados que perderam seus voláteis nos condensadores. O resultado é que o acetaldeído trazido pelos condensados “sujos” saindo do pé da D, ingressam na parte baixa da retificadora e ficam mais tempo sob temperatura proporcionando mais oportunidade para a formação do crotonaldeído.

Vale também mencionar a indicação dada no livro Merck Index de que o acúmulo de crotonaldeído resulta em “resinificar”, isto é, formar resina, um resíduo sólido até comum encontrado nos últimos condensadores como resultado da acumulação destes voláteis; e são encontrados sempre em condensadores onde se distingue perfeitamente as zonas de baixa circulação dos vapores, as zonas mortas. O autor teve oportunidade de ver muitos casos como os que são citados, e uma foto típica do acúmulo desta resina é mostrada na figura 1.

O caminho a ser evitado para a formação do crotonaldeído é até intuitivo, pois entendido o mecanismo de formação do crotonaldeído, é seguir o caminho para aperfeiçoar os conden-

FIGURA 1. ACÚMULO DE RESINA



sadores e eliminar do processo de destilação a chamada coluna D. O autor teve oportunidade de obter bons resultados práticos quando foram modificados os condensadores e eliminada a coluna D, conforme descrito acima.

Uma vez obtidas estas informações, na construção de condensadores novos não só os fabricantes como os clientes devem estar atentos aos detalhes construtivos para melhorar a qualidade do álcool reduzindo a formação do crotonaldeído, e também a acidez e a condutividade.

LANÇAMENTO

Destilação do Etanol

Autor : Florenal Zarpelon

ADQUIRA
JÁ
O SEU !



Informações / Adquirir:
 stab@stab.org.br / (19) 3371-5036 /  (19) 99909-3311
 *1 exemplar por associado pessoa física
 10 exemplares para associado pessoa jurídica





CENÁRIO CANAVIEIRO

Rubismar Stolf
stolfrububismar@gmail.com

A Palha e a Compactação em Cana-de-Açúcar

A palha migra naturalmente para dentro do solo em profundidade?

A palha na superfície, por si só, apresenta efeitos benéficos mitigadores importantes, mas pouco lembrados, sendo eles:

- Efeito de absorção de parte do impacto do tráfego, reduzindo a compactação, pelo fato de o transbordo trafegar em local que já recebeu palha das linhas colhidas anteriormente (Figura 1).

- Efeitos de redução da oxigenação e da temperatura do solo, de forma a diminuir a velocidade de decomposição das raízes e de restos de cultura. Como consequência, o solo manterá maior quantidade de matéria orgânica. E, a presença de raízes dificulta a compactação (Figura 2).

Portanto, é interessante enfatizar que esses efeitos da presença da palha, tendem a reduzir a compactação do solo, por mecanismos completamente diferentes, conforme descrição anterior.

Dessa forma, a presença de palha na superfície aumenta o teor da matéria orgânica do solo, em profundidade. Mas, não se trata de uma incorporação natural da palha, isto é, não ocorre uma migração, em profundidade.

É comum acreditar que o aumento da matéria orgânica interna do solo é devido à ocorrência de uma incorporação natural da palha. Contudo, não há registros que provem a migração, em profundidade da matéria orgânica a partir da superfície.

FIGURA 1. PALHA SOBRE A SUPERFÍCIE ABSORVE PARTE DO IMPACTO DO RODADO DO VEÍCULO



TRÁFEGO SOBRE A PALHA ABSORVE PARTE DO IMPACTO DA PASSAGEM DO VEÍCULO.

Stolf e Matsuoka, 2017

FIGURA 2. EFEITO 1. PALHA SOBRE A SUPERFÍCIE REDUZ A AERAÇÃO DO SOLO (O₂) E A TEMPERATURA REDUZINDO A VELOCIDADE DE DECOMPOSIÇÃO DAS RAÍZES, CONCORRENDO PARA A MANUTENÇÃO DE MAIOR QUANTIDADE DE MATÉRIA ORGÂNICA NO SOLO EM PROFUNDIDADE. EFEITO 2. PRESENÇA DE RAÍZES DIFICULTA A COMPACTAÇÃO E CRIAM CANALÍCULOS VERTICAIS QUE FACILITAM A INFILTRAÇÃO DE ÁGUA.



Stolf e Matsuoka, 2017

FIGURA 3. NOS ESTÁGIOS INICIAIS DE CANA-DE-AÇÚCAR EM VASO É POSSÍVEL VERIFICAR A GRANDE MASSA DE RAÍZES EM RELAÇÃO À PARTE AÉREA



Silva et al, 2020

CONCLUSÃO

É interessante lembrar que a biomassa de raízes em cana-de-açúcar é muito elevada, superior a palhada da colheita (figuras 2 e 3). Assim, conforme comentado, devemos ter em mente que a cobertura da palha concorre para dois efeitos: redução da oxigenação do solo e da temperatura. Ambos reduzem a atividade microbiana dos decompositores, de forma a concorrer para a manutenção de maior teor de matéria orgânica nas primeiras camadas do solo.



ESPAÇO DO LEITOR

Marcos Tulio Bullio
mtb@mtb.com.br

Quanto Custa Produzir um KWh na Usina?

Em um artigo publicado na Revista STAB, vol. 37 nº 5, maio/junho – 2019, na seção Soluções de Fábrica, o Eng. Celso Procknor discute, de forma interessante e instigante, a questão da apuração do custo de energia elétrica cogerada no ambiente sucroenergético.

Tece algumas considerações acerca da coprodução (uma matéria-prima ser transformada em mais de um produto) e é importante considerar que, já há muito tempo, a questão de coprodutos está adequadamente resolvida pela literatura que trata de sistemas gerenciais de apuração de custos, especialmente aquela que trata da abordagem baseada em atividades (*activity-based costing*).

A energia contida na biomassa é transformada em energia térmica. E os custos de produção dessa energia térmica podem ser calculados de forma bastante precisa, desde que existam registros adequados dos eventos e dos processos físicos que fazem tal transformação. Não é necessário arbitrar nenhum custo, seja de pessoal, seja de manutenção. Todo o esforço feito pelos sistemas homens-máquinas para a transformação da energia contida na biomassa em energia térmica deve ser debitado para a “geração” de energia térmica. E o custo final da energia térmica assim obtida é a soma de todos os custos envolvidos nesse processo de transformação.

Em seguida, essa energia térmica é, em parte, transformada em energia elétrica, utilizando, além da energia térmica, matéria-prima desse processo de transformação, outros insumos e sistemas homens-máquinas. Aqui também os custos desses recursos podem ser precisamente apurados e, conforme demonstraremos neste artigo, o custo de produção de 1 KWh pode ser acuradamente obtido, sem arbitrar nenhum valor para as várias variáveis econômicas presentes nesse processo.

O artigo supra citado menciona a questão da eficiência nos processos de transformação em energia térmica e desta para a energia elétrica. Os custos reais apurados refletem sempre a eficiência de utilização das matérias-primas e dos recursos dedicados para o processo de transformação. Baixas eficiências provocam custos reais mais altos, sempre. Obviamente, pode-se determinar custos-padrões, como aqueles que seriam obtidos se os recursos fossem utilizados com máxima eficiência. O quociente obtido pela divisão dos custos-padrões pelos custos reais é um indicador econômico de eficiência (ou melhor, de eficácia) na utilização dos recursos.

O PROCESSO DE EXTRAÇÃO DO CALDO

O bagaço é obtido no processo de extração do caldo, de acordo com o fluxograma apresentado na Figura 1.

Vamos adotar as seguintes hipóteses de custos de aquisição ou de produção:

1. Cana-de-açúcar na esteira da usina = R\$ 50,00 / t cana.
2. Recursos utilizados nas atividades operação e manutenção da extração do caldo (exceto a energia elétrica e o vapor de 21 kgf) = R\$ 5,00 / t cana.
3. Energia elétrica (produzida pela própria usina) = R\$ 145,81 / MWh.
4. Vapor de 21 kgf (também produzido pela própria usina) = R\$ 34,43 / t vapor 21 kgf.

O objetivo principal deste artigo é mostrar como calcular os custos de geração de vapor e de geração de energia elétrica. Ocorre aqui o que o Excel denomina de “referência cruzada” e que poucos sistemas de apuração de custos conseguem levar em conta.

Suponha que os coeficientes técnicos de utilização de tais recursos nas tarefas de extração do caldo são: 6,50 KWh / t cana e 0,20 t vapor 21 kgf / t cana.

As tarefas de extração do caldo transformam a cana-de-açúcar em caldo extraído e em bagaço de cana. Além disso, na utilização do vapor de 21 kgf como fonte energética pelas turbinas dos ternos de moenda, ocorre a “produção” de um subproduto, que é o vapor de 1,5 kgf, que é liberado para outras tarefas realizadas em outros processos.

O custo do caldo extraído será calculado da seguinte maneira tabela 1.

Perceba que, ao inserir uma “perturbação externa” ao processo de apuração de custos, introduzindo (alguns preferem dizer “arbitrando”) um custo para o bagaço, estamos compensando tal “perturbação” retirando tal custo do custo de transformação da cana-de-açúcar em caldo extraído.

Assim, ao tratar adequadamente o custo do bagaço de cana na apuração do custo de transformação da cana-de-açúcar em caldo extraído, obtém-se uma redução de

FIGURA 1. FLUXO DE EXTRAÇÃO DO CALDO.



26% no custo do processo de extração do caldo, que custaria R\$ 62,87 / t cana se os subprodutos não fossem adequadamente considerados.

O bagaço de cana, subproduto obtido no processo de extração do caldo, segue como insumo principal para o processo de geração de vapor.

O PROCESSO DE GERAÇÃO DE VAPOR

O processo de geração de vapor utiliza bagaço de cana (biomassa) e água desmineralizada para a produção de vapor de alta pressão e alta temperatura. Vamos considerar os seguintes valores de entalpia, medida em caloria / kg do vapor tabela 2.

O processo de produção de vapor está indicado na figura 2. As caldeiras e seus sistemas auxiliares transformam o bagaço (biomassa) e a água desmineralizada em vapor que, vamos adotar, possui 65 kgf de pressão e 480 °C de temperatura

Vamos supor que:

1. Excetuando o bagaço e a água desmineralizada, todos os demais recursos de operação e manutenção utilizados pelos sistemas de geração de vapor somam R\$ 1,15 / t vapor.

2. A água condensada nas turbinas de condensação volta para o sistema de geração de vapor. A produção desse resíduo e o seu custo serão apresentados à frente.

TABELA 1. BALANÇO DOS CUSTOS DE EXTRAÇÃO DO CALDO.

Elementos	R\$ / t cana
Matéria-prima (cana-de-açúcar)	50,00
Insumos de operações e manutenção (adquiridos no mercado)	5,00
Energia elétrica (6,5 KWh / t cana * R\$ 145,81 / MWh)	0,95
Vapor 21 kgt (0,2 t vapor / t cana * R\$ 34,43 / t vapor)	6,89
Total das entradas	62,83
Bagaço (270 kg / t cana * R\$ 55 / t bagaço)	(14,85)
Vapor 1,5 kgf (0,2 t vapor / t cana * R\$ 31,33 / t vapor)	(6,27)
Total das reduções (sub produtos)	(21,12)
Caldo extraído (objetivo alvo da transformação)	41,72

TABELA 2. ENTALPIA DO VAPOR

Pressão kgf	Temperatura °C	Entalpia cal / kg
65	480	804
21	380	764
1,5	180	675
Condensada	110	120

3. As tarefas do processo de geração de vapor também utilizam vapor 21 kgf (produzido pela própria usina) e energia elétrica (também produzida pela própria usina). Os custos de produção de tais recursos são: (a) R\$ 34,43 / t vapor 21 kgf e (b) R\$ 145,81 / MWh. Mais à frente indicaremos como esses custos foram obtidos.

4. Neste exemplo, a usina utiliza 24,32 KWh / t vapor 65 kgf, 0,06 t vapor 21 kgf / t vapor 65 kgf e 0,05 t condensada / t vapor 65 kgf.

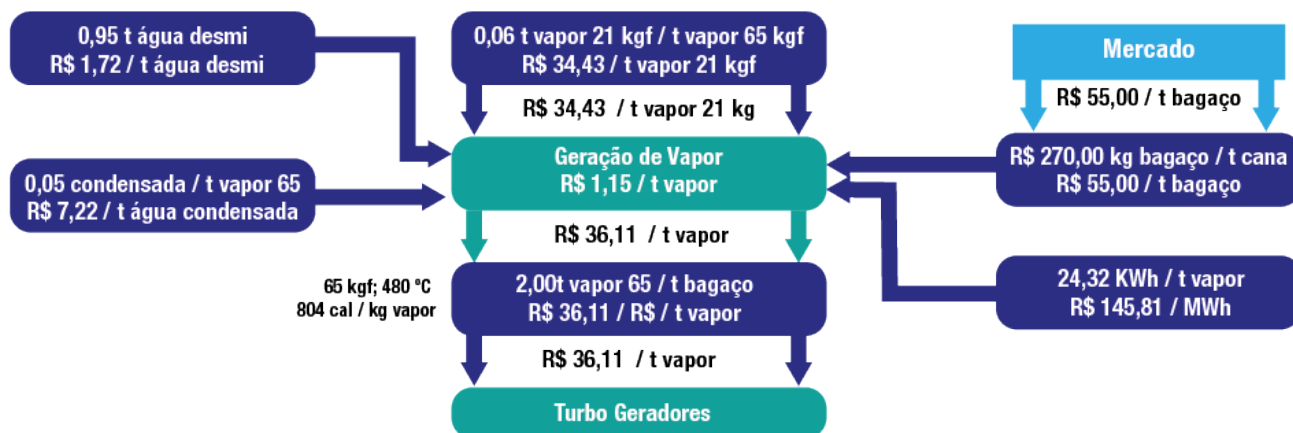
A tabela 3 apresenta o custo da t de vapor 65 kgf gerado.

Como aqui não existem coprodutos ou subprodutos, não existem reduções de custos de transformação dos insumos principais (bagaço e água desmineralizada) no objeto alvo da transformação, que é o vapor 65 kgf.

Pode-se notar, então, que o custo de obtenção de energia térmica, na forma de vapor de 65 kgf de pressão e 480 °C de temperatura, é R\$ 36,11 / t vapor 65 kgf. E este será o insumo no processo de transformação de parte da energia térmica em energia elétrica.

FIGURA 2. PROCESSO DE TRANSFORMAÇÃO DE BIOMASSA E ÁGUA EM VAPOR.

Balanço de Massa e de Energia obtida a partir do Bagaço e de Água



O PROCESSO DE GERAÇÃO DE ENERGIA ELÉTRICA

Ao invés de denominar “processo de geração de energia elétrica”, melhor seria “processo de transformação de parte da energia térmica em energia elétrica”. Parte porque, conforme veremos, se a capacidade do vapor de realizar trabalho (ou seja, de ser transformado em energia elétrica e/ou energia mecânica) é dada pela entalpia do vapor, apenas parte da entalpia será transformada em energia elétrica. O restante seguirá como energia térmica na forma do vapor de mais baixa pressão e mais baixa temperatura que aquelas do vapor insumo do processo (65 kgf e 480 °C) e na forma de água condensada.

A figura 3 ilustra as entradas e as saídas do processo de transformação de vapor em energia elétrica.

Repare que existe a coprodução (ou subprodução) de diversos produtos: energia elétrica (objeto alvo do processo de transformação), vapor 21 kgf e 380 °C, vapor 1,5 kgf e 180 °C e água condensada a 110 °C.

Nesse ambiente utilizado para este exemplo, os diversos turbogeradores de extração, de contrapressão e de condensação, transformam a entalpia do

vapor de 65 kgf e 480 °C (804 cal / kg vapor) nos coprodutos (ou subprodutos) indicados na tabela 4.

Neste exemplo, as caldeiras produzem 440 t vapor 65 kgf por hora. Como a entalpia deste vapor é 804 cal / kg vapor, tem-se a disponibilidade de 353.760 cal / hora para os turbogeradores. Utilizando cerca de 14% dessa entalpia total, os turbogeradores a transformam em cerca de 55.000 KWh. Ou seja, transformam 0,9 cal em 1 KWh. Aqui ocorre uma coprodução: (a) 41% da energia contida no vapor de 61 kgf é liberada na forma de vapor de 21 kgf – turbogerador de extração; (b) 44% da energia contida no vapor de 61 kgf é liberada na forma de vapor de 1,5 kgf – turbogerador de contrapressão; e (c) 1% da energia contida no vapor de 61 kgf é liberada na forma de água condensada – turbogerador de condensação.

Como tais cálculos são realizados?

1. Entalpia de entrada = 440 t de vapor de 65 kgf e 480 °C * 804 cal / kg vapor = 353.760 kcal / hora.

2. Vapor de 21 kgf e 380 °C = 190 t / hora * 764 cal / kg vapor = 145.160 kcal / hora ► 41% da entalpia total ► 41% do custo do vapor de 65 kgf.

3. Vapor de 1,5 kgf e 180 °C = 230 t / hora * 675 cal / kg vapor = 155.250 kcal / hora ► 44% da entalpia total ► 44% do custo do vapor de 65 kgf.

4. Água condensada a 110 °C = 20 t / hora * 120 cal / kg vapor = 2.400 kcal / hora ► 1% da entalpia total ► 1% do custo do vapor de 65 kgf

A tabela 5 apresenta o balanço dos custos de geração de energia elétrica e de produção de outros subprodutos.

Repare que:

1. Custo de subprodução do vapor de 21 kgf é R\$ 34,43 / t (R\$ 14,80 / 0,43).

2. Custo de subprodução do vapor de 1,5 kgf é R\$ 30,55 / t (R\$ 15,89 / 0,52).

3. Custo de subprodução da água condensada é R\$ 7,22 / t (R\$ 0,36 / 0,05).

E, finalmente, o custo de produção de 1 KWh, título deste artigo, é R\$ 18,96 / t vapor

FIGURA 3. FLUXO DE TRANSFORMAÇÃO DE PARTE DA ENERGIA TÉRMICA EM ENERGIA ELÉTRICA.

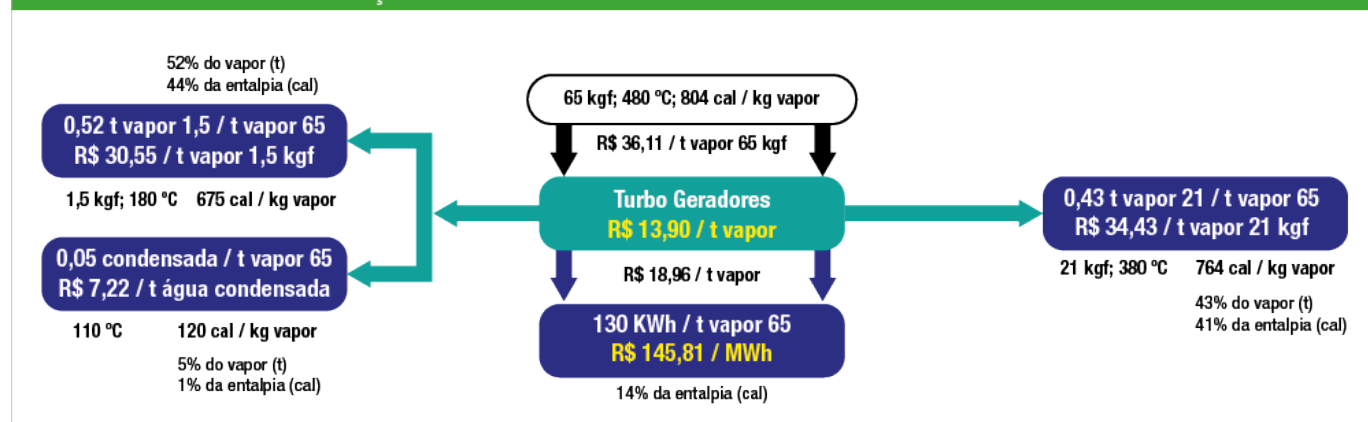


TABELA 3. BALANÇO DOS CUSTOS DE GERAÇÃO DE VAPOR.

Elementos	R\$ / t vapor 65
Matéria-prima (0,5 t bagaço * R\$ 55 / t bagaço) / t vapor 65	27,50
Matéria-prima (0,95 t água desmi * R\$ 1,75 / t) / t vapor 65	1,63
Insumos de operações e manutenção (adquiridos no mercado)	1,15
Energia elétrica (24,32 KWh / t vapor * R\$ 145,81 / MWh)	3,55
Vapor 21 kgf (0,06 t vapor 21 / t vapor 65 * R\$ 34,43 / t vapor 21)	1,92
Condensada (0,05 t condensada * R\$ 7,22 / t condensada)	0,36
Total das entradas	36,11
Vapor 65 kgf (objetivo alvo da transformação)	36,11

TABELA 4. BALANÇO DE MASSA E DE ENERGIA NOS TURBOGERADORES.

	Entrada	Saída			
	65 kgf	21 kgf	1,5 kgf	Condensado	
Turbo Geradores	t vapor / hora				KWh
A	170	50	120		21.250
B	70	50		20	8.750
C	200	50	110		25.000
Total	440	190	230	20	55.000
Entalpia (cal / kg)	804	764	675	120	0,90 cal / Kwh
Entalpia Total	353.760	145.160	155.250	2.400	50.950
Massa	100%	43%	52%	5%	
Energia (Custos)	100%	41%	44%	1%	14%

TABELA 5. BALANÇO DOS CUSTOS DE GERAÇÃO DE ENERGIA ELÉTRICA.

Elementos	R\$ / t vapor 65
Matéria-prima (vapor 65 kgf)	36,11
Insumos de operações e manutenção (adquiridos no mercado)	13,90
Total das entradas	50,01
Vapor 21 kgf (0,43 t vapor 21 kgf * R\$ 34,43 / t vapor 21 kgf)	(14,80)
Vapor 1,5 kgf (0,52 t vapor 1,5kgf * R\$ 30,55 / t vapor 1,5 kgf)	(15,89)
Condensada (0,05 t condensada * R\$ 7,22 / t condensada)	(0,36)
Total das reduções (subprodutos)	(31,05)
Energia elétrica (objeto alvo da transformação)	18,98

65 kgf que é inserida no processo de transformação de energia térmica em energia elétrica. Como são produzidos 130 KWh / t vapor 65 kgf, temos que o custo de produção de 1 KWh é R\$ 0,15.

Ou melhor, o custo de produção de 1 MWh é R\$ 145,81.

CONCLUSÃO

Com o avanço observado no desenvolvimento de novas abordagens de apuração de custos de produção (ou de transformação) para fins gerenciais, não existem situações de transformação de insumos em produtos de maior valor agregado que não possam ser adequadamente tratadas e acuradamente terem seus custos finais apurados.

Obviamente, os custos dos processos (1) de transformação da biomassa (bagaço de cana) em energia térmica e (2) de transformação da energia térmica em energia elétrica são influenciados pelo valor indicado para o bagaço de cana.

Boa parte dos custos de transformação da biomassa em energia térmica “volta” para os processos de produção de açúcar e álcool, o que atenua, em parte, a influência do valor indicado para o bagaço na apuração dos custos de produção desses produtos principais da indústria sucroenergética. Mas, é errado transferir o bagaço de cana para o processo de geração de energia térmica a um custo nulo. Como dizem os economistas, não existe almoço grátis. Da mesma forma, nos processos que ocorrem nos ambientes de transformação não existem recursos gratuitos.

Estimativa da Taxa de Morte Celular em Processos de Fermentação Alcoólica Tipo Batelada Simples com Alta Concentração de Células

*LEITE, L.M.F.

**ANDRIETTA, S.R.

*USINA SÃO JOÃO DE ARARAS

**BIOCONTAL - TECNOLOGIA EM BIOPROCESSOS

Resumo

Foram corridos 2 ensaios de fermentação alcoólica em biorreatores de bancada com volume total de 6 L. Para o ensaio IN01, o inóculo utilizado foi obtido de uma massa de fermento comercial liofilizado, o qual passou por um processo de hidratação e posteriormente utilizado no ensaio. Para o ensaio IN02, o inóculo foi obtido pela diluição de creme de levedura fresco proveniente de uma unidade industrial. O meio de cultivo utilizado foi um meio sintético composto de sacarose, extrato de levedura e sais minerais. Amostras foram retiradas em intervalos de uma hora e delas analisado as concentrações de sacarose, glicose, frutose, ART, etanol, glicerol e massa celular em base seca. Os dados foram utilizados para determinar os rendimentos em etanol e células. Os resultados mostraram a existência de duas fases de comportamento distinto no decorrer do ensaio, uma de alta velocidade de conversão e outra de baixa velocidade de conversão. Foram determinados os rendimentos em etanol e células destas duas fases e comparadas entre si para os dois ensaios realizados. O ensaio corrido com células não adaptadas ao processo fermentativo (IN01) mostrou diferença mais acentuada no comportamento das duas fases quando comparado com o ensaio realizado com células adaptadas ao processo fermentativo. Para o rendimento fermentativo, as diferenças encontradas foram pequenas e podem ser explicadas pela diferença de concentração de etanol dentro e fora das células ocorrida principalmente na primeira fase de cultivo onde a velocidade de conversão é rápida. Para o rendimento em células, as diferenças foram muito significativa e somente explicadas pelo aumento da taxa de morte celular na fase II de cultivo, onde a presença de etanol em alta concentração, falta de substrato e esgotamento nutricional do meio fizeram com que o equivalente a 60% da massa células produzida nesta fase morressem e sofressem autólise para o ensaio com o inóculo IN01 e 40% para o ensaio com o inóculo IN02.

Palavra-chave: Alta concentração de células; Fermentação alcoólica; Metabolismo celular; Taxa de morte celular

Introdução

Determinar a quantidade de células produzida durante o processo de fermentação alcoólica industrial com reciclo de célula é uma tarefa difícil devido a complexidade do processo e da re-

presentatividade das amostras coletadas. De uma forma geral, este parâmetro é estimado através da quantidade de células perdida pelo vinho centrifugado, determinada pela concentração de células contida na dorna volante (tanque pulmão de vinho dos aparelhos de destilação). Este número é pouco exato e não leva em consideração outras perdas e a taxa de morte das células de levedura no decorrer do processo fermentativo. Geralmente, a quantidade de massa celular excedente no processo somente tem relevância quando se utiliza o método de rendimento fermentativo por subproduto ou quando se pretende sangrar este excesso para produção de levedura seca utilizada como ração animal. No entanto, entender a dinâmica desta taxa de morte e seu efeito na cinética de conversão dos açúcares em etanol é de fundamental importância para se poder descrever adequadamente o comportamento do processo fermentativo, facilitando assim, a correção de problemas que possam vir a ocorrer ao longo da safra.

Com base nas rotas metabólicas envolvidas no catabolismo das hexoses (glicose e frutose) nas células de levedura em anaerobiose, como mostra a Figura 1 e 2, pode-se afirmar que a produção de etanol está vinculada à rota metabólica de produção de energia das células, pois, sem produzir etanol, nestas condições as células de levedura não são capazes de regenerar o NAD utilizado na oxidação do gliceraldeído-3P para chegar até piruvato, deixando de produzir 2 ATP, ou seja, não produzindo energia.

Desta forma, o etanol pode ser considerado um metabólico primário e sua produção está vinculada com a produção de massa celular, já que boa parte da energia obtida no catabolismo das hexoses é utilizada para sínteses de moléculas, ou seja, para reprodução e manutenção das células. Sendo assim, é de se esperar que a relação entre o etanol e a massa de célula produzida permaneça constante ao longo do processo, se a taxa de morte celular for próxima de zero. Com base neste conceito, elaborou-se uma série de ensaios conduzidos em biorreatores de bancada que permitiram a determinação dos rendimentos em células e etanol ao longo da fermentação. Desta forma pode-se avaliar o comportamento das células de levedura durante a fermentação para estes parâmetros.

FIGURA 1. ETAPAS DA GLICÓLISE

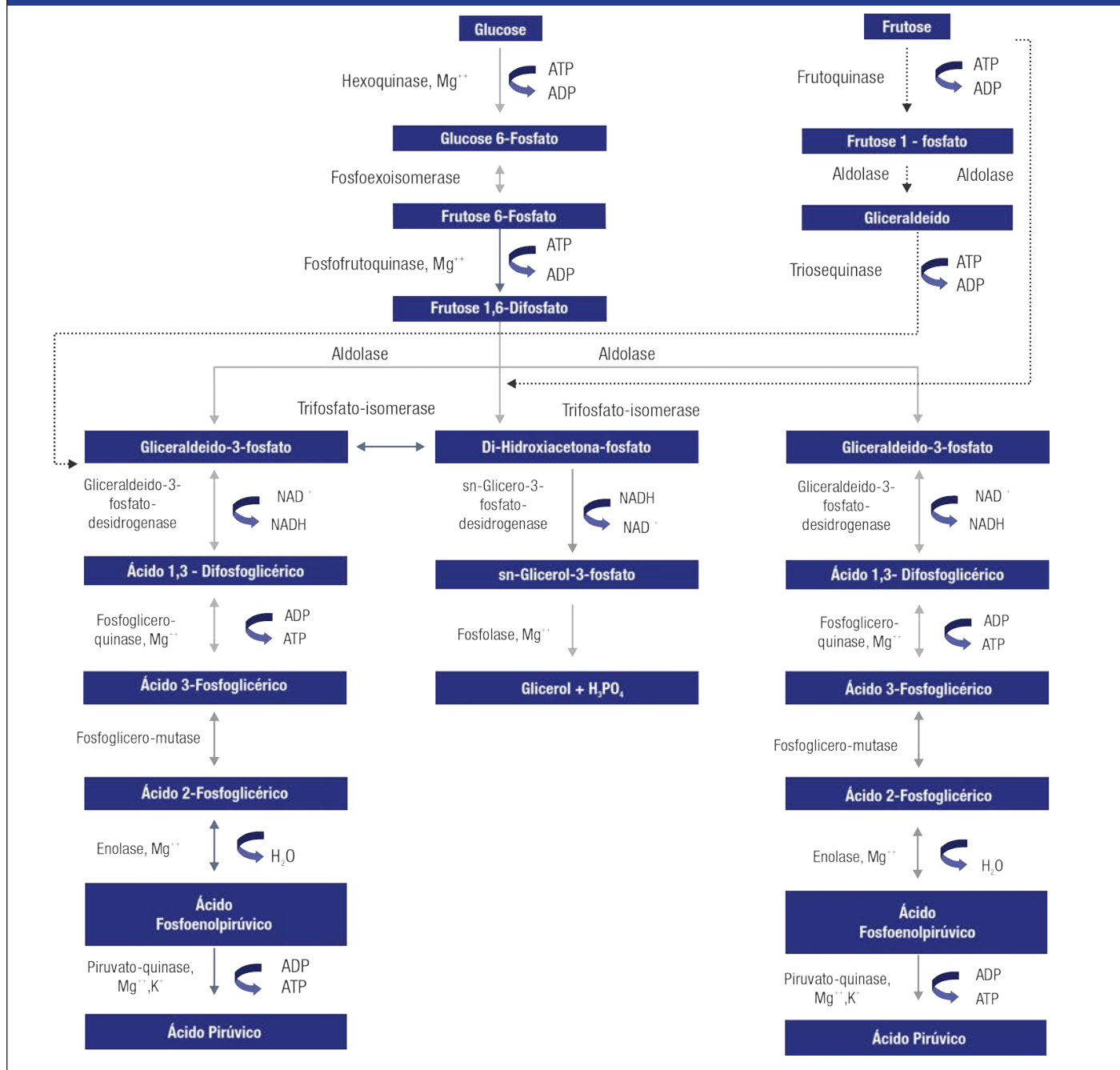
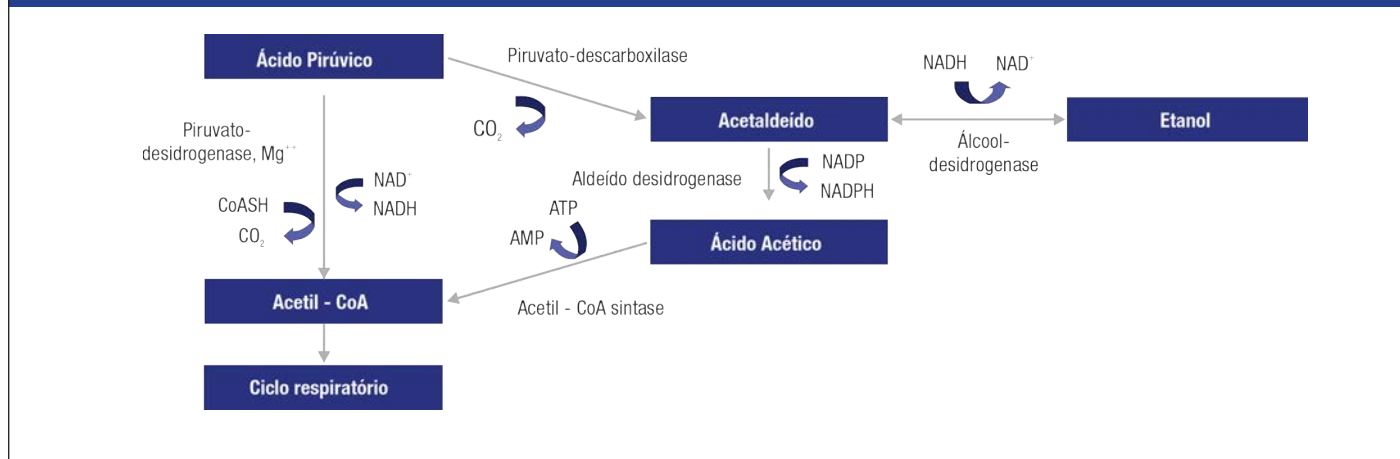


FIGURA 2. METABOLISMO FERMENTATIVO DA LEVEDURA



Materiais e Métodos

Inóculo

Foram utilizados dois tipos de inóculos nos ensaios realizados. O primeiro inóculo, chamado de IN01, foi preparado com células de levedura comerciais liofilizadas. O segundo, chamado de IN02, foi preparado utilizando creme de levedura fresco proveniente de uma unidade de fermentação industrial.

Preparo do IN01

- . Transferiu-se 800 mL de água destilada e aquecida a 38°C para um becker de 2 L, o qual foi mantido em agitação utilizando-se um agitador magnético.
- . Ao Becker foi adicionado 120 g de células de levedura comercial liofilizada. O fermento foi adicionado lentamente para evitar formação de grumos.
- . Após a hidratação de todo o fermento, ajustou-se o volume final do Becker para 1.200 mL.
- . Esta suspensão de células contendo aproximadamente 100 g/L de matéria seca foi mantida agitada por 2 horas para garantir total hidratação do fermento.

Preparo IN02

- . Transferiu-se para um Becker de 2.000L, 600 mL de creme fresco proveniente de uma unidade de fermentação industrial, contendo uma concentração de aproximadamente 200 gMS/L.
- . A este Becker foi adicionado água até que o volume final de 1.200 mL.
- . Esta suspensão de células contendo aproximadamente 100 g/L de matéria seca, foi mantida agitada por 1 hora.

Preparo do meio de fermentação

Utilizou-se meio de fermentação sintético a base de sacarose e extrato de levedura para os ensaios de ambos os inóculos.

- . A um Becker de 5L foi adicionado 2.500 mL de água destilada aquecida a 45°C, mantida agitada por intermédio de um agitador magnético.
- . Adicionou-se a este Becker: 912 g de sacarose, 28 g de extrato de levedura, 25 g de cloreto de amônio, 25 g de fosfato diácido de potássio, 4,8 g de sulfato de magnésio hepta hidratado e 5,0 g de cloreto de potássio.
- . Após a completa solubilização de todos os componentes, adicionou-se água até a massa final de 4.800 g.

Ensaio de fermentação

Os ensaios de fermentação foram realizados em um biorreator de bancada de volume total de 6L.

- . Ao biorreator, adicionou-se 1.000 mL de suspensão de células IN01 ou IN02, de acordo com o experimento a ser realizado.
- . Ativou-se o sistema de agitação e controle de temperatura do biorreator ajustado para 34°C e esperou que a suspensão de células atingisse esta temperatura.

. Adicionou-se ao biorreator 4.000 mL de meio de cultivo com temperatura ajustada para valores próximos de 34°C. Ao adicionar o meio, iniciou-se a contagem de tempo de fermentação, sendo este ponto o tempo 0.

. Amostras do meio em fermentação foram recolhidas em intervalos de tempo de uma hora, deste a hora zero até o final do experimento.

Preparo das amostras

- . Um volume conhecido de amostra foi retirado do meio em fermentação e rapidamente transferidas para tubos de centrifuga e centrifugadas a 8.000 rpm por 5 minutos em centrífuga refrigerada.
- . Após a centrifugação, o sobrenadante foi separado para análise cromatográfica e o precipitado utilizado para a determinação da massa seca (concentração de células).

Análise de massa seca contida no material em fermentação

- . A massa seca contida no tubo de centrífuga, após a centrifugação e separação do sobrenadante foi submetida a três lavagens consecutivas para remoção de sólidos solúveis.
- . O material lavado foi então transferido para placas previamente taradas.
- . Estas foram levadas a uma estufa de secagem com circulação de ar a 60°C e deixadas secando até peso constante (aproximadamente 24h).
- . As placas secas foram então pesadas e a diferença de peso entre a placa seca com amostra e a placa vazia forneceu a massa seca presente na quantidade da amostra adicionada ao tubo de centrífuga no preparo da amostra. Como este valor é conhecido, foi determinada a concentração de massa seca na amostra de meio em fermentação em cada amostra recolhida.

Análise de sacarose, glicose, frutose, glicerol e etanol no meio em fermentação

- . O sobrenadante separado da massa seca no preparo da amostra foi então diluído com água desmineralizada de forma que a concentração de seus componentes ficasse dentro da faixa abrangida pela curva padrão de cada um deles.
- . Após diluídas, as amostras foram filtradas em membrana de 0,22µm e acondicionados no injetor automático do cromatógrafo.
- . As análises foram realizadas por cromatografia líquida com detectores de índice de refração.

Determinação da taxa de morte em relação a massa de célula produzida e a massa de célula total

A taxa de morte celular em relação a massa de célula produzida foi definida como sendo a relação da massa de células que morreram ao longo da fermentação e a massa de célula produzida ao longo da fermentação e a taxa de morte celular com relação a massa de célula final é a relação da massa de células que morre-

ram ao longo da fermentação pela massa final de células obtida em cada ensaio.

Determinação da massa células que morreram ao longo da fermentação.

Foi inicialmente obtida a massa de célula final esperada para cada ensaio, considerando o rendimento em células constante e igual ao da fase I e a massa de ART consumido.

Em seguida, foi determinada a massa final de células real contida no biorreator considerando o volume do mesmo constante e igual a 4,5 L e a concentração final de células.

A massa de célula que morreram e autolisaram durante a fermentação foi considerada a diferença entre a massa de célula final esperada e a massa de célula final realmente obtida.

Discussão de Resultados

A Tabela 1 e 2 mostram respectivamente as concentrações de sacarose, glicose, frutose, ART, glicerol, etanol e massa celular base seca dos experimentos corridos com os inóculos IN01 e IN02.

Observa-se pelos dados contidos nas Tabelas 1 e 2 que a sacarose foi totalmente convertida em glicose e frutose logo no início da fermentação, mostrando que a etapa de hidrólise da sacarose para processos de alta concentração de células não é uma etapa limitante do processo. Isto somente ocorrerá houver problema de inibição desta enzima.

Nota-se ainda que a velocidade de consumo de glicose foi maior que o da frutose, mas as duas hexoses foram consumidas concomitantemente, não caracterizando, portanto, um processo de diauxia. Como visto na Figura 1, os caminhos metabólicos para a conversão da glicose e frutose em duas moléculas de gliceraldeído 3P são diferentes. Assim, esta diferença de velocidade de con-

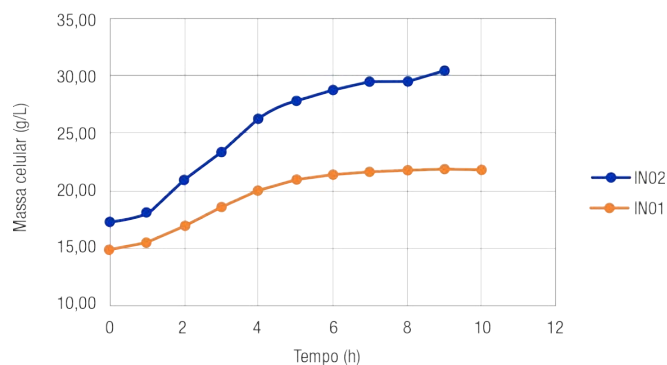
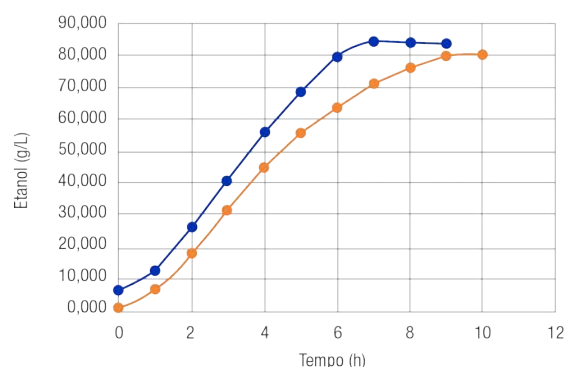
TABELA 1. RESULTADOS DAS CONCENTRAÇÕES DE SACAROSE, GLICOSE, FRUTOSE, ART, GLICEROL, ETANOL E MASSA CELULAR EM BASE SECA, EM FUNÇÃO DO TEMPO DE FERMENTAÇÃO UTILIZANDO O INÓCULO IN01

Tempo (h)	Sacarose (g/L)	Glicose (g/L)	Frutose (g/L)	ART (g/L)	Etanol (g/L)	Glicerol (g/L)	Massa Seca (g/L)
0	0,000	85,417	85,772	171,189	0,972	0,000	14,960
1	0,000	77,160	86,492	163,652	6,889	1,070	15,570
2	0,000	60,372	78,929	139,301	17,941	3,062	17,016
3	0,000	40,947	68,158	109,105	31,655	5,394	18,561
4	0,000	23,169	55,587	78,756	44,927	7,339	20,000
5	0,000	11,384	43,572	54,956	55,735	8,294	20,930
6	0,000	4,484	30,912	35,396	63,532	8,637	21,439
7	0,000	1,510	20,844	22,354	71,053	9,106	21,718
8	0,000	0,419	12,402	12,821	76,061	9,339	21,808
9	0,000	0,122	6,327	6,449	79,482	9,464	21,876
10	0,000	0,068	2,594	2,662	80,248	9,353	21,838

TABELA 2. RESULTADOS DAS CONCENTRAÇÕES DE SACAROSE, GLICOSE, FRUTOSE, ART, GLICEROL, ETANOL E MASSA CELULAR EM BASE SECA, EM FUNÇÃO DO TEMPO DE FERMENTAÇÃO UTILIZANDO O INÓCULO IN02

Tempo (h)	Sacarose (g/L)	Glicose (g/L)	Frutose (g/L)	ART (g/L)	Etanol (g/L)	Glicerol (g/L)	Massa Seca (g/L)
0	0,000	89,853	85,363	175,216	6,715	0,460	17,36
1	0,000	74,945	81,020	155,965	12,759	1,390	18,12
2	0,000	55,400	74,205	129,605	26,386	3,975	20,95
3	0,000	34,425	61,430	95,855	41,218	6,035	23,29
4	0,000	15,905	45,863	61,768	55,932	7,890	26,30
5	0,000	4,543	28,863	33,405	68,414	8,810	27,86
6	0,000	0,425	11,973	12,398	79,711	9,510	28,78
7	0,000	0,000	1,027	1,027	84,135	9,689	29,40
8	0,000	0,000	0,069	0,069	83,811	9,659	29,50
9	0,000	0,000	0,067	0,067	83,377	9,673	30,43

A FIGURA 3 MOSTRA OS PERFIS DE APARECIMENTO DE ETANOL E MASSA CELULAR EM FUNÇÃO DO TEMPO DE FERMENTAÇÃO NOS ENSAIOS COM INÓCULO IN01 E IN02 RESPECTIVAMENTE.



sumo entre estas duas hexoses podem estar ligadas a diferença de afinidade de cada molécula com o transportador de hexose da membrana ou devido a menor velocidade de conversão da frutose em gliceraldeído 3P quando comparado com a da glicose.

Observa-se por estas figuras que a concentração de etanol na hora zero do experimento com inóculo IN02 é diferente de zero, pois, este inóculo foi obtido do creme industrial o qual possui etanol em sua composição. A massa celular no tempo zero também foi maior para o ensaio com inóculo IN02, o que pode ter ajuda na diminuição do tempo de fermentação deste ensaio. Mesmo com estas diferenças no ponto inicial, nota-se pelos perfis contidos na Figura 3 que os comportamentos das fermentações são distintos entre si. Este fato mostra que existe diferenças significativas entre o comportamento de um inóculo composto por células já adaptadas ao processo de fermentação e outro por células liofilizadas.

Os perfis contidos na Figura 3 mostram que as fermentações corridas em batelada simples apresentam duas fases distintas, sendo estas mais evidentes quando se observa os perfis de produção de massa celular, onde uma fase de maior incremento ocorre no intervalo de tempo entre 1 a 4 horas, seguido por uma fase de menor incremento observado na faixa de tempo de 5 a 9 horas. Assim, as determinações de rendimento em etanol e massa celular serão feitos para o tempo total de fermentação e para estes dois períodos separadamente para confirmar a estabilidade destes parâmetros ao longo da fermentação.

Para determinar os rendimentos ($Y_{p/s}$ e $Y_{x/s}$) nestes ensaios utilizou-se o método gráfico, onde se correlaciona as concentrações dos produtos e substratos em uma regressão linear.

As Figuras 4 e 5 mostram os resultados de rendimento em etanol ($Y_{p/s}$) global, para a primeira fase (fase I) e segunda fase (fase II) para os ensaios com inóculos IN01 e IN02 respectivamente.

Nas Figuras 4 e 5, onde foi determinado o rendimento em etanol, as concentrações de etanol e de ART (açúcares redutores totais), correspondentes a cada tempo de fermentação analisado, foram plotadas no eixo Y e X respectivamente. Em seguida foi feita uma regressão linear entre estes pontos e encontrado a equação linear de cada fase analisada. O valor da inclinação da reta, que corresponde a tangente do ângulo de inclinação (concentração de etanol / concentração de ART) corresponde ao valor de $Y_{p/s}$ ou rendimento em etanol e o termo independente corresponde ao valor final de concentração de etanol obtido no ensaio pela regressão.

Nota-se pelos dados contidos nestas figuras que para todas as fases analisadas o coeficiente de correlação (r^2) mostrou-se muito próximo de 1, confirmando que os dados se ajustam muito bem a uma correlação linear.

A mesma metodologia foi aplicada para determinar os rendimentos em células para todas as fases analisadas nos ensaios realizados.

As Figuras 6 e 7 mostram os resultados de rendimento em células ($Y_{x/s}$) global, para a primeira fase (fase I) e segunda fase (fase II), para os ensaios com inóculos IN01 e IN02 respectivamente.

Os dados contidos nas Figuras 6 e 7 mostram que diferentemente do ocorrido com o rendimento em etanol, estes dados não se ajustaram perfeitamente a regressão linear, principalmente nos ensaios realizados com o inóculo IN01.

A Tabela 3 mostra os resultados de rendimento em etanol ($Y_{p/s}$) e rendimento em células ($Y_{x/s}$) para todas as fases analisadas.

Pelos dados contidos na Tabela 3 pode-se afirmar que o rendimento em etanol global obtido para os ensaios com inóculo IN01 e IN02 foram muito similares. No entanto, quando se analisa as duas fases separadamente nota-se uma diferença nos valores de

FIGURA 04. RENDIMENTO EM ETANOL GLOBAL (A), PRIMEIRA FASE (B) E SEGUNDA FASE (C) PARA O ENSAIO UTILIZANDO O INÓCULO IN01.

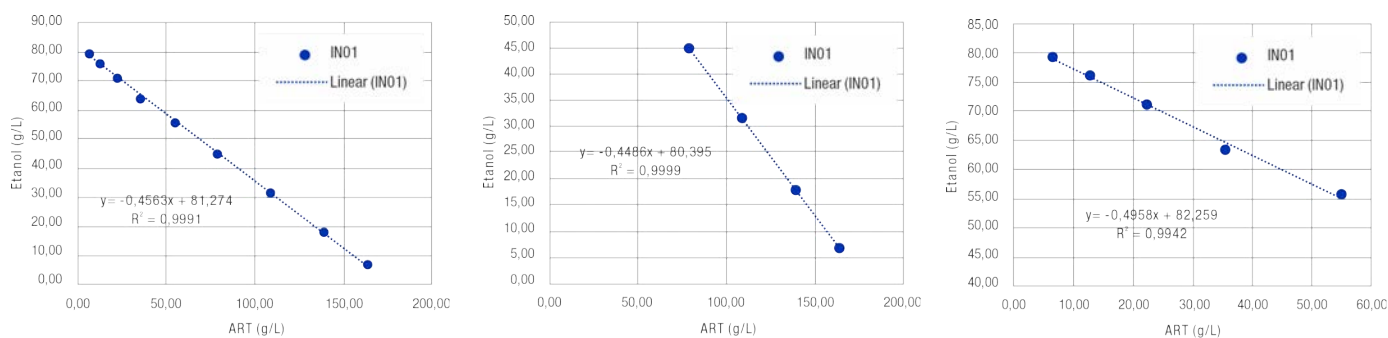


FIGURA 05. RENDIMENTO EM ETANOL GLOBAL (A), PRIMEIRA FASE (B) E SEGUNDA FASE (C) PARA O ENSAIO UTILIZANDO O INÓCULO IN02.

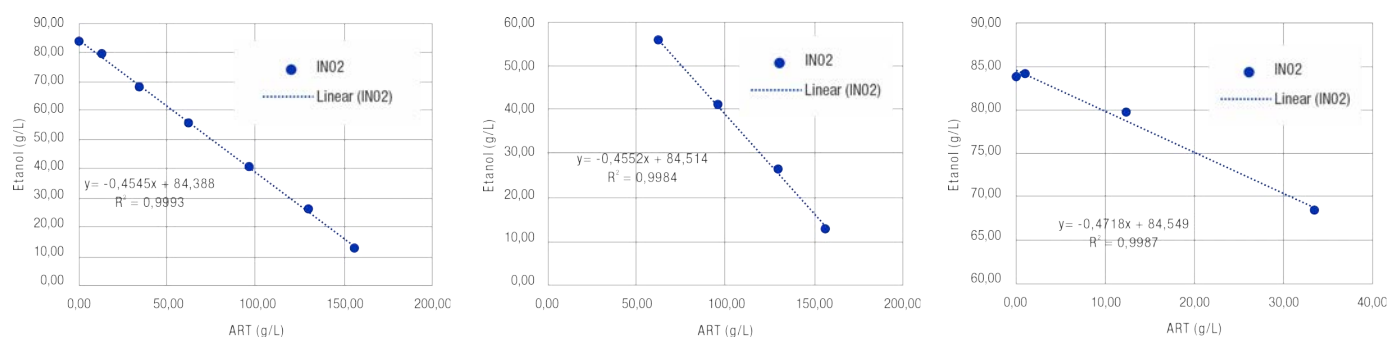


FIGURA 06. RENDIMENTO EM CÉLULAS GLOBAL, PRIMEIRA FASE E SEGUNDA FASE PARA O ENSAIO UTILIZANDO O INÓCULO IN01.

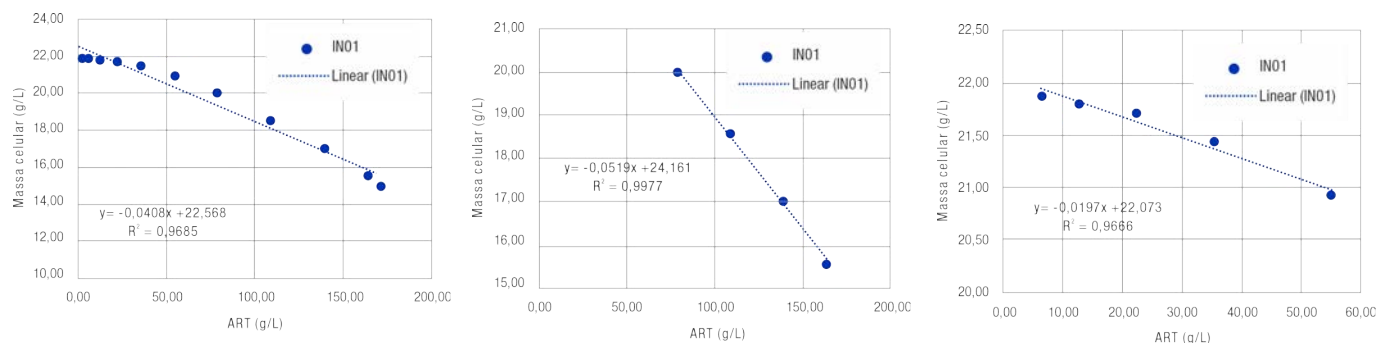


FIGURA 07. RENDIMENTO EM CÉLULAS GLOBAL, PRIMEIRA FASE E SEGUNDA FASE PARA O ENSAIO UTILIZANDO O INÓCULO IN02.

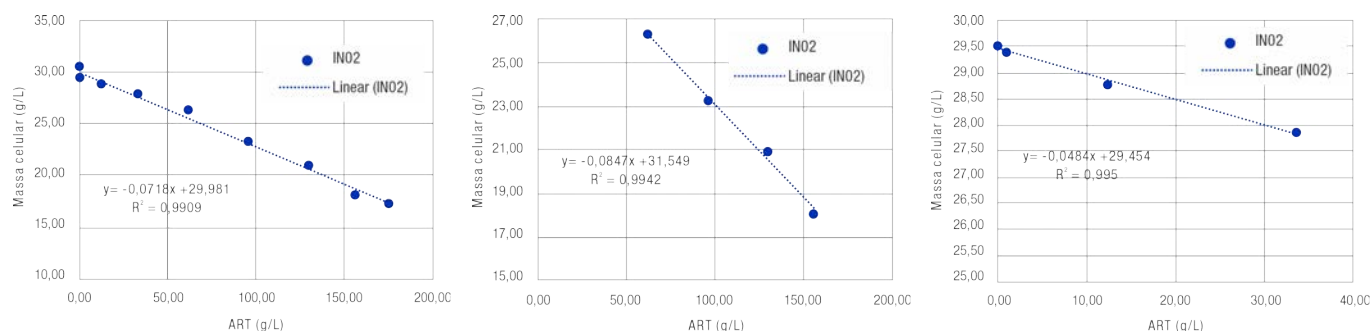


TABELA 3. VALORES DE RENDIMENTO EM ETANOL E CÉLULAS PARA TODAS AS FASES AVALIADAS.

Ensaio	Yp/s - Global (gEt/gART)	Yp/s - Fase I (gEt/gART)	Yp/s - Fase II (gEt/gART)	Yx/s - Global (gMS/gART)	Yx/s - Fase I (gMS/gART)	Yx/s - Fase II (gMS/gART)
IN01	0,4563	0,4486	0,4958	0,0408	0,0519	0,0197
IN02	0,4545	0,4552	0,4718	0,0718	0,0847	0,0484

TABELA 4. DIFERENÇAS ENTRE OS RENDIMENTOS EM ETANOL E CÉLULAS PARA OS ENSAIOS COM INÓCULO IN01 E IN02

Ensaio	Variação Fase I e Fase II - Yp/s (%)	Variação Fase I e Fase II - Yx/s (%)
IN01	10,52	62,04
IN02	3,65	42,86

TABELA 5. RESULTADOS DE PRODUÇÃO DE MASSA CELULAR GLOBAL, NAS FASES I E II E ESPERADA PARA OS ENSAIOS CORRIDOS COM OS INÓCULOS IN01 E IN02

Parametros	IN01	IN02
Massa inicial de células fase I (g)	77,85	90,61
Massa final de células fase I (g)	100,00	131,52
Massa final de células fase II (g)	109,38	147,50
Massa produzida fase I (g)	22,15	40,91
Massa célula produzida fase II (g)	9,38	15,98
Massa célula total produzida (g)	31,53	56,89
Massa produzida esperada (g)	40,79	66,02
Massa final esperada para rendimento em células fase I (g)	118,64	156,63
Massa de célula morta e autolizada (g)	9,26	9,13
Taxa de morte em relação a massa de célula produzida (%)	22,71	16,05
Taxa de morte em relação a massa de célula final (%)	8,47	6,19

rendimento em etanol entre estas. Esta diferença pode estar associada ao fato de que na fase I onde a velocidade de produção de etanol é muito intensa, a concentração deste produto no interior das células seja maior que no meio em fermentação, devido a velocidade com que ele deixa às células. Assim, na verdade, valores menores de rendimento na fase de maior velocidade de conversão é compensada por rendimentos maiores nas fases de menor velocidade de conversão, pois, nesta fase menos etanol é produzido e as concentrações dentro e fora das células deste produto tendem a se igualar. Este fato pode ser confirmado pelos resultados obtidos na fase II do ensaio realizado com o inóculo IN01 (0,4958 gEt/gART), valor este impossível de ser atingido. Outro ponto que pode corroborar com esta hipótese é o fato de as maiores diferenças neste parâmetro ter sido observada no ensaio onde células não adaptadas ao processo foram utilizadas. É possível que a membrana celular destas células apresente uma maior resistência para saída do etanol da célula para o meio.

Os resultados para o rendimento em célula, diferente dos apresentados pelo rendimento em etanol, apresentaram diferenças muito significativa entre a fase I e II de cada ensaio. Esta diferença ficou ainda maior quando células não adaptadas ao processo

fermentativo foram utilizadas (inóculo IN01). Além disto, foi observado uma diferença significativa nos valores de rendimento em massa celular entre as fases I dos dois ensaios realizados. As células adaptadas ao processo fermentativo (IN02) apresentaram um rendimento em massa celular bem maior que aqueles apresentados pelas células não adaptadas ao processo (IN01). A Tabela 4 mostra estas diferenças entre os rendimentos observados na fase I e II de cada ensaio.

Observa-se pelos dados contidos na Tabela 4 que a diferença entre os rendimentos em etanol obtidos na fase I e II de ambos ensaios são pequenas e podem estar associadas à diferença de concentração de etanol dentro e fora da célula devido a velocidade de saída deste produto das células. Além disto, o resultado global mostrou um bom ajuste ao modelo linear, mostrando que este rendimento se mantém constante no decorrer do processo fermentativo.

Para o caso de rendimento celular, as diferenças observadas são significativas, diminuindo em mais de 60% da fase I para a fase II no ensaio realizado com células não adaptadas ao processo fermentativo (IN01) e mais de 40% no ensaio corrido com células adaptadas. Não existe razão aparente para que o rendimento

em massa celular varie ao longo da fermentação, pois, a energia obtida pelo catabolismo das hexoses é a mesma. Sendo assim, o que pode explicar esta queda no rendimento em massa celular na fase II é a elevação da taxa de morte. As condições e alta concentração de etanol, baixa concentração de substrato e esgotamento nutricional do meio podem elevar a um aumento na taxa de morte, principalmente das células não adaptadas ao processo fermentativo. Considerando que as células de levedura, logo após a morte, tendem a se autolisar para liberar nutrientes para as demais células, estas não serão mais detectadas nas análises de matéria seca, diminuindo o acréscimo da massa celular no meio que por sua vez afeta negativamente o resultado do rendimento em células.

A Tabela 5 mostra os resultados de taxa de morte em relação a massa de célula produzida e a taxa de morte em relação a massa de célula final para os ensaios realizados utilizando os inóculos IN01 e IN02.

Observa-se pelos dados contidos nesta Tabela 5 que a massa de célula que morreram e autolisadas ao longo da fermentação para os dois ensaios foram muito parecidas, 9,26g e 9,13g para os ensaios com inóculos IN01 e IN02 respectivamente. No entanto, como a massa de células produzida e final para os dois ensaios foram diferentes, os valores de taxa de morte variou para os dois ensaios. Para o ensaio onde foi utilizado o inóculo IN01 a quantidade de células que morreram durante a fermentação corresponde a 22% da massa produzida e 8,47% da massa de célula final. Para o ensaio com o inóculo IN02, os valores obtidos foram menores, 16,05% e 6,19%. Este fato mostra que a taxa de morte celular é menor quando se utiliza células já adaptadas ao processo fermentativo.

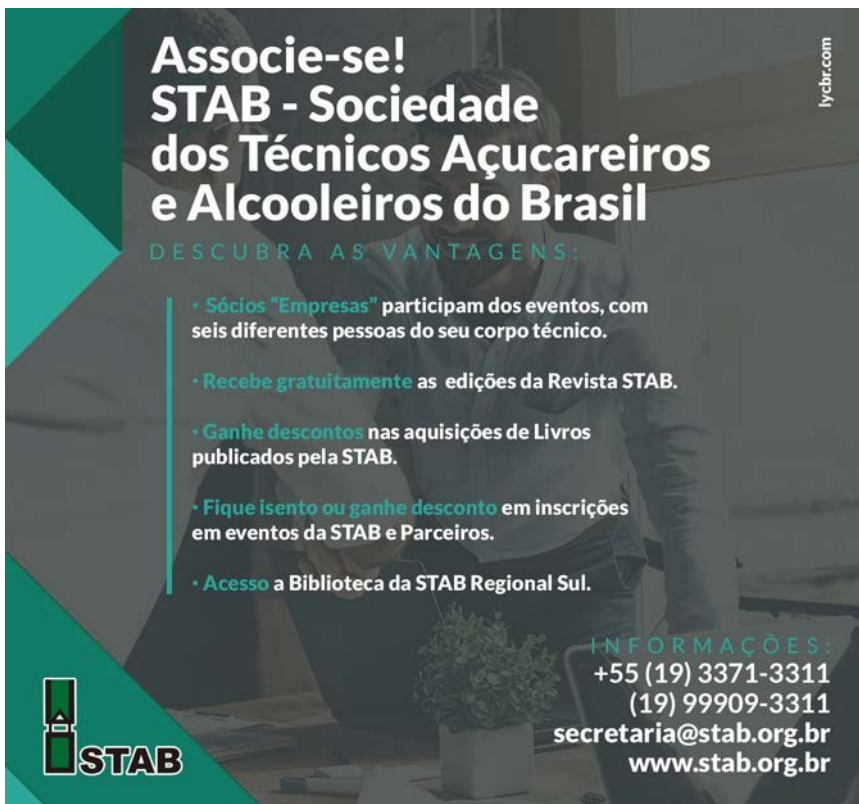
Os valores obtidos neste trabalho são considerados baixos quando comparados aos obtidos em processos industriais, onde se estima que os valores de taxa de morte observado podem ser superiores a 50% em relação a massa de células produzida, dependendo das condições de operação da planta.

Conclusão

O inóculo composto por células anteriormente adaptadas ao processo de fermentação (IN02) apresentou melhor desempenho que o inóculo liofilizado não adaptado à fermentação (IN01). Com relação ao rendimento em etanol a diferença entre os valores obtidos nos dois ensaios com inóculos diferentes foi pequena, mas para os valores de rendimento em células esta diferença foi muito mais significativa.

Foi observado uma diferença nos rendimentos em etanol e em células entre as fases I e II para ambos os ensaios utilizando inóculos diferentes. Em relação ao rendimento em etanol, as primeiras fases apresentaram menores rendimentos comparados às segundas fases, sendo que, o equilíbrio foi estabelecido nos rendimentos globais, os quais apresentaram similaridade entre os ensaios com os inóculos IN01 e IN02. Tal fato pode estar relacionado à velocidade de saída de etanol do interior da célula para o meio externo. Em relação ao rendimento celular, esta diferença foi mais expressiva, em especial no ensaio em que se utilizou o inóculo não adaptado ao processo, IN01. Esta diferença pode ser explicada pela morte celular devido às condições adversas no meio fermentativo, tais como alta concentração de etanol, baixa concentração de substrato e esgotamento nutricional.

De uma forma geral, os dados mostraram que o rendimento em etanol se manteve constante ao longo do processo fermentativo, como previsto teoricamente, apresentando pequenas diferenças entre as fases estudadas. O mesmo não foi observado para o rendimento em células, cujos valores apresentaram diferenças significativas entre as duas fases do processo fermentativo, sendo muito mais elevado na fase I que na fase II. Este fato mostra que a taxa de morte celular existe e afeta significativamente a quantidade de massa celular obtida e que esta taxa aumenta quando as condições do meio fermentativo se tornam mais restritivas. Este efeito é observado com maior intensidade quando se utiliza como inóculo células não adaptadas ao processo fermentativo.



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) 3371-3311
(19) 99909-3311
secretaria@stab.org.br
www.stab.org.br

STAB

■ As estimativas de déficit no mercado de açúcar realizadas em setembro pela OIA para a safra de 2020/21 deve atingir 3,5 milhões de toneladas, ante as apenas 724mil toneladas previstas anteriormente. Segundo a OIA – Organização Internacional do Açúcar, Tailândia, Rússia e União Europeia produziram menos açúcar que o previsto anteriormente, porém o Brasil teve alta na produção de açúcar e deverá atingir 2,4 milhões de toneladas a mais que a safra anterior. Os dados de consumo permanecem praticamente inalterados quando comparados com a safra anterior.

■ A ANP – Agência Nacional de Petróleo, Gás Natural e Biocombustíveis, anunciou recentemente que foram comercializados 15 milhões de Créditos de Descarbonização CBIOS. A meta prevista pelo Programa Renovabio foi atingida superando, portanto, os 14,9 milhões de CBIOS necessários para o cumprimento da meta estabelecida pelo CNPE – Conselho Nacional de Política Energética.

■ Com a alta do dólar a exportação de açúcar nesta safra ganhou maior competitividade, em relação a safra anterior. Apenas no primeiro semestre de 2020 a produção de açúcar teve aumento percentual de 41, 04% num total de 14,52 milhões de toneladas de açúcar, frente ao produzido na safra anterior, no mesmo período de 10,29 toneladas. A quantidade exportada foi, entretanto, a maior dos últimos 3 anos. A Raizen esteve no topo entre os maiores grupos exportadores de açúcar, exportando cerca de 1,38 milhões de toneladas de açúcar apenas no primeiro semestre.

■ O Centro de Cana do IAC firmou parcerias com as Usinas São Martinho e Denusa para estudo de irrigação e nutrição em áreas plantadas com MPB ou GEMAS BROTADAS. Esses estudos trarão importantes informações sobre a necessidade de irrigação dos plantios com MPB e GEMAS BROTADAS e o requerimento em nutrientes. Mais usinas poderão participar dessa rede experimental, bastando entrar em contato com o pesquisador Mauro Xavier, mauro.xavier@sp.gov.br.

■ Pietro Adamo Sampaio Mendes é o novo Diretor do Departamento de Biocombustíveis do Ministério de Minas e Energia (MME). Pietro Mendes é graduado em Química pela Universidade Federal Fluminense (UFF) e bacharel em Direito pela UniRio, com doutorado em Química pela Universidade Federal do Rio de Janeiro (UFRJ). É grande conhecedor do setor sucroenergético.

■ A Embrapa lançou uma nova tecnologia que permitirá revelar aspectos relacionados ao funcionamento biológico do solo. Chamada de BioAs, a tecnologia consiste na análise de duas enzimas (beta-glicosidase e arilsulfatase) respectivamente ligadas aos ciclos do carbono e do enxofre, que funcionam como bioindicadores da saúde do solo e estão relacionadas ao potencial produtivo e à sustentabilidade do uso do solo. Quantidades elevadas desses bioindicadores indicam sistemas de produção ou práticas de manejo do solo adequadas e sustentáveis. Por outro lado, valores baixos servem de alerta. A pesquisadora Ieda Mendes, Embrapa Cerrados (DF) lidera o projeto.

■ O Centro de Cana-de-açúcar do IAC em reunião do Grupo Fitotécnico, no dia 23 de novembro, homenageou as usinas ganhadoras do Prêmio Excelência 2020, premiando pelo quinto ano consecutivo, as Usinas que apresentaram o melhor manejo de variedades de cana, atendendo a duas condições: A) menor concentração varietal, fazendo com que seja baixo o seu risco ambiental; B) O maior uso de variedades novas, com características modernas e alta produtividade.

A Usina Buriti do Grupo Pedra - SP, foi a primeira colocada na combinação dos dois critérios, pelo segundo ano consecutivo, ganhando o Prêmio Excelência Nacional.

O Premio Excelência Regional foi concedido a Destilaria Nova União, Grupo Denusa – GO; Usina Monte Verde, Grupo BP Bunge – MS; Usina Uberaba, Grupo Balbo, MG; Usina Jussara, Grupo CMNP- PR, Usina Branco Peres, Grupo Branco Peres, SP- Região Araçatuba, Usina São Luiz, Grupo Quagliato, SP – Região Assis; Usina Santa Fé, Grupo Santa Fé, SP – Região Jau; Usina Santa Maria, Grupo J. Pilon, SP – Região de Piracicaba; Usina São José da Estiva, Grupo Estiva Bioenergia, SP – Região São Jose do Rio Preto.

■ A STAB lamenta e solidariza-se com os familiares e amigos pelo passamento de Serafim Meneghel, importante líder empresarial do grupo Bandeirantes.

■ O setor pode contar agora com uma nova plataforma de conhecimento em bioenergia centralizando produtos e serviços num ambiente virtual e futuramente também presencial. Conheça e participe acessando www.bioenergyhub.com.br

VOCÊ CONHECE AS NOSSAS SOLUÇÕES?

VG50S QR

Kamoran®

Corstan®

HJ Emulsão®

HJ GOLD®

DEFLOC QR®

Kamoran WP®

SPECTRAN®

FILTERPOL®



**NÃO TEMOS APENAS BONS PRODUTOS,
TEMOS SOLUÇÕES PARA A SUA FERMENTAÇÃO.**



PLANETÁRIOS TGM SÃO PREPARADOS PARA TRABALHOS PESADOS



A partir de 2005, a TGM revolucionou os acionamentos ao aplicar em moendas os planetários e motores elétricos. Em seguida a empresa avançou ainda mais ao desenvolver a linha de redutores G3 Full para operar com grande responsabilidade em torque de até **10.000 kN.m**, permitindo às moendas hoje superarem as 100”.

A TGM possui não apenas um lugar de destaque no mercado, mas, especialmente, a confiança e o respeito de seus clientes pelos resultados obtidos e por trabalhar com qualidade.

Instale o consolidado G3 Full da TGM em sua moenda e difusor.

Principais motivos para escolher o G3 Full:

- Eficiência mecânica superior;
- Robustez dos conjuntos de engrenagens e rolamentos;
- Flexibilidade nas instalações e operações;
- Sistema hidráulico inteligente e de alta performance;
- Sistema de monitoramento eletrônico seguro e confiável;
- Ciclos de até 10 safras sem manutenção
- Fornecimento de solução para acionamento completo

