



st**ab**

ISSN 0102 - 1214
VOL. 38 nº5
JUL/AGO/SET - 2020

Açúcar, Álcool e Subprodutos



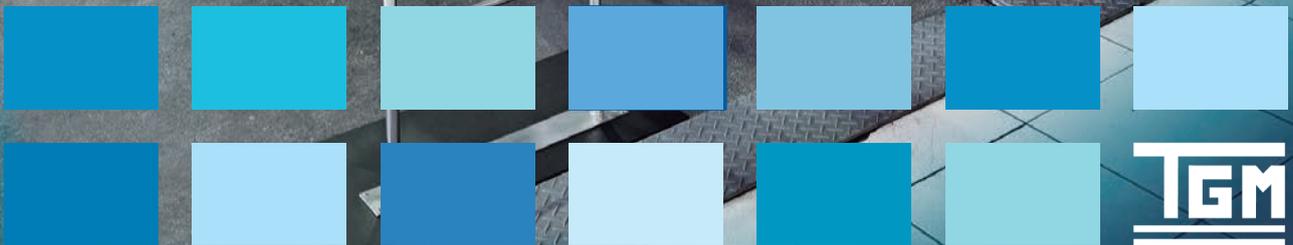
**TURBINA
BT 40
29.6 MW**

CONTRAPRESSÃO
TECNOLOGIA DE REAÇÃO

condições de vapor
67 bar a | 520 °C | 2.48 bar a

TGM
Grupo WEG

USINA
SANTO ANTONIO
GRUPO BALBO



TGM
Grupo WEG

É hora de fazer mais com menos!

O mercado de açúcar e etanol sempre apresentou muitos desafios. Mais do que nunca, a Prozyn reforça a sua missão de contribuir para o sucesso de seus clientes e quer ajudar as usinas a superarem os desafios desse momento. Redução de custos, eficiência de processo e aumento no rendimento nunca foram tão importantes como no momento atual.



E você, qual o seu desafio?

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



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

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



EDITORIAL

O ano de 2020 ficará em nossas memórias para sempre como o ano em que a pandemia tomou conta e definitivamente mudou nossas vidas. Toda a economia brasileira sofreu forte impacto e o setor sucroenergético teve que se adaptar a nova rotina com inúmeros protocolos para proteger os funcionários e manter ativa a produção, cumprindo, apesar de todas as dificuldades, as metas previstas para a safra.

Com o objetivo de colaborar com este momento difícil para o setor representado pela pandemia, a Stab Regional Sul realizou em 04 de junho um Webinar intitulado “Providências para enfrentar o período da pandemia na agroindústria canavieira”. Este Webinar foi coordenado por Luiz Carlos Correa Carvalho da Canaplan, e teve a participação de: Carlos Leston Belmar do Grupo Tereos, Ranato Fantacini da Usina Batatais e Pedro Dinucci da Usina São Manoel.

Muito embora o modelo virtual de reuniões e seminários seja um modo prático e pouco dispendioso de difundir conhecimentos, nos faz grande falta a presença dos associados da Stab, o contato e a troca de experiências que sempre são grandemente valorizadas por todos em nossos eventos. Assim, a Stab está ansiosa em poder retornar ao modo de eventos presenciais, aguardando as recomendações das autoridades. Neste segundo semestre realizaremos ainda dois eventos virtuais, levando aos associados e ao público em geral discussões pertinentes ao momento que estamos enfrentando.

A safra que entra em sua fase final encontrou neste ano precipitações pluviométricas abaixo do patamar histórico. A baixa incidência de chuvas favoreceu a maturação que está cerca de 4,5% superior que no mesmo período da safra anterior e a produtividade da região Centro Sul, mostra-se em recuperação, atingindo cerca de 85 t/ha na média acumulada até agora nesta safra.

Assim, a equipe Stab deseja a todos um final de safra e um final de pandemia, com êxitos, saúde e muita esperança.

DIRETORIA STAB

ÍNDICE

EMPRESA:

4. QUAL A RECEITA DO SUCESSO DA TGM?

VISÃO:

8. CENÁRIO SUCROALCOOLEIRO

10. FALANDO DE CANA

12. SOLUÇÕES DE CAMPO

14. MECANIZAÇÃO

16. TÓPICOS DE FISIOLOGIA

18. IAC

22. GERENCIANDO PROJETOS

24. SOLUÇÕES DE FÁBRICA

27. FALANDO DE FÁBRICA

29. INFORMAÇÕES TECNOLÓGICAS

TECNOLOGIA | PESQUISA:

31. COMO ALCANÇAR O MIX IDEAL DE PRODUÇÃO DAS USINAS?

33. CRITÉRIOS PARA AVALIAÇÃO DO SISTEMA DE ISOLAÇÃO DE MÁQUINAS ELÉTRICAS GIRANTES PARA A REALIZAÇÃO DE SERVIÇOS

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 Stupiello, 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 Stupiello Andrietta, Miguel Angelo Mutton, Newton Macedo, Nilton Degaspari, Paulo de Tarso Delfini, Paulo Roberto de Camargo e Castro, Oswaldo Alonso, Raffaella Rossetto, Romero Falcão, Rubens do Canto Braga Junior, Sílvio Roberto Andrietta, Sizuo Matsuoka, Udo Rosenfeld e Victório Laerte Furlani Neto.

EDITOR TÉCNICO

José Paulo Stupiello.

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, Guilherme Barretto Livramento Prado, Hermann Paulo Hoffmann, Márcia Justino Rossini Mutton, Oswaldo Alonso

REGIONAL CENTRO

Presidente: Nelson Élio Zanotti - Secretário Tesoureiro : Luiz Cláudio Inácio da Silveira - Conselheiros: Antônio Marcos IAIA, Jaime de Vasconcelos Beltrão Júnior, José de Sousa Mota, José Emilio Teles de Barcelos, Luiz Antônio de Bastos Andrade, Marcelo Paes Fernandes, Márcio Henrique Pereira Barbosa

REGIONAL LESTE

Presidente: Cândido Carnaúba Mota - Secretário Tesoureiro Celso Silva Caldas - Conselheiros: Antônio José Rosário de Souza, Alexandre de Melo Toledo, Iedo Teodoro, Luiz Magno E. Tenório de Brito, Ricardo Feitosa, Rogério Gondin da Rosa Oiticica

REGIONAL SETENTRIONAL

Presidente: Djalma Euzébio Simões Neto, Secretário Tesoureiro: Antônio José Barros de Lima - Conselheiros: Arlindo Nunes da Silva Filho, Cesar Martins Cândido, Emídio, Cantídio Almeida de Oliveira, Francisco de Assis Dutra Melo, Hideraldo Fernandes de Oliveira Borba, Jair Furtado Soares de Meirelles Neto, Marlene de Fátima Oliveira

CONSELHOS ESPECIAIS DA STAB NACIONAL

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

CONSELHOS ESPECIAIS REGIONAL CENTRO

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

CONSELHOS ESPECIAIS REGIONAL LESTE

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

CONSELHOS ESPECIAIS REGIONAL SETENTRIONAL

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

CONSELHOS ESPECIAIS REGIONAL SUL

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

SÓCIOS HONORÁRIOS

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

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 solicita intercambio - Wir bitten um ausstausch.

QUAL A RECEITA DO SUCESSO DA TGM?



O crescimento contínuo e sustentável da TGM, empresa do grupo WEG, em todo o mundo tem sido pautado por vários fatores chaves como soluções eficientes e completas, amplo domínio tecnológico, suporte ao cliente 24 horas, flexibilidade e projeto personalizado. Mas o que realmente a torna diferente? Seus movimentos são sempre a favor dos clientes, ajudando a conseguir resultados extraordinários para hoje e para amanhã. Décadas de expertise tornou possível levar energia ao redor do mundo. Com presença em mais de 50 países, totalizam 12.7 GW de potência instalada. Já no Brasil, mais de 60% da moagem de cana-de-açúcar e mais de 75% de potência

instalada de energia elétrica por biomassa são por equipamentos TGM. Quaisquer que sejam os desafios, a TGM tem um amplo portfólio de produtos em turbinas a vapor, redutores e serviços, para as mais diversas soluções e escopos.

Somados a isso, os números do Grupo WEG são ainda mais expressivos, contando com fábricas em 12 países e filiais comerciais em 36 países, vendendo produtos e entregando soluções para todos os continentes do globo.

A empresa antecipa as tendências e torna o negócio de seus clientes mais eficiente, seguro e rentável.



SOLUÇÃO TGM MODERNIZARÁ MOENDA QUE TRABALHA EM ROTAÇÃO MÁXIMA DE 14 RPM

Uma das usinas mais tradicionais do Brasil, a Usina Batatais modernizará os acionamentos das moendas substituindo as volandeiras por planetários e a TGM foi a selecionada para fornecer os 4 novos conjuntos que contemplam planetários G3 Full, redutores paralelos da linha RTS e turbinas a vapor TM Flex para safra 2021.

Os planetários G3 Full foram projetados e configurados com detalhes técnicos es-

pecíficos para atender com confiabilidade nesta função de acionamento desta moenda, pois a TGM desenvolveu seu projeto exclusivamente para esta aplicação considerando todas as variáveis decorrentes do processo de extração, podendo citar: grande experiência nesta aplicação, projeto extremamente robusto e muito compacto, sistema hidráulico de alta performance, sistema de lubrificação diferenciado, critérios de aplicação segura

e configuração de instalação no tandem. Esses pontos foram cruciais para a modernização e atualização dos acionamentos já prevendo uma futura eletrificação.

O conjunto TGM acionará uma moenda que trabalha em rotação máxima de 14 rpm. Realizada uma análise minuciosa pelo grupo técnico da usina, com grandes considerações aos fatores de segurança e vida útil de partes de cada fabricante, a TGM se destacou perante aos demais na solução, considerando não somente esses critérios, mas também intercambialidade dentro da reconfiguração e redistribuição dos equipamentos em várias opções que pode ter o projeto, sempre considerando que o investimento inicial seja parte de projetos futuros de ampliações de moagem.

Dada excelente dinâmica e interação entre as equipes TGM e corpo técnico do cliente, esta modernização reduzirá custos de manutenção, aumentará a disponibilidade operacional além da segurança e maior confiabilidade durante operação.



USINA BATATAIS – BATATAIS/SP

LUCRATIVIDADE E A GESTÃO DA MANUTENÇÃO PLANEJADA NA ENTRESSAFRA

“Tempo é dinheiro”, já dizia Benjamin Franklin, e nas paradas programadas isso é ainda mais evidente. Em um ambiente cada vez mais competitivo e em constante mudança, uma ótima gestão da manutenção, flexibilidade e conhecimento, são imprescindíveis. A compra planejada, ou seja, aquisição antecipada de peças e serviços de manutenção possibilita agilidade no atendimento e viabiliza a entrega dos equipamentos nos prazos estabelecidos com garantia da qualidade, desde a desmontagem até os testes de comissionamento.

Os principais benefícios de uma Manutenção Planejada são: confiabilidade operacional, redução de custos, menor tempo na montagem em campo, melhoria na eficiência das máquinas, contribuindo substancialmente na melhoria contínua da qualidade e segurança e aumento da disponibilidade nas turbinas, redu-



res, geradores e motores de médio e grande porte.

As boas práticas de fabricação, manutenção e revisão são frequentes na TGM, visando extrair o máximo de aproveitamento e disponibilidade operacional de cada equipamento tanto TGM quanto em equipamentos de outras marcas. Ressaltando o seu compromisso, a TGM já iniciou o planejamento para os serviços de entressafra 20/21 buscando promover um atendimento diferenciado e entregar total confiabilidade nos trabalhos prestados para elevar os níveis de lucratividade das usinas na safra 2021.

Com base em sua experiência global e de décadas, a TGM possibilita uma parada programada eficiente, com serviços de prevenção, recuperação, modernização e substituição de peças, aumentando a vida útil dos equipamentos, lucratividade e confiabilidade de sua empresa.

TURBINA TGM POSSIBILITA GANHO DE 13% EM GERAÇÃO DE ENERGIA

O NOVO EQUIPAMENTO UTILIZA A MESMA QUANTIDADE DE VAPOR PARA A GERAÇÃO ADICIONAL DE 3,0 MW/h

A TGM, empresa do Grupo WEG, realizou a troca de uma Turbina a Vapor por outra de tecnologia superior na Usina Santo Antônio - Sertãozinho/SP, pertencente ao Grupo Balbo. A usina possui capacidade de moagem de 3 milhões de

toneladas de cana de açúcar por safra, com uma planta industrial flexível para a produção de açúcar cristal, etanol anidro e hidratado, levedura e energia elétrica.

A Santo Antônio adquiriu uma Turbina TGM multiestágios modelo BT 40 (Tecnologia de Reação) para acionamento de gerador de energia, visando à substituição da Turbina modelo TME 25000A (Tecnologia de Ação) instalada desde 2002. O novo equipamento possibilita o ganho de 13% em geração de energia utilizando

a mesma quantidade de vapor, o que supre o consumo interno e possibilita exportar o restante para a rede.

O Grupo Balbo foi à primeira empresa sucoenergética responsável pela aquisição de uma turbina de alta pressão e temperatura da TGM, com foco na geração e exportação de energia elétrica em larga escala, realizou a substituição por um equipamento de maior eficiência, mantendo o gerador WEG de 29,6 MVA e alterando somente o fator de potência.



24h
CUIDANDO
DE
SUA
MÁQUINA

"A TURBINA TGM DE REAÇÃO REALMENTE É UMA MÁQUINA DE ALTA EFICIÊNCIA E FOI UMA AQUISIÇÃO IMPORTANTÍSSIMA PARA O SUCESSO DO NOSSO PROJETO".

José Marcos de Oliveira
Gerente Industrial da Usina Santo Antônio - Balbo

A Turbina a Vapor TGM modelo BT 40, fornecida como solução para o Grupo Balbo, pode operar em potência máxima de 40 MW e opera em até 140 bar(a) de pressão e 540°C de temperatura.

O equipamento entrou em operação ainda na safra de 2020, sendo que sua instalação representou uma geração adicional de energia na planta de aproximadamente 18.000 MW por safra, alcançando o resultado econômico esperado em curto prazo.

Como solução adicional, foi aplicada a modernização dos sistemas de segurança e controle da turbina, totalmente integrado ao sistema de proteção, excitação e sincronismo do gerador. Os sistemas instalados desde 2002 apresentavam muitos riscos de disponibilidade em função da obsolescência de vários equipamentos, assim, com este upgrade a usina passa a ter o estado da arte em Automação 4.0, além de mitigar qualquer risco de paradas indesejadas.

Um destaque nesse projeto, foi a ótima interação e integração entre as engenharias da TGM e da Usina Santo Antônio visando à substituição do equipamento existente com o mínimo de alteração da base civil, visto que existiam diferenças dimensionais entre os equipamentos.

Para o cliente a troca desta turbina representa um salto em tecnologia aplicada na planta, com o incremento de geração e exportação de energia, aumentando consideravelmente a confiabilidade e segurança em sua operação.

The FMC logo is displayed in a bold, red, sans-serif font.

An Agricultural
Sciences Company

Onde tem cana, tem *Energia*

BIOELETRICIDADE, ENERGIA LIMPA.

A cana-de-açúcar é a energia que move o país. Dela, a gente tem a biomassa, que gera eletricidade, a nossa 4ª fonte mais importante de matriz elétrica. A **FMC** se orgulha de estar ao lado do produtor desde o começo, inovando com todo o setor.

Neste exato momento, temos mais de 700 pesquisadores em todo o mundo buscando soluções mais sustentáveis. Porque, para a **FMC**, quanto mais produtividade, mais energia para levar a nossa cana ainda mais longe.

Saiba mais em:

www.fmcagricola.com.br/cana

Copyright © Setembro 2020 FMC. Todos os direitos reservados.





CENÁRIO SUCROALCOOLEIRO

“Steve Jobs pegou a maçã que caiu na cabeça de Isaac Newton e mordeu para nos libertar do insuportável paraíso da ignorância”
Arnaldo Jabor

Luiz Carlos Corrêa Carvalho
caio@canaplan.com.br

O pós COVID 19 - Reflexões

Desde o início dos anos 2000, tem-se a discussão entre os que julgam que o mundo não mais verá o nível de desenvolvimento já visto nos Séculos anteriores e os que entendem a era digital como uma nova ruptura tecnológica e de hábitos. Dois pensadores fizeram essa discussão em alto nível: Robert Gordon, Cambridge, EUA, que defende a hipótese que talvez o crescimento econômico dos EUA esteja em velocidade muito menor; cita como fatores que levariam a isso a demografia, educação, dívida e desigualdade, poderosos o suficiente para cortar o crescimento do país pela metade. Para que isso não ocorra, seria preciso muita inovação para equilibrar esse declínio. Mesmo com inovação, essas correntes de vento contrárias segurariam o desenvolvimento! Como exemplo disso, cita o crescimento da economia norte-americana em 2% ao ano entre 1891 e 2007; desde então, tem sido levemente negativo. Sua análise sintética das correntes de vento contrárias começa nas horas trabalhadas por pessoas que diminuem quando se as compara aos anos 1970 e 1980; a aposentadoria da geração “baby boomer” e a redução da força de trabalho de adultos do sexo masculino que está na metade da distribuição educacional.

Com relação à educação, cita problemas no sistema educacional dos EUA com inflação de custo na educação superior que achata a inflação de custos em assistência médica. Com relação ao endividamento, há na educação superior uma dívida de estudantes de um trilhão de dólares e a taxa de conclusão da faculdade é de 15 pontos abaixo do Canadá, por exemplo. Outro fator citado é a desigualdade: a taxa de distribuição de renda se mostra mais lenta do que a média anterior em 0,5 ponto porcentual. A soma desses fatores contrários levaria a um potencial crescimento de 0,8% ao ano, bem abaixo dos 2% anteriores. E esse potencial ocorreria se tivermos inovações tecnológicas na altura do que se viu nos últimos 150 anos!

Outros analistas veem, diferentemente, uma continuidade na evolução tecnológica, principalmente o efeito digital, a consequência nos vários campos da economia e um ritmo constante de crescimento anual das economias. Eric Brynjolfsson, do MIT Sloan School of Management: Há 120 anos atrás as fábricas americanas começaram a usar a energia elétrica em suas operações, dando início à 2ª Revolução Industrial. É interessante observar que a produtividade não aumentou naquelas fábricas por 30 anos! Foi a outra geração que se aproveitou da flexibilidade da eletricidade para inventar novos processos de trabalho e, aí, a produtividade subia em dobro ou triplo. Tecnologias de utilidade geral conduzem ao crescimento econômico porque desencadeiam cascatas de inovações complementares como lâmpadas e reestruturação das fábricas.

Na nossa era o exemplo disso é o computador! O novo mundo deve levar o ser humano a reinventar as organizações. O problema atual não é a produtividade, que sobe, mas a dissociação da tecnologia com os empregos e o fato que a renda do trabalhador comum está estagnada. Chamando a nova fase como a Nova Era da Máquina: Será a Mente e não a Matéria, o Cérebro e não os Músculos, Ideias e não as Coisas...

Muitas das coisas, hoje, são de graça: Google, Wikipedia, Skype... e isso não se mede na métrica do PIB, pelos economistas (produtos e serviços da Internet). Na Era do “Big Data” se pode medir o mundo de maneiras que nunca se fez antes.

Essa rápida revisão dos pontos de raciocínio desses dois grandes mestres colide, duramente, com a pandemia do ano 2000. Seria ela uma ruptura e aceleração desse agitado novo mundo digital ou mais um empecilho ao crescimento do PIB?

Essa visão macro do desenvolvimento é fundamental a quem se habilita a tentar ver o futuro e as possibilidades. Traduzir essas alternativas para o Agro e, deste, para o agronegócio canavieiro é, claramente complexo e volátil. São tantas premissas para o “day after” da pandemia, para o processo geopolítico e para as políticas públicas brasileiras levando-se em consideração o grau de confiança do investidor nacional e estrangeiro no Brasil, que tal missão deve ser relevada quanto aos resultados previstos por análises individuais. Na amplitude geopolítica, EUA e China se preparam, a cada momento, para um período mais crítico. As consequências disso serão sentidos por todos os países de formas diferentes. O mesmo se fala em relação ao Oriente Médio que esbarra, via petróleo, nos EUA, China e Rússia.

Na posição pró-americana do governo brasileiro, qual será o seu posicionamento com relação aos EUA e China? Alguns se lembram das dúvidas de Getúlio Vargas, entre nazistas e aliados....e o Brasil foi à guerra!

Quanto ao Brasil, é um fato o seu destino de grandeza, com o Agro.... mas o destino não é dado a ninguém e, sim, construído pelo país e suas lideranças. Escorregamos na Amazônia, enquanto dávamos as costas ao Acordo de Paris: graves erros! Ainda há tempo para a correção e se espera que venha a acontecer rapidamente.

Os analistas do que deve ser o novo mundo no Pós COVID-19 mostram convergência em alguns pontos essenciais:

- a) Foco global nas mudanças climáticas face o seu potencial de risco para as sociedades dos países;
- b) Foco em saúde, onde chama a atenção a questão da poluição local e da regional.

É justamente isso que deve levar o atual governo brasileiro a rever sua forma de posicionar as suas prioridades de ação nos campos do que será o futuro: entre outros aspectos também relevantes, o Agro e sua sustentabilidade, seus efeitos na oferta de alimentos e de biocombustíveis e, no campo também global, o combate à poluição.

Alguns parâmetros que sugerem senso de urgência nesses pontos, em especial na questão da poluição do ar, e um recente estudo de Harvard -EUA (Xiau Wu) que caracterizou o fato que apenas 1 µg/m³ de material particulado de 2,5 mm no ar estaria associado a

um aumento de 8% na mortalidade por COVID-19 (pulmões e sistema circulatório). Para se ter uma ideia do que isso significa, Nova Deli (Índia) tem mais de 6 vezes o índice de material particulado de São Paulo! A diferença entre as emissões das duas cidades é o etanol!

Esse exemplo amplifica o potencial do etanol na mistura com a gasolina para os países da Ásia toda, além de outras regiões.

O mesmo etanol, ao substituir a gasolina assim como o gás metano (produzido de resíduos da produção de açúcar e etanol) pode substituir o diesel, é o grande exemplo da biomassa baseado em Carbono, Oxigênio e Hidrogênio substituindo Hidrocarbonetos! É o Acordo de Paris! É a linha de redução das emissões de carbono para mitigação das mudanças climáticas.

Um rápido olhar para o momento vivido pelo Brasil, de intensas críticas externas com relação ao desmatamento e incêndios na Amazônia, independentemente do fato real, traz o risco claro das ações que serão vistas no PÓS-COVID 19, quando o consumidor ditará as atitudes das grandes redes compradoras de commodities no mundo todo: se o produto for sustentável, sem problemas! Assim, vale o antigo ditado romano que “não basta a mulher de César ser séria, ela tem que se mostrar séria.....”

Hoje é uma rede de varejo enorme britânica – TESCO – pressionando; amanhã, uma chinesa, e assim será!

Para o setor canavieiro, intensamente exportador, a demanda interna de etanol é um mercado muito valioso e crescente! Também importante é o mercado externo ao açúcar. O mundo pós pandemia dá sinais preocupantes de um novo protecionismo, que o Pascal Lamy (ex-FMI) chama agora de precaucionismo, danado por ser discreto e, ao mesmo tempo, podendo ser muito pior do que já não gostamos. Assim como Brasil estará cada vez mais dependente das suas exportações, o açúcar estará enquadrado nisso. Com o enfraquecimento da OMC – Organização Mundial do Comércio – o Brasil vê com muita preocupação os mecanismos que o ajudaram na luta contra o protecionismo, em claro crescimento.

Desse modo, inúmeras serão as questões que comandarão o que virá no futuro próximo. Fingir ignorância ou agir como o avestruz em nada auxiliará o país.

O novo mundo será, assim, tão diferente? Descoberta a(s) vacina(s) não haverá a tendência de voltarmos ao que era?

Provavelmente muita coisa voltará, pois o ser humano precisa do contato. No entanto, o que mostrava sinais de mudanças antes do COVID-19 irá se acentuar ou ser acelerado. As questões ambientais e de saúde serão claramente priorizadas! Para o Agro, é uma grande oportunidade. Recente decisão precipitada de governo, reduzindo em 2 pontos percentuais a mistura do biodiesel é um mau exemplo, reduzindo a confiança empresarial e, com isso, investimentos no país.



FALANDO DE CANA

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

Fisiologia da Produção Agrícola

“Aspectos fisiológicos da absorção foliar”

Absorção foliar é a entrada de um íon, molécula ou substância na parte interna da planta. O processo é facilitado quando os estômatos, aberturas microscópicas situadas no tecido epidérmico, se encontram abertos, estabelecendo trocas gasosas que provocam uma corrente transpiratória capaz de arrastar os nutrientes pulverizados sobre toda a superfície das folhas para o interior do vegetal, de forma similar a uma bomba de sucção. Como não poderia ser diferente, quando a planta não está transpirando, a taxa de deslocamento das substâncias nos espaços internos tende a ser menor.

A absorção foliar pode ser passiva ou ativa. Na forma passiva, ocorre uma simples penetração de íons ou moléculas por meio de fenômenos puramente físicos, como a diferença de concentração, que provoca uma difusão de forma simples ou facilitada. Em geral, a difusão é um processo lento, a não ser que a diferença de concentração entre as regiões seja muito elevada; ou que as distâncias a ser percorridas pelos elementos sejam relativamente pequenas. Por sua vez, a absorção ativa depende da energia celular na forma de ATP, ou adenosina trifosfato, proveniente do metabolismo basal, especialmente da respiração celular.

Após ocorrido o contato dos elementos com as epidermes superior, inferior, ou ambas, é iniciada uma sequência de ações, a fim de tornar o processo de absorção foliar efetivo. O primeiro deles é o atravessamento das moléculas ao longo da cutícula, camada cerosa que reveste as células epidérmicas. Esse movimento é passivo e se dá por difusão, ocorrendo a partir de um local de maior concentração para outro, de menor concentração. Obviamente, a cutícula pode reter parte do elemento que a cruza, em função de suas características próprias, como por exemplo sua espessura, natureza ou composição lipídica. O segundo passo consiste na chegada das moléculas à superfície externa da membrana plasmática, também chamada de plasmalema. A membrana plasmática é uma película extremamente fina que delimita o contorno celular; e tem a função de isolar os componentes do meio exterior. Nas células vegetais, a membrana plasmática fica situada entre a região gelatinosa do citoplasma e a parede celular, que é formada principalmente por celulose. Obviamente, é fundamental que a célula troque substâncias com o seu entorno via membrana plasmática,

que apresenta uma permeabilidade seletiva. O terceiro passo relativo à absorção ocorre com a efetiva entrada dos íons, moléculas ou substâncias no citoplasma, ou até mesmo nos vacúolos, estruturas celulares responsáveis pelo armazenamento de solutos e solventes. Esse é um movimento ativo. A partir daí o sistema citoplásmico estabelece uma comunicação entre as células por meio dos plasmodesmos, que são filamentos citoplasmáticos de conexão direta que atravessam, não somente as membranas, mas também as paredes celulares, caracterizando o transporte sistêmico, como se fossem pontes responsáveis pela interligação.

Contudo, estando em contato com as células e tecidos internos do vegetal as substâncias podem ser transportadas pela planta por via apoplástica ou simplástica. A via apoplástica consiste num sistema de comunicação que abrange os espaços externos às membranas plasmáticas, ou seja, através das paredes celulares, considerada uma região morta da planta. Neste caminho os elementos não atravessam nenhuma membrana; e seu deslocamento ocorre por difusão de forma contínua e sem dispêndio de energia. Por outro lado, na via simplástica a movimentação está associada ao conteúdo intracelular. É considerada uma região viva, onde se processa uma livre movimentação de solutos de baixo peso molecular; e também de solvente por dentro das células. Sendo assim, o simplasto representa a coleção de todos os citoplasmas e núcleos celulares de uma planta, separados apenas pelas membranas celulares. No simplasto, os íons, moléculas ou substâncias se movimentam célula a célula pelo interior das mesmas, através dos plasmodesmos, conforme já citado. É um processo mais lento devido à passagem dos elementos pelo conteúdo celular, o que representa uma barreira natural.

Sendo assim, produtos aplicados via foliar, como fungicidas, inseticidas e herbicidas podem apresentar, dentro do vegetal, um deslocamento apoplástico ou simplástico. Aqueles com translocação apoplástica tendem a amarelar e secar as folhas no sentido do ápice para a base foliar. Como exemplo, se a dose aplicada de um determinado herbicida não for suficiente, pode haver morte apenas da parte apical das folhas, permanecendo viva a parte basal da mesma. Isso acontece porque determinados íons ou moléculas com translocação apoplástica possuem grande dificuldade em atravessar a membrana plasmática das células que compõem os tecidos vegetais, em decorrência de seu tamanho, polaridade ou reati-

vidade, tendendo a permanecer mais tempo na região apoplástica. Naturalmente, esses elementos são mais dependentes da corrente transpiratória vegetal para o alcance em outras regiões da planta. Ainda, os elementos com translocação apoplástica somente transpassam as membranas celulares se houver um gasto de energia metabólica proveniente da respiração celular, ou em casos em que haja uma alta concentração de solutos ao redor das células; ou até mesmo quando os elementos provocam a destruição de membranas celulares. No transporte simplástico, a região mediana da folha tende a ser mais fortemente atingida, o que faz com que, pelo menos por um determinado tempo, a região apical foliar permaneça mais verde. Neste caso, somente depois de um tempo é que a fitotoxicidade começa a aparecer em outras partes, como nas folhas novas que não receberam o produto herbicida. Dessa maneira, a morte da região apical das folhas tratadas com produtos simplásticos é mais tardia, pois nesses locais os vasos floemáticos transportadores de seiva vão sendo atingidos gradativamente, comprometendo aos poucos o suprimento de fluidos e nutrientes.

Por fim, íons, moléculas, substâncias ou nutrientes podem tornar-se tóxicos quando presentes em altas concentrações nos vegetais, pois, em situações especiais, podem destruir a membrana plasmática das células, levando ao rápido secamento das mesmas, além dos tecidos, órgãos, ou até mesmo da planta como um todo.

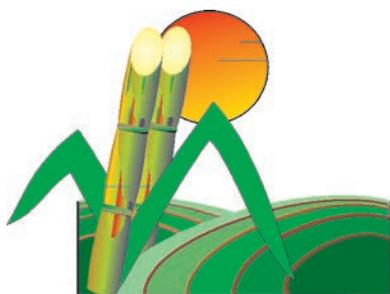


STAB

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

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

lycbr.com



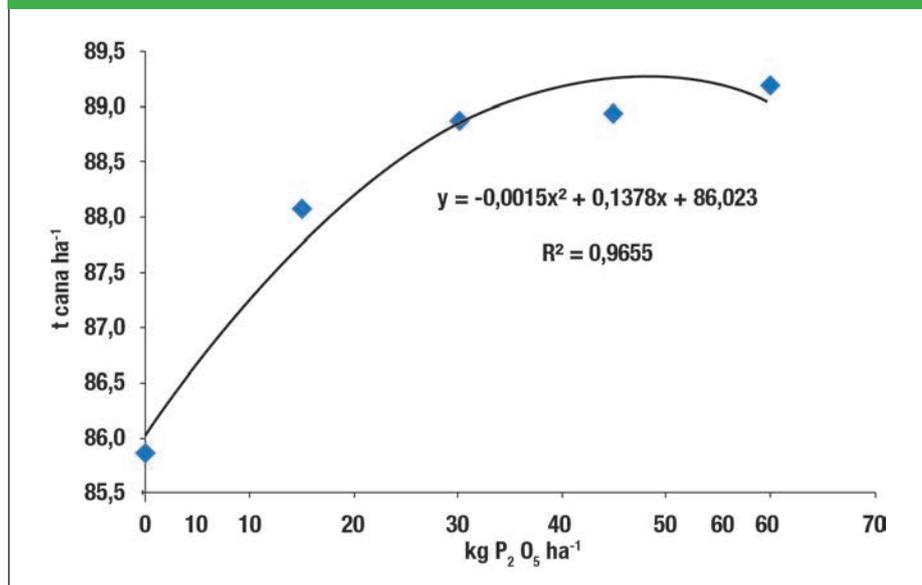
SOLUÇÕES DE CAMPO

Claudimir Pedro Penatti
claudimirpenatti@gmail.com

Adubação Fosfatada em Soqueira da Cana-de-Açúcar

Há controvérsia ainda sobre a aplicação de adubo fosfatado em cana soca, onde a literatura mostra muitos resultados sem e com resposta para a adição de fósforo nas soqueiras da cana-de-açúcar. Um dos primeiros trabalhos conduzidos por Penatti e Rodrigues (1984) mostraram que doses de fósforo não tiveram efeito na produtividade das soqueiras de oito experimentos instalados. Estudando mais detalhadamente os resultados obtidos, Penatti ressaltou que os solos apresentavam baixíssimos teores de cálcio nas duas camadas. A falta de cálcio nos solos foi o fator determinante para ausência de efeito do fósforo aplicado. Nesta época a calagem era uma atividade que estava sendo avaliada, pois a maioria das usinas aplicavam baixas doses de calcário. Em 1986, Penatti et al. estudando novamente os efeitos da adubação fosfatada em soqueiras de cana, apesar de boa parte das áreas não apresentarem correção adequada de solo, através da análise estatística, considerando a curva de regressão polinomial, obtiveram uma resposta quadrática para a média de 15 experimentos para as doses de fósforo, com máximo de resposta próximo à dose de 50 kg de P_2O_5 ha^{-1} (Figura 1).

FIGURA 1. CURVA DE RESPOSTA PARA A MÉDIA DE PRODUTIVIDADE DE CANA SOCA DE 15 EXPERIMENTOS COM DOSES DE FÓSFORO



Fonte: Penatti, 1990

Em 1990, Penatti continuou os estudos, desta vez aplicando doses de fósforo enterradas no solo, ao lado das linhas de soqueiras de cana. Estudou-se solos de textura médias e argilosas, com os teores adequados de cálcio no solo, obteve maior diferença de produtividade de cana principalmente para os solos deficientes em fósforo, como LVA, PVA 2° C e 3° C (Tabela 1). Outro experimento conduzido em solo argiloso, apresentando 29 $mg\ dm^{-3}$ de P e 14 $mmol\ dm^{-3}$ de Ca na profundidade de 0-25 cm, Penatti (1990) não obteve resposta para as doses de P aplicadas e reaplicadas em soqueira de cana, por se tratar de um solo com alto teor de fósforo. Também em solo argiloso com teor de 16 $mg\ dm^{-3}$ de P e 7 $mmol\ dm^{-3}$ de Ca na profundidade de 0-25 cm, aplicando doses de superfosfato triplo, Penatti (1990) obteve resposta significativa para a produtividade de cana no segundo corte com as doses de fósforo (Tabela 2).

TABELA 2. PRODUTIVIDADE DE CANA PLANTA E EM SOQUEIRA COM DOSES DE SUPERFOSFATO TRIPLO ENTERRADO NO SOLO AO LADO DAS LINHAS DE CANA

1°C	$kg\ P_2O_5\ ha^{-1}$	2°C
138	0	105
139	30	113
141	60	112
140	90	114

Foto: Penatti, 1990

Para ajudar a entender o efeito da adubação fosfatada em soqueiras de cana, em trabalhos não publicados, Penatti (1990) observou resposta para esta atividade. Na primeira área em solo de textura média, os tratamentos com e sem fósforo foram aplicados e reaplicados, onde fica claro o efeito do fósforo nas soqueiras das duas safras avaliadas (Tabela 3).

Também em solo de textura média, em sua tese de mestrado, Penatti (1991) estudou o efeito de doses e fontes de fósforo aplicadas dentro do sulco de plantio. Após o primeiro corte, as parcelas foram divididas ao meio, onde parte delas não se aplicou fósforo e na outra parte aplicou-se 50 $kg\ ha^{-1}$ de P_2O_5 . Como resultado (Tabela 4) foi destacado:

TABELA 1. PRODUTIVIDADE DE CANA SOCA (T ha⁻¹) EM FUNÇÃO DE DOSES DE SUPERFOSFATO TRIPLIO ENTERRADO NO SOLO AO LADO DAS LINHAS DE CANA.

kg P ₂ O ₅ ha ⁻¹	LVA 3°C	PVA 2°C	LR 2°C	LVEf 5°C	PVA 3°C	PVA 3°C	Média
0	83	69	79	91	68	88	80
30	90	72	81	91	71	87	82
60	92	74	81	99	74	82	84
90	94	76	79	92	74	92	85

Fonte: Penatti, 1990

TABELA 3. PRODUTIVIDADE DE CANA SOCA (T ha⁻¹) EM FUNÇÃO DE DOSES DE SUPERFOSFATO TRIPLIO ENTERRADO NO SOLO AO LADO DAS LINHAS DE CANA, EM DUAS SAFRAS E SOLO DE TEXTURA MÉDIA

kg P ₂ O ₅ ha ⁻¹		t cana ha ⁻¹		Média
86/87	87/88	86/87	87/88	
0	0	75	73	74
30	0	82	78	80
60	0	84	80	82
0	30	75	79	77
0	60	72	81	77
0	0	73	70	72
0	0	68	74	71
30	30	79	79	79
60	60	83	84	84

Fonte: Penatti, 1990

TABELA 4. PRODUTIVIDADE DA CANA PLANTA E CANA SOCA (T ha⁻¹) EM FUNÇÃO DE DOSES ZERO E 50 KG DE P₂O₅/ha) E FONTES DE FÓSFORO (SUPER TRIPLIO, SUPER SIMPLES E ÁCIDO FOSFÓRICO) POR CINCO SAFRAS EM SOLO DE TEXTURA ARENOSA

DOSE & FONTES DE P ₂ O ₅	C. PLANTA	2ª SOCA	3ª SOCA	4ª SOCA	5ª SOCA	Diferença* (t/ha)
	-	0 50	0 50	0 50	0 50	
0	124	100 111	69 74	72 82	50 76	52
50 ST	131	100 106	73 83	77 82	57 77	41
100 ST	143	107 113	73 83	82 84	61 77	34
100 SSP	146	106 112	74 86	77 94	58 79	56
H ₃ PO ₃	139	107 118	73 79	78 85	60 77	41

Fonte: Penatti, 1991

TABELA 5. RECOMENDAÇÃO DE DOSES DE FÓSFORO PARA CANA SOCA.

PRODUTIVIDADE ESPERADA ⁽¹⁾	P resina, mg/dm ³			
	0-6	7-15	16-40	>40
t cana/ha	P ₂ O ₅ , kg/ha			
<80	40	20	0	0
80-100	40	20	0	0
100-120	60	40	30	0
120-140	60	40	30	0
>140	60	40	30	0

⁽¹⁾Usar a produtividade do ciclo anterior ou a expectativa de produção para o próximo ciclo, a que for maior. Aplicar os adubos ao lado ou sobre as linhas de cana.

Fonte: Penatti, 1991

aumento de produtividade de cana em função das doses de P, independente das fontes; efeito residual nas soqueiras do fósforo aplicado no plantio (ver dose zero); as doses de P aplicadas nas quatro soqueiras mostraram aumento de produtividade de cana, independente da fonte de P; houve maior diferença de produtividade entre a dose 50 kg ha⁻¹ de P₂O₅ e a testemunha (zero) para o quinto corte.

Atualmente, parte das usinas fazem a adubação fosfatada em soqueiras aplicando todo ano, e outra parte faz ano sim ano não. Como conclusão obtida pelos seus trabalhos, Penatti (1990-2013) tem recomendado a aplicação de fósforo em soqueiras quando os teores de P no solo são inferiores a 15 mg dm⁻³ e desde que o solo não apresente deficiência em cálcio - teores de Ca abaixo de 10 mmolc dm⁻³. A dose pode variar entre 30 a 60 kg ha⁻¹ de P₂O₅.

A cana-de-açúcar extrai e exporta grandes quantidades de nutrientes. Para uma produção de colmos de 100 t/ha a planta acumula na parte aérea aproximadamente 150, 46 e 180 kg/ha de N, P₂O₅ e K₂O, respectivamente, exportando com os colmos, 90, 35 e 130 kg/ha de N, P₂O₅ e K₂O, respectivamente. Os cálculos das adubações consideram a necessidade de pelo menos repor os nutrientes removidos pela colheita em solos com teores baixos dos mesmos (Boletim 100 IAC, 2016). Segundo o Boletim 100 as doses de fósforo para as soqueiras de cana devem ter como base as análises químicas do solo (Tabela 5).

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- PENATTI, C.P.; RODRIGUES, J.C.S. Efeito da adubação fosfatada em soqueiras de cana-de-açúcar. In: II Seminário de Tecnologia Agronômica. Piracicaba, 1984. Anais, Copersucar, Out. p. 187-95, 1984.
- PENATTI, C.P.; PENNA, M. J.; CHALITA, R.; MANECHINI, C. Fósforo na soqueira de cana-de-açúcar. In: III Seminário de Tecnologia Agronômica. Piracicaba, 1986. Anais, Copersucar, Nov. p. 275-81, 1986.
- PENATTI, C.P.; FERREIRA, E. da S.; ZOTARELLI, E.M.M.; KORNDÖRFER, G.H.; BENEDINI, M.; CACERES, N.T.; CHALITA, R.; CAMBRIA, S. Recomendação de adubação para a cultura da cana-de-açúcar. In: VII Seminário de Tecnologia Agronômica. Piracicaba, 1988. Anais, Copersucar, Nov., p. 103-14, 1988.
- PENATTI, C.P. Calibração de adubação fosfatada. Relatório Técnico Interno, Copersucar. Copersucar, Piracicaba-SP, Jun., p. 7, 1990.
- PENATTI, C.P. Uso do ácido fosfórico ou superfosfato triplo como fonte de fósforo para a cultura da cana-de-açúcar. 1991. 105 f. Dissertação (Mestrado) – Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz"/Universidade de São Paulo.
- PENATTI, C.P. Adubação da cana-de-açúcar – 30 anos de experiência. Piracicaba, 2013. 347 p. Editora Otoni-Itu.



MECANIZAÇÃO

Marco Lorenzo Cunali Ripoli
mr@marcoripoli.com

Novidade no Mercado

A Jacto, empresa brasileira que há 72 anos tem contribuído para a agricultura e com o olhar voltado para o futuro se posicionou recentemente em novos segmentos do mercado com apresentação de produtos e tecnologias para plantio, pulverizador autônomo e colheita de cana-de-açúcar. A entrada em novos segmentos de mercado faz parte das estratégias da companhia para o crescimento no Brasil e no mundo.



A nova colhedora de cana da empresa, vem o propósito de proporcionar mais produtividade e economia, uma vez que tem o diferencial de colher simultaneamente duas linhas, com potencial redução de até 35% no consumo de litros de combustível por tonelada de cana colhida. Este é um segmento de produtos iniciado pela John Deere, que pela primeira vez lançou uma verdadeira colhedora de cana de duas linhas simultaneamente, a CH950.

A HOVER 500, tem o design diferenciado da plataforma de colheita flutuante na parte frontal da máquina que permite a colhedora se adapte às irregularidades do solo, proporcionando um corte de maior qualidade, na altura adequada, diminuindo as perdas e preservando a integridade do canavial. Entre outros diferenciais inovadores, destaca-se o sistema de limpeza mais eficiente, com ventiladores radiais sopradores que limpam a cana em duas etapas.

Outro ponto destacado é a redução de compactação do solo ao transitar somente em metade das entre linhas que a colhedora de uma linha transita. Esta redução da compactação do solo proporciona a preservação da soqueira da cana e um maior número de cortes do canavial, com redução de investimento em renovação.

Um novo sistema de limpeza, onde a ventilação é gerada por dois ventiladores radiais sopradores, em um arranjo que permite limpar a cana em dois estágios, dentro da câmara de limpeza. Isso confere maior eficiência de limpeza, otimizando o consumo de combustível, se comparado ao sistema convencional por exaustão.

A colhedora possui bitola dimensionada para andar exatamente nas entrelinhas dos plantios convencionais de cana 1,4x1,4m e 1,5x1,5m, alinhados aos locais de trânsito dos tratores e transbordos. Desta forma, de acordo com os responsáveis pelo projeto, todos os equipamentos trafegam sobre o mesmo rastro. Em comparação com as colhedoras de uma linha, a HOVER 500 confere uma redução de 60% na área compactada.

Sua plataforma de colheita foi concebida de forma aos equipamentos de corte e alimentação estarem ligados ao chassi principal da máquina por meio de braços articulados, configurando uma plataforma de colheita, que se movimenta de modo independente e automática em relação à máquina.

Assim, é possível se adaptar às variações do perfil do solo, tanto no sentido de caminhamento de colheita quanto no sentido transversal à máquina, proporcionando um corte rente ao solo nas duas linhas de cana colhida, evitando as perdas no corte da base da cana e diminuindo os danos e os arrancamentos das raízes.

Outro segmento em destaque é o de serviços, reunido no Ecosistema Digital da Jacto, a plataforma Jacto Connect...

Estou muito curioso para ver esta máquina em campo e poder compará-la com as demais detentoras de mercado. É no campo que as soluções se comprovam, então vamos aguardar!

O Agro não para!

(Informações retiradas do site da empresa)

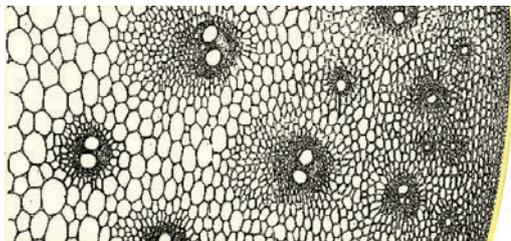
VG50S QR

**VG50S QR CONTROLANDO A
CONTAMINAÇÃO BACTERIANA NAS
DUAS PRINCIPAIS PLANTAS INDUSTRIAIS
PRODUTORAS DE ETANOL
(CANA E CEREAIS).**



**QUÍMICA
REAL**

www.quimicareal.com.br



TÓPICOS DE FISILOGIA

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

Baixas Temperaturas

As plantas tropicais estão adaptadas a temperaturas de 25°C a 35°C, sendo que a temperatura de 15°C é considerada a mínima de segurança. Dos 15°C à 0 e -2°C podem ocorrer danos pelo frio, sendo que sob essas mais baixas temperaturas é atingido o ponto de congelamento causador de danos que podem levar à morte.

O resfriamento sob temperaturas de 0 a 15°C pode causar uma transição de fase na membrana. Quando uma planta sensível é submetida ao estresse por frio a membrana plasmática se altera de líquido-cristalina para uma forma de gel-sólida. Se a exposição ao frio é curta o processo é reversível, mas se a exposição é longa, mostra-se irreversível.

A manifestação dos sintomas envolve: (a) perda da integridade da membrana, (b) aumento na permeabilidade, (c) extravasamento de solutos, (d) aumento na respiração e na produção de etileno, (e) acúmulo de compostos intermediários tóxicos e (f) oxidação dos componentes fenólicos. Diversos processos fisiológicos são afetados pelo frio como: inibição da fotossíntese, redução na absorção de água e nutrientes, translocação mais lenta dos carboidratos, menores taxas respiratórias, inibição da síntese de proteína e aumento na degradação proteica.

Os sintomas dos danos causados por resfriamento envolvem crescimento lento, descoloração ou lesões foliares, folhas com aspecto encharcado e depressões superficiais em frutos. A sensibilidade aos danos por resfriamento depende da espécie, do órgão e tecido e ainda do estágio morfológico da planta. As plantas sensíveis ao frio possuem maior porcentagem de ácidos graxos saturados; sendo que as resistentes contêm maior porcentagem de ácidos graxos insaturados. A proporção ideal é de 3 partes de insaturados para 1 de saturado. As plantas podem ser aclimatadas ao frio, sendo que a exposição a temperaturas baixas não danosas aumenta a tolerância ao frio. Nesse caso, ocorre aumento na atividade de dessaturases, elevando a proporção de lipídeos insaturados, sendo que as enzimas dessaturases transformam ácido graxo saturado em insaturado. O frio induz a produção de espécies reativas de oxigênio (ROS), como por exemplo superóxido e peróxido de hidrogênio, que podem danificar as membranas.

Sistemas antioxidantes podem eliminar essas ROS por algum tempo, podendo ser induzidas por tratamento térmico, principalmente em frutos. Esses sistemas envolvem tocoferol, glutatona redutase e ascorbato peroxidase

(do ciclo do ascorbato-glutationa) e poliaminas. Para ocorrer estresse por congelamento a temperatura é inferior a 0°C, sendo que a suscetibilidade ao congelamento varia com a espécie. As temperaturas congelantes provocam formação de gelo no citoplasma causando ruptura celular, sendo que promovem fendilhamento da casca através da expansão do câmbio congelado. O solo frio e o vento seco causam dessecação, sendo que o peso do gelo pode provocar dano mecânico.

A causa primária da morte celular devido ao congelamento é a desidratação; sendo que a sensibilidade dos tecidos é variável. Os tecidos vegetativos hidratados são tolerantes somente se o congelamento e o descongelamento forem muito rápidos. Diversas espécies vegetais desenvolvem mecanismos de tolerância ao congelamento por meio de proteção e evasão. Nesse caso, promovem um denso crescimento ao redor das gemas, os órgãos ficam sob uma cobertura de folhas, podendo ocorrer geofítia ou queda de órgãos sensíveis antes do congelamento.

Outro mecanismo envolve a diminuição do ponto de congelamento, que pode ocorrer pela presença de solutos que reduzem a temperatura de congelamento de -1°C a -5°C, ou por meio da prorrogação do início do congelamento; sendo uma proteção moderada, mas segura. Pode ocorrer ainda mais um mecanismo através da presença de proteínas anti-congelantes.

São proteínas especializadas que se ligam aos cristais de gelo, evitando ou retardando seu crescimento, as quais ocorrem em cereais de inverno, como centeio.

Finalmente, podemos ter acúmulo de crioprotetores nas plantas. Esses estabilizam membranas e proteínas durante a dessecação do congelamento. Podem ser açúcares solúveis não redutores como a sacarose (cana-de-açúcar), rafinose, sorbitol, manitol e frutanos. Também são crioprotetores a prolina e a glicinbetaína, além de proteínas hidrossolúveis. O controle dos efeitos das geadas pode ser preventivo, pela aplicação de inibidores de crescimento, como hidrazida maleica em citros, evitando o desenvolvimento de novas brotações que seriam mais sensíveis. Também a irrigação por aspersão logo após a ocorrência da geada, promove a formação de gelo externo às folhas, evitando o congelamento no interior das mesmas.

Na cana-de-açúcar temperaturas baixas afetam o desenvolvimento e o crescimento da planta. Estudos realizados mostram que a principal limitação causada pelo frio está relacionada com a redução na atividade enzimática, principalmente da enzima rubisco, uma vez que a queda da temperatura reduz a taxa de eficiência da enzima, diminuindo sua capacidade de regeneração e a taxa máxima de carboxilação, consequentemente, reduzindo a assimilação líquida de CO₂. Entretanto, a rubisco não é a única enzima afetada pela baixa temperatura. Estudo realizado em Rio Piedras, Porto Rico, com duas variedades de cana-de-açúcar (PR 1059 e PR 980) chegou a conclusões similares. As enzimas fosfatase, ATPase, amilase, peroxidase e tirosinase também apresentaram uma correlação positiva com a redução na temperatura, principalmente na variedade PR 1059.

As limitações enzimáticas geraram um decréscimo da fotossíntese e, portanto, diminuição na síntese de carboidratos, acarretando queda na produtividade. Estudo realizado na China, na província de Guangxi, analisou 21 variedades diferentes de cana-de-açúcar com o objetivo de constatar as consequências do estresse do frio. O teor de clorofila foi um dos parâmetros averiguados e, quando houve queda na temperatura também houve redução no teor de clorofila, porém, em variedades mais resistentes ao frio houve primeiro um aumento e com o agravamento do estresse, houve uma queda no teor de clorofila. A quantidade de açúcar solúvel na planta teve um comportamento semelhante ao da clorofila, porém, após o teor ficar baixo ele voltou a aumentar.

Esse aumento deve-se ao fato de que quando houve a queda repentina da temperatura, a quantidade de clorofila diminuiu, a fotossíntese foi contida e a formação de açúcar solúvel foi afetada. Com a intensificação de baixas temperaturas, as plantas iniciaram uma resistência em reação à influência do frio, aumentando o teor de açúcar solúvel. O teor de prolina nas folhas de cana-de-açúcar também mostrou-se importante para a tolerância ao frio, uma vez que o aumento do teor de prolina nas folhas pode melhorar a capacidade de ajuste osmótico das células e, nas variedades mais resistentes, ocorreu maior concentração de prolina.

LANÇAMENTO Destilação do Etanol

Autor : Florenal Zarpelon

Preço de Lançamento

*Associado: R\$ 170,00

Não Associado: R\$ 200,00

Preço válido: 15/11/2020

RESERVE JÁ O SEU !



Reserva / Informações:

stab@stab.org.br / (19) 3371-5036 /  (19) 99909-3311

*1 exemplar por associado pessoa física

10 exemplares para associado pessoa jurídica





CENTRO DE CANA-DE-AÇÚCAR

Sandro R. Brancalhão; Marcos G. de A. Landell; Márcio Aurélio Pitta Bidóia; Antônio Lucio Mello Martins; Juscelio de Souza.
sandro.brancalhao@sp.gov.br

Eficiência do Uso do Fósforo com Liberação Gradual para a Cana-de-Açúcar

O macronutriente primário, o fósforo (P) é o nutriente que participa de vários mecanismos dentro da planta, por isto sua importância. Além do que temos o apelo ambiental, da minimização da eutrofização de mananciais, pois dependendo da intensidade acarreta um aumento da flora e diminuição da vazão dos córregos. Desta forma neste artigo aborda-se agronomicamente a importância deste elemento no manejo da cana-de-açúcar, bem como se vislumbra opções em relação às fontes e ao manejo sustentado no Setor Sucoenergético. Ressaltando-se que em solos tropicais um dos principais fatores para essa baixa eficiência da adubação fosfatada são os altos teores de óxidos e alumínio e de ferro que promovem a fixação dos elementos e que conforme o intemperismo avança, os minerais fosfatados vão sendo degradados e sua contribuição no fornecimento de fósforo ao sistema é reduzida.

Entretanto a forma de absorção por interceptação radicular assume grande importância dentro do sistema de manejo. Apenas uma pequena parte do fósforo é disponibilizada às plantas, no entanto, estimativa do fósforo total não informa sobre biodisponibilidade do elemento fazendo-se necessário o conhecimento de suas formas predominantes. Sendo que a falta de resposta das fontes de fósforo pode estar relacionada com o efeito residual desse nutriente no solo, proveniente da sequência de adubações fosfatadas, ao longo do tempo, a fatores edafoclimáticos e a características genéticas intrínsecas das cultivares. A cultura da cana tem resposta diferente em função do plantel de variedades existentes atualmente no mercado. A labilidade do fósforo e o manejo da matéria orgânica tem grande contribuição através da adição de subprodutos, ou mesmo dentro do enfoque agroclimático de acordo com o material de origem e tipo de mineral de argila. O carbono poderá propiciar este incremento aumento sua disponibilidade do fósforo na solução do solo, se comparado ao P total.

O presente trabalho teve como objetivo comparar a adubação convencional, com uma linha de fertilizantes de alta eficiência de liberação lenta/gradual na cultura da cana-de-açúcar sob condições de campo, avaliando a cultura da planta IACSP95-5094, em área experimental, no município de Olímpia, SP, Norte Paulista, alocado em um Argissolo Vermelho. Foi utilizado o fertilizante MAP com cobertura de polímeros e aditivos produzido pela Kimberlit comprado com MAP comercial em diversas doses, conforme a Tabela 1.

1. Resultados Obtidos

Muitos produtos fosfatados modernos (Tabela1) têm rara eficiência justamente pelo motivo citado na introdução deste artigo, sua solubilização na matriz do solo e sua associação com o carbono da matéria orgânica e por conseguinte com a solução do solo.

As formas de fósforo na solução do solo dependem diretamente da acidez, e este no solo encontra-se na fase sólida e líquida (solução). Na solução, o P está na forma de $H_2PO_4^-$ e HPO_4^{2-} e as quantidades são muito pequenas (menor que 0,1 mg L⁻¹), como pode-se observar pela Figura 1.

Assim, as plantas absorvem, predominantemente, a forma $H_2PO_4^-$. Portanto, uma adequada concentração deste ion ortofosfato na solução do solo é fundamental para o crescimento das plantas. No entanto, a concentração de fósforo requerida na solução do solo, normalmente é referida como fator intensidade, do ponto de vista da disponibilidade de fósforo, ou como requerimento externo de fósforo, do ponto de vista de crescimento vegetal, o qual depende do estágio de crescimento e das condições de difusão de fósforo no solo.

2. Resultados de Solo e Biométricos

Estudos desta natureza são importantes, pois mostram a variação existente entre as espécies na capacidade de aquisição de fósforo do solo. Todavia, dado as dificuldades de se analisar a solução do solo, as avaliações de disponibilidade de fósforo no solo não envolvem a análise da concentração de ortofosfato em solução.

No entanto, a forma de incorporação do fósforo no solo, é realizado por $H_2PO_4^-$, e o fósforo em equilíbrio com o fósforo da solução é também conhecido como P lábil.

2.1 Fontes de Fósforo para Aplicação no Solo

As fontes de P mais usadas na agricultura brasileira são os fosfatos solúveis, como o superfosfato simples e triplo, fosfato monoamônio e dimônio e termofosfato. Como existem no Brasil diversas jazidas de fosfatos, vem sendo pesquisado o uso de fosfatos naturais, que são minérios moídos e concentrados e devido ao menor processamento industrial, apresenta custos bem mais baixos. Entretanto os produtos de liberação lenta de P são um importante objeto de estudo. Os resultados do primeiro ano, cana planta em a IACSP95-5094, foram expressivos demonstrados o grande potencial dos produtos com liberação lenta do fósforo. (Tabela 2).

3. Resultados Esperados

Espera-se desmitificar o estudo e a adição proporcional e equilibrada do macronutriente primário, o fósforo em soqueira, futuramente, com trabalhos deste tipo, além do presente em cana-planta, 18 meses.

4. Considerações Finais

Diante dos resultados que puderam ser obtidos com estas condições edafoclimáticas, pressupõe-se:

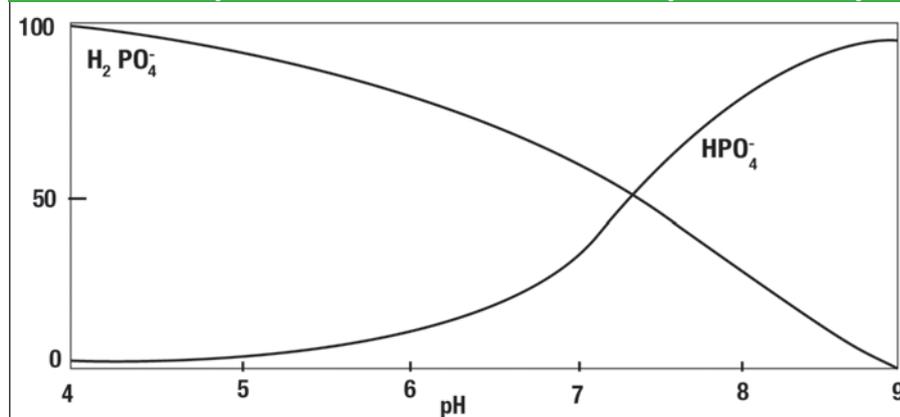
Os Resultados permitem inferir que o Tratamento 5 (cinco) foi o que revelou maiores produtividades de cana, incrementando valores de TCH (tonelada de colmos por hectares, o que corroborou com valores maiores do atributo químico fósforo no final do ciclo da cana planta IACSP95-5094.

TABELA 1. DESCRIÇÃO DOS TRATAMENTOS

TRATAMENTOS	FONTE TESTADA	% DA DOSE RECOMENDADA
1	Controle (sem P)	0
2	MAP	50
3	MAP - Liberação LentaP	50
4	MAP	100
5	MAP - Liberação LentaP	100
6	MAP	150
7	MAP - Liberação LentaP	150

Foto: Denizart Bolonhezi

FIGURA 1. DISTRIBUIÇÃO RELATIVA DOS ÍONS ORTOFOSFATO EM RELAÇÃO AO PH DA SOLUÇÃO.



**PLANTÃO
24 HORAS**

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

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

EM DESTAQUE:

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

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

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



SINÔNIMO DE
SEGURANÇA E
TRANQUILIDADE

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

Como consideração valiosa neste ano agrícola de 2017 recomenda-se a dose testada intermediária para este Argissolo Vermelho em Ambiente B (PV1), sendo que o tratamento do fertilizante (T5) proporcionou ganhos na produtividade de cana.

Os fertilizantes de liberação lenta também permitem a redução do parcelamento da adubação e, consequentemente, a diminuição dos custos desta operação, como mão de obra, máquinas e implementos, principalmente em culturas como a cana-de-açúcar, que necessitam do fornecimento dos nutrientes praticamente o ano todo, sendo necessárias várias aplicações durante os sucessivos cortes para atender a necessidade da cultura.

A cultura da cana, em soqueira, necessita com o uso conjunto da adição da matéria orgânica, e manejo do carbono orgânico, uma associação paulatina da adubação fosfatada, para que este elemento, o macronutriente primário, o fósforo, não fique somente retido na matiz do solo, sendo que os solos tropicais tem superfície de carga positiva, são cargas dependentes de pH, e o fósforo responde em disponibilidade para planta, conjuntamente com o incremento do pH do solo.

Em estudos de sucessão e/ou rotação de culturas, pode-se precognizar a adubação na cultura anterior e verificar a adubação e disponibilidade de nutrientes na cultura subsequente. Um exemplo seria adubar a soja na reforma de verão, e com o uso de técnicas como o Cultivo Mínimo, “deixar” este nutriente no solo via de regra economizando na adubação da implantação da cultura da cana-de-açúcar.

A adubação fosfatada não pode ser subestimada tanto em cana-planta, como em soqueira e especialmente

TABELA 2. RESULTADOS MÉDIOS DOS TRATAMENTOS COM O EXPERIMENTO ARGISSOLO VERMELHO AMARELO MESOTRÓFICO, NA CAMADA DE 0-25 CM, NO MUNICÍPIO DE OLÍMPIA, SP. MÉDIA DA BIOMETRIA AOS 280 DIAS NA CANA-PLANTA.

TRATAMENTO	P (RESINA-2016) MG.DM ⁻³	PERFILHOS INICIAIS	BIOMETRIA FINAL PERFILHOS	PRODUTIVIDADE TCH
T1	30 a	22c	47 b	100,74b
T2	32 a	18c	48 b	98,24b
T3	38 a	39c	63 ab	117,60ab
		b		
T4	29 a	35 a	64 ab	90,17c
T5	39 a	38 a	85 a	132,00a
T6	29 a	41 a	94 a	118,24ab
T7	32 a	34b	75 ab	123,86ab
CV(%)	6,8	9,3	11	7,3

CV: coeficiente de variação; TCH: tonelada de Colmos por hectare. Teste t de student a $p < 5\%$ de probabilidade.

FIGURA 2. POR OCASIÃO DA COLHEITA DA IACSP95-5094, APÓS AVALIAÇÃO DO EXPERIMENTO.



Foto: Márcio Bidoia

valorizar a alternância de fontes; a adoção de variedades, verificando a extração diferenciada de cada uma delas, ajustadas ao manejo avançado de acordo com o Ambiente de Produção, e o manejo correto de técnicas de cultivo e tratos culturais recomendados.

Portanto, ambiente de produção é o somatório das interações entre os atributos de superfície, subsuperfície e grau de declividade dos solos associadas com o clima local. Deve-se considerar que a profundidade do solo está diretamente relacionada com a água disponível e com o volume de solo ocupado pelas raízes; a fertilidade, com a fonte nutricional das plantas; a textura relacionada com a quantidade de matéria orgânica, capacidade de troca de cátions e disponibilidade hídrica; e a água associada com a solução do solo, onde as plantas retiram seus nutrientes

5. Conclusão Final

Recomenda-se o tratamento MAP - protegido por liberação lenta, na dose intermediária, comparado a fonte tradicional, o MAP (Fosfato Monoamônico), para incrementar e trazer ganhos no campo para a produtividade da cultura da cana.

FLEXIBILIZE

O MIX DE PRODUÇÃO E AUMENTE A

RENTABILIDADE



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

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



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



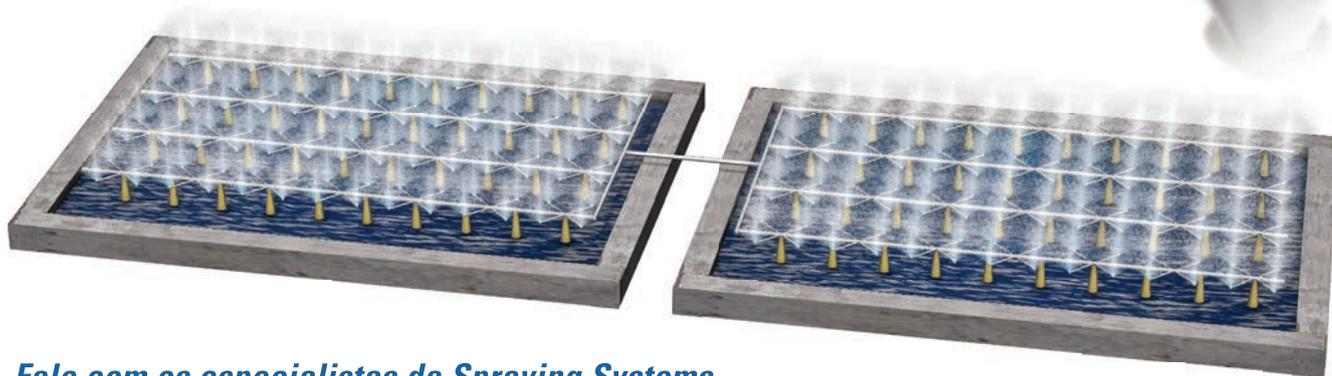
Redução drástica do consumo de energia elétrica, permitindo maximizar a venda.



Redução da degradação e inversão de açúcar na evaporação.

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

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



*Fale com os especialistas da Spraying Systems
e aumente a produtividade e lucratividade na sua usina.*

11 2124-9537 spray.com.br





GERENCIANDO PROJETOS

Tercio Dalla Vecchia
tercio@reunion.eng.br

Fundo do Clima e Biodigestão

Enquanto escrevo, a pandemia continua. O setor sucroenergético acabou sendo menos afetado do que o esperado. Muito bom. Assim vamos continuar a viver, estudar os investimentos e ir para a frente.

A biodigestão da vinhaça está na mira de muitas empresas visando a produção de energia e do biometano. Isto acarretará economias de dezenas de milhões de reais além de aumentar a nota ambiental das usinas.

E como escolher a tecnologia? Aqui vão umas regrinhas para você clarear seu entendimento e tomar uma decisão correta.

Pergunte ao fornecedor da tecnologia:

- Quais serão as condições de alimentação da vinhaça no projeto? Que variações o projeto pode assimilar quanto a: vazão, DQO, pH, acidez, temperatura?
- Qual o impacto das variações de processo e paradas da usina na operação do reator? O que as variações de processo, interrupção da moagem em função de chuvas e manutenção, uso de antibióticos e/ou ácido sulfúrico,

podem acarretar na eficiência e condução do processo?

- Qual será o consumo de insumos por m^3 de CH_4 produzido? Quantos kWh de Energia elétrica, água, nutrientes, enzimas, alcalinizantes, etc. serão consumidos por Nm^3 de CH_4 produzido?

- Qual será a taxa de conversão kg DQO para Nm^3 de CH_4 produzido? Quantos m^3 de CH_4 serão produzidos por kg de DQO entrado no Reator?

- Análise do balanço de massa do projeto. Quais são a taxa de conversão, as perdas de processo e a eficiência global de processo. Quais os resíduos de processo? Destinação?

- De quanto será o capital investido $R\$/Nm^3$ de CH_4 de capacidade instalada? Qual será o CAPEX por capacidade de produção ($R\$/Nm^3$ de CH_4 produzido na safra)?

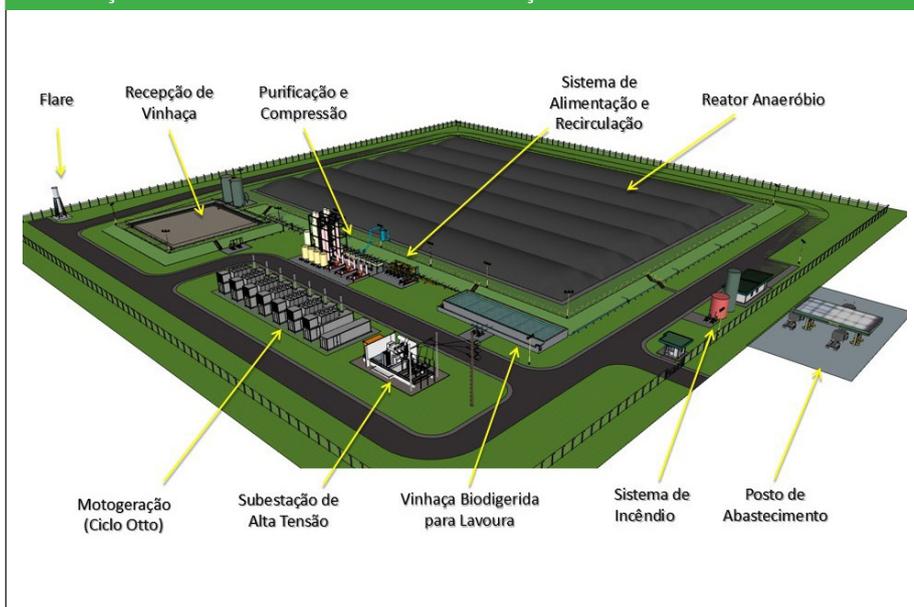
- Qual será o custo de produção $R\$/Nm^3$ de CH_4 produzido? Qual será o OPEX total de produção ($R\$/Nm^3$ de CH_4 produzido)?

- Repartida do Processo após a parada na entressafra: Qual será o tempo necessário para atingir 100 % da capacidade de produção de CH_4 , após a parada de entressafra de 3.960h, sem nenhuma alimentação no Reator? Qual a técnica de retomada?

- Estabilidade do Processo: Como será a estabilidade do Reator com variações de 60 % a 100 % na DQO da vinhaça em um período de 24hs?

- Flexibilidade e robustez: Qual será a capacidade do Reator de absorver variações de vazão de até 60% do volume horário de vinhaça?

PRODUÇÃO E USO DO BIOGÁS/BIOMETANO DE VINHAÇA



• Taxa de Carregamento: Qual a taxa de carregamento prevista para o reator por 24hs (kg de DQO/m³ de volume do Reator/dia)?

• Taxa de Conversão: Qual será a taxa de conversão máxima e mínima projetada para o Reator?

• Confiabilidade dos dados: Há auditoria independente na certificação dos dados fornecidos para biodigestão da vinhaça (algumas tecnologias incluem outros substratos. Há dados confiáveis?

Uma vez as respostas sendo satisfatórias, a usina poderá pleitear financiamento através do programa do BNDES - Fundo do Clima. Lembro que as condições do Fundo do Clima vão até 28/12/20.

O Subprograma ao qual o Biogás / Biometano da Vinhaça é enquadrado é o subprograma Energias Renováveis. Apesar do Programa não incluir no enquadramento as unidades que processam cana-de-açúcar, a produção de Biogás e biometano tem como matéria prima a vinhaça e, portanto, é perfeitamente passível de ser enquadrado no Programa.

Esta operação conta com o apoio direto, ou seja, a operação é feita diretamente com o BNDES.

As Bases do Financiamento são:

- Custo financeiro 1,0% ao ano
- Remuneração do BNDES 0,9% ao ano
- Taxa de risco de crédito: Variável conforme risco do cliente e prazos do financiamento
- Participação do BNDES até 80% do valor dos itens financiáveis.
- Valor máximo de financiamento por beneficiário: R\$ 30 milhões a cada 12 meses.
- Prazo: Até 16 anos, incluído período de carência de no máximo oito anos.
- Garantias: definidas na análise da operação.
- Vigência: até 28/12/2020

Vamos avaliar? É uma grande oportunidade!

PS. Não teremos Fenasucro este ano. Infelizmente não nos veremos pessoalmente. Então fica meu abraço virtual a todos os amigos que colecionei ao longo de todos esses anos de convívio. Estou à disposição.

Livros Técnicos do Setor Sucroenergético

NA STAB REGIONAL SUL



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

www.stab.org.br



SOLUÇÕES DE FÁBRICA

Celso Procknor
celso.procknor@procknor.com.br

Vinhaça: Biodigestão X Incineração em Caldeiras BFB

Este texto é uma continuação daquele publicado na edição abril/maio/junho de 2020 da Revista STAB, ocasião na qual procuramos fazer uma comparação técnica entre os processos de biodigestão de vinhaça, que estão sendo implantados no Brasil, e os processos de incineração de vinhaça, que já têm sido implantados nos últimos anos na Índia.

Agora nosso objetivo é, usando critérios similares aos que adotamos anteriormente na edição citada, procurar comparar o mesmo processo de biodigestão de vinhaça com um processo de incineração de vinhaça considerando a utilização de caldeiras tipo BFB (leito fluidizado borbulhante).

Da mesma maneira que a Índia tem sido pioneira na implantação de caldeiras tipo grelha para a incineração de vinhaça, o Brasil tem sido pioneiro na utilização de caldeiras tipo BFB nas usinas que visam a máxima exportação de energia elétrica.

Quando conversamos com os técnicos indianos durante o Congresso da ISSCT do ano passado na Argentina, eles informaram que a incineração de vinhaça em caldeiras tipo grelha implicava na produção do vapor motriz com temperatura máxima de 400 °C, levando assim à adoção de caldeiras de menor capacidade exclusivas para a incineração de vinhaça com brix de 60% misturada com bagaço (relação em peso 80%/20%), as quais necessitam de paradas periódicas para limpezas mecânicas nos recuperadores de calor. A limitação da temperatura do vapor motriz naturalmente implica na adoção de um ciclo termodinâmico menos eficiente para a produção de energia elétrica, pelo menos para a parcela de combustível representada pela queima da mistura de bagaço com vinhaça.

Aqui no Brasil temos observado a tendência de instalação de sistemas para concentração parcial da vinhaça, numa faixa de 20% a 30% de brix, inclusive com a adoção de sistemas de concentração integrados aos aparelhos de destilação, com o objetivo de reduzir os custos da aplicação da vinhaça no campo em função do menor volume a ser transportado e da maior eficiência na aplicação do potássio.

Os fabricantes de equipamentos de destilação confirmam que os vapores alcoólicos da coluna retificadora dispõem de energia suficiente para concentrar a vinhaça até 30% de brix se o vinho centrifugado tiver um teor de álcool de 10% v/v no mínimo.

Na prática têm sido instalados sistemas com três efeitos para atender 20% de brix, já que para chegar a 30% de brix são necessários cinco efeitos e o seu custo fica bem mais elevado, em função da baixa diferença de temperatura nos evaporadores. Provavelmente a solução mais equilibrada do ponto de vista técnico e econômico seja levar até 20% de brix em sistemas integrados (caso a economia de vapor de processo justifique o investimento) e depois levar até 30% de brix utilizando V1 ou V2 com evaporadores de filme descendente.

Por outro lado, sabemos que concentrar vinhaça até 30% de brix no máximo é uma operação muito menos complicada do que concentrar vinhaça até 60% de brix no mínimo, sendo que esta faixa alta de brix costuma ser atingida em outros países com a utilização de evaporadores de recirculação forçada nos últimos efeitos, visando reduzir as necessidades de paradas devido a incrustação severa nos trocadores de calor.

Levando em conta todos os aspectos práticos acima, vamos então procurar estabelecer como seria a mesma comparação entre as alternativas Biodigestão (AB), esta alternativa com as mesmas premissas da edição anterior da Revista STAB, e Incineração (AI), mas desta vez considerando, no lugar de duas caldeiras com grelha (uma maior queimando apenas bagaço com vapor a 525 °C e outra menor queimando bagaço e vinhaça a 60% brix com vapor a 400 °C), apenas uma caldeira BFB queimando bagaço e vinhaça com três faixas diferentes de brix (20%, 25% e 30%) produzindo a totalidade do vapor motriz a 525 °C.

A caldeira BFB da AI da presente edição teria projeto similar ao da caldeira implantada em 2014 na planta da Bioflex Caeté em Alagoas, planta que foi concebida para a produção de etanol 2G e com uma caldeira que foi projetada para queimar na safra uma mistura de bagaço com vinhaça. Desta maneira, no lugar de duas caldeiras, a AI desta edição teria apenas uma caldeira com capacidade 20% maior e estaria produzindo 100% do vapor motriz com temperatura mais elevada, na faixa de 525 °C.

As diferenças fundamentais entre as duas tecnologias residem na comparação entre queimar a mistura bagaço com vinhaça em grelha rotativa ou em leito fluidizado borbulhante (BFB) e na comparação entre concentrar vinhaça parcialmente ou até 60% de brix mínimo.

A combustão em grelha não permite um controle da temperatura da fornalha, ocorrendo a volatilização do potássio contido na vinhaça e a sua posterior solidificação nas superfícies de troca térmica por convecção do superaquecedor, do feixe tubular, do economizador e do aquecedor de ar, resultando na necessidade das paradas periódicas que foram reportadas pelos técnicos indianos, mencionadas na edição anterior. Em caldeiras BFB existe a possibilidade de controle da temperatura do leito buscando um valor mais baixo próximo do requerido, controlando a volatilização do potássio e principalmente restando o mesmo no leito, de onde poderá ser removido junto com as purgas periódicas de areia.

Outro ponto relevante é que com BFB é possível controlar em níveis aceitáveis a eventual corrosão causada pelo cloro na fornalha e no superaquecedor, já que este elemento é carregado no processo de volatilização do potássio que ocorre nas caldeiras com grelhas.

As caldeiras BFB também são mais propícias para a queima de biomassa com umidade mais alta, o que na prática é o que vai ocorrer quando misturarmos o bagaço com a vinhaça parcialmente concentrada na faixa de 20% a 30% de brix.

Os fabricantes brasileiros das caldeiras BFB informam que o potássio contido na vinhaça pode ser quase que integralmente recuperado, assim como os fabricantes indianos (95% de recuperação). No caso da caldeira BFB o potássio pode ser recuperado em parte na purga de areia do leito e em parte junto com as cinzas coletadas no separador eletrostático (ESP).

A questão que surge então é se a incineração da vinhaça em leito BFB poderia ser adotada com sucesso no Brasil. Assim este texto tem por objetivo fazer uma comparação hipotética de uma planta com mix açúcar na faixa de 50%, produzindo cerca de 500 m³/d de etanol anidro combustível e com a perspectiva de exportar todo o excedente energético na forma de energia elétrica, com biodigestão (AB) ou com incineração da vinhaça (AI).

Como na edição anterior vamos imaginar uma usina produzindo açúcar e etanol anidro com a premissa de exportar energia elétrica, processando 2,4 mmtc a um ritmo de 500 t/h durante 4.800 horas efetivas e com 85% de eficiência de tempo aproveitado, sem palha adicional para simplificar. Vamos considerar a cana com valores médios de 14,7% de ART e de 12,5% de fibra. Vamos também considerar a fermentação produzindo vinho centrifugado com 10% v/v e um volume de vinhaça de 9,0 l/l com 3,5% de brix e 35.000 ppm de DQO.

Para ambas as alternativas Biodigestão (AB) e Incineração (AI) consideramos agora apenas uma caldeira queimando bagaço e gerando vapor motriz com 68 bar(a) e 525 °C e consumindo 40% de vapor no processo. No caso AB a caldeira é com grelha e com capacidade de 250 t/h, queimando apenas bagaço. No caso AI a caldeira é BFB e com capacidade de 300 t/h, queimando bagaço misturado com vinhaça na safra.

Para a AB consideramos os biodigestores e a geração de energia com motores de combustão interna, sem concentração de vinhaça. Para a AI vamos considerar um sistema de concentração parcial de vinhaça. Em todos os casos vamos considerar operação apenas durante o período de safra, sem nenhuma geração no período de entressafra.

Os resultados obtidos em nossos estudos estão indicados de forma simplificada na (Tabela 1).

A utilização de sistemas integrados de destilação com concentração, para os quais existem inúmeras opções técnicas disponíveis, pode alterar ligeiramente os resultados finais em função de menor consumo de vapor de escape no processo, sendo necessário um estudo específico caso a caso.

Na comparação anterior, considerando a fermentação sem recirculação de vinhaça, verificamos que a AI tem um Capex 12,5% menor e exporta 10,8% menos energia, mas com uma diferença de Opex a maior na planta anexa, que é representativa.

TABELA 1. BIODIGESTÃO X INCINERAÇÃO - PARÂMETROS COMPARATIVOS

PARÂMETROS	BIODIGESTÃO (AB)	INCINERAÇÃO COM BFB (AI)		
Brix da vinhaça com concentração parcial (%)	-	20	25	30
Produção de vapor motriz na caldeira (t/h)	250	284	290	293
Geração de energia na safra e safrinha (kWh/tc)	106,9	127,1	129,8	131,4
Consumo de energia da usina na safra e safrinha (kWh/tc)	39,6	46,4	46,5	46,6
Excedente de energia exportável da usina (kWh/tc)	67,3	80,7	83,3	84,8
Geração de energia da planta anexa (kWh/tc)	12,8	-	-	-
Consumo de energia da planta anexa (kWh/tc)	0,6	-	-	-
Excedente de energia exportável da planta anexa (kWh/tc)	12,2	-	-	-
Excedente de energia exportável total (kWh/tc)	79,5	80,7	83,3	84,8
Capex da planta da planta anexa (estimativa em R\$ milhões)	80 (*)	40 (**)	43 (**)	45 (**)
Opex da planta anexa (estimativa em R\$/tc)	1,32	-	-	-
Aplicação do potássio recuperado na lavoura	via úmida	via seca	via seca	via seca
Opex para aplicação de potássio (estimativa em R\$/tc)	(***)	(***)	(***)	(***)

(*) Biodigestores 63% e moto-geradores 37% do total.

(**) Diferença de Capex entre caldeiras tipo grelha 250 t/h (lavador de gases) e tipo BFB 300 t/h (ESP), mais concentração parcial de vinhaça.

(***) Valores que dependem das condições agrônomicas específicas de cada planta.

Na comparação anterior também simulamos a AI com recirculação de vinhaça, como praticado na Índia, e chegamos a uma exportação de energia de 84,3 kWh/tc, que é praticamente o mesmo valor que encontramos nesta edição considerando a caldeira BFB. Ou seja, o ciclo termodinâmico queimando vinhaça com 60% de brix (PCI mais elevado) em caldeira de grelha gerando vapor com 400 °C ficou equivalente ao ciclo termodinâmico queimando vinhaça com 30% de brix (PCI mais baixo) em caldeira BFB gerando vapor com 525 °C.

Assim a solução brasileira incinerando vinhaça parcialmente concentrada exporta praticamente o mesmo kWh/tc que a solução indiana incinerando vinhaça altamente concentrada. Na prática estamos substituindo uma caldeira adicional com grelha, de pequena capacidade e projetada para queimar vinhaça com bagaço e um sistema de concentração para 60% brix, por uma única caldeira tipo BFB com

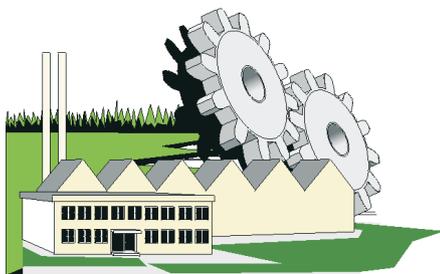
capacidade 20% maior, para queimar vinhaça com bagaço e um sistema de concentração para 30% brix.

Já a comparação entre AB e AI considerando o uso de tecnologia brasileira nos dois casos mostra que chegamos a valores de exportação de kWh/tc muito similares, já que no presente caso a AB está calculada com caldeira de grelha e a AI com caldeira BFB. Se calcularmos a AB com caldeira BFB, a maior eficiência da caldeira deve aumentar a exportação de energia na faixa de 5%, lembrando que a diferença de Capex entre as alternativas vai aumentar na faixa de R\$ 30 milhões.

É interessante mencionar que, para a produção de energia elétrica, a eficiência do ciclo com motor de combustão interna a gás (na faixa de 40%) é maior do que a eficiência do ciclo Rankine com turbina de condensação (na faixa de 25%), lembrando que para a produção do biogás precisamos considerar a eficiência de conversão do biodigestor, a qual aproxima parcialmente os dois valores anteriores.

A discussão dos fatores de comparação intangíveis, cuja precificação é difícil avaliar, é basicamente a mesma da edição anterior da Revista STAB. Na prática as condições e os custos para a recuperação e/ou a aplicação na lavoura do potássio contido na vinhaça pode ser um elemento decisivo na tomada de decisões de investimento. Por outro lado, a eventual proximidade da usina com gasodutos pode ser um fator relevante no caso de eventual produção e venda de biometano.

Mas é importante voltar a ressaltar que em qualquer caso fica patente a urgente necessidade de caracterizarmos com critério o PCI da vinhaça produzida no Brasil, já que muito mais importante do que o valor do brix é definir também o teor e as características dos sólidos em suspensão presentes na mesma.



FALANDO DE FÁBRICA

Florenal Zarpelon
fz7@uol.com.br

Destilação Não Convencional

Finalmente, nosso livro “Destilação do Etanol” está concluído, agora sendo editado, com previsão de ter ao redor de 450 páginas, e para estar na praça em mais três ou quatro semanas. Foi uma ideia que começou a cerca de uns 10 anos e que uma vez iniciado demorou cerca de três anos, escrevendo, desenhando, complementando, revisando. Foram 21 capítulos, entre os quais o “Destilação não convencional”, que é um resumo de alternativas como destilação sob vácuo, alimentação dividida (Splitfeed), multipressão. Para a maioria das alternativas foi detalhado não só o cálculo do consumo de vapor como as pressões em si do vapor que se ajustem ao sistema considerado. Temos frequentemente dito que mais do que projetar somos “operadores”, querendo dizer que tendo estado na operação industrial por longo tempo, tivemos a oportunidade de viver o comportamento de um aparelho de destilação e, entre tantas variáveis, os níveis de pressão necessários para operar sob diferentes alternativas são pontos determinantes para que um sistema opere bem. Em outros termos, estabelecer um sistema, por exemplo, como o Splitfeed, tentando operar com pressão de 1,4 barg nem sempre constante pode criar muita confusão na operação. Muitos destes sistemas descritos na literatura podem se aplicar bem para unidades de produção de álcool distintas (autônomas), como as destilarias de álcool de grão que por si só são verdadeiras fábricas. Numa associação com a fábrica de açúcar, portanto, destilarias anexas, vale mais o conjunto havendo necessidade de compor o sistema integrando as duas plantas (açúcar e álcool) e não parcialmente ou até isoladamente para avaliar o que é melhor. A integração térmica, quando compatível, necessita ter boa viabilidade operacional, pois pode ser bonita na teoria, mas, sujeita às dificuldades operacionais conhecidas, como variações de pressão, incrustações, etc. Uma citação que marca bem o que agora citamos, incluída no livro, do engenheiro Philip Madson da conceituada empresa americana Raphael Katzen relembra que “A tecnologia não deve ser empregada só porque é “nova”, ou “única”, ou porque é “patenteada”, mas somente porque provou ter valor superior e se puder demonstrar resultados econômicos superiores”.

Dentro deste enfoque, os cálculos do consumo de vapor, novamente como exemplo o sistema Splitfeed, quando considerados isolados trazem equívocos, decisões que necessitam bom conhecimento de alternativas gerais e boa reflexão para a decisão correta. Este exemplo é um caso interessante: considerando um vinho com 10%v de GA (Grau Alcoólico), para haver boa estabilidade operacional necessita injeção direta de VE (Vapor de Escape), ou com cerca de 1,8 barg para aquecimento indireto para a recuperação do condensado. Em nossas usinas não é normal a existência de vapor de 1,8 barg. O consumo de vapor cai para 1,58 kg/L. Mas, aí há um ponto muito importante a comparar: se com o mesmo vinho e sob destilação atmosférica usando vapor sangrado do 1º efeito da evaporação para açúcar, se a evaporação é em quántuplo efeito o consumo na destilação, com as colunas isoladas, seria de 1,73 kg/L e se a evaporação é em quádruplo efeito o consumo seria de 1,62 kg/L. Ou seja, na destilação

atmosférica o consumo seria $1,73/1,58 = 1,09$ ou 9% a mais se o V1 é de um quántuplo efeito, ou $1,62/1,58 = 1,03$ ou 3% a mais se o V1 é de um quádruplo. Mais ainda: um Splitfeed é bem mais caro e não tem a flexibilidade de um aparelho atmosférico, aumentando ou diminuindo a produção, estabilidade de vapor, e no Splitfeed uma coluna destiladora opera com mais pressão que na atmosférica, logo, mais risco de incrustações. Outro ponto, pensar em operar com GA do vinho maior que 11 ou 12%v, na produção de álcool de cana, por ora nem pensar, pois grandes “mexidas” precisam ser feitas na fermentação, temperatura, por exemplo, e mesmo assim, o problema da incrustação na destilação não fica solucionado, ao contrário, piora.

Já nos disseram que “meu 1º efeito não tem capacidade para fazer mais sangrias para a destilaria”. Nossa resposta é uma só: ao invés de gastar dinheiro em algo mais sofisticado, mais caro, instale um verdadeiro Pré-Evaporador, uma caixa de evaporação do tipo multi-calândria, de preferência 4 refervedores (reboiler) para não haver paradas para limpeza. Esta caixa operará com VE, ingressando o caldo que segue para açúcar; a saída do caldo pré evaporado é bombeado para o 1º efeito da evaporação existente para açúcar, e o vapor vegetal V1 desta caixa segue unicamente para a destilaria, ficando este V1 imune às variações de pressão devido as oscilações de consumo nos cozimentos. Do ponto de vista das sangrias, esta caixa é um paralelo do 1º efeito da evaporação para açúcar, resultando numa economia de vapor de uma sangria do 1º efeito, e por isso o consumo na destilaria é mais alto que o consumo efetivo de VE. Lembre-se que quando um processo consome VE ou um vapor de maior pressão é um consumo efetivo direto do vapor gerado na caldeira, entretanto, quando a destilaria consome V1 o consumo efetivo de vapor que saiu da caldeira é de 80% do consumo da destilaria se a evaporação for um quántuplo efeito, e de 75% se a evaporação for um quádruplo.

Um outro sistema bastante comum, seria o caso de um duplo efeito, a coluna retificadora sendo aquecida por injeção direta de VE e o vapor alcoólico do topo, que necessariamente tem que ser condensado para fazer refluxo, é utilizado num aquecimento indireto, um refeedor tipo filme descendente (Falling Film), para o aquecimento da coluna destiladora, que opera sob vácuo, temperatura no pé da ordem de 80°C, portanto, com pouca possibilidade de criar incrustações, pois, no topo, onde sai o flegma, a temperatura fica da ordem de 60°C, portanto, 30°C abaixo de um atmosférico. Note que a retificadora tem de operar com pressão mais alta, da ordem de 8 mca na base, e que a injeção direta de VE resulta na perda de condensado de boa qualidade. No refeedor para evitar incrustações, pode-se operar circulando a flegmaça da retificadora. Um sistema deste tipo, inclusive uma planta operando foi projetada por este autor, com vinho de GA de 10%

e com as colunas isoladas, gasta 1,96 kg/L. Assim, como visto acima, este sistema sob vácuo gastaria mais vapor que uma atmosférica aquecida por vapor V1.

A questão de uma destilação sob multipressão: necessita vapor com pressão mínima de 8 barg que foge do normal em uma unidade sucroalcooleira brasileira, logo, necessita uma boa análise do sistema, integrado ao do sistema térmico da usina, conhecimento este que os fabricantes de destilaria não dominam, devendo ser avaliado por uma assessoria com domínio pleno do setor.

Para concluir, note que a unidade de pressão mencionada é o *bar*, e agregando a letra g (do inglês "gauge"), *barg*, para significar pressão manométrica. Explicando: embora o kgf/cm^2 seja popular no Brasil, já não faz sentido, não é oficial, pois, o Inmetro através da Portaria nº 590, de 02/12/2013, seguiu o Sistema Internacional de Medidas e determinou que a unidade básica de pressão seria o *kPa* (quilopascal), com a alternativa de uso do seu múltiplo, *bar*, sendo $1 \text{ bar} = 100 \text{ kPa}$, que por sua vez é igual a $1,020 \text{ kgf/cm}^2$. Deste modo, a mudança do kgf/cm^2 para o *bar* praticamente não muda nada, do ponto de vista de análises do consumo de vapor. Como a tendência mundial é o uso do Sistema Internacional de Medidas, nos livros recentes, inclusive americanos como a 8ª edição do Perry, Manual do Engenheiro Químico, a unidade kgf/cm^2 nem é citada, como também nem o próprio Inmetro. E como a Portaria do Inmetro é de 2013, mostra que estamos bem desatualizados. Note também que é mais fácil escrever *bar* do que kgf/cm^2 , três caracteres, contra sete, valendo a pena se acostumar ao novo!



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

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

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

STAB
www.stab.org.br

lycbr.com



INFORMAÇÕES TECNOLÓGICAS

Bernardo Cândido e Heitor Cantarella
bernardocandido@gmail.com

Drones Ajudarão no Monitoramento e Controle da Erosão do Solo em Áreas de Cana-de-Açúcar

Alterações introduzidas recentemente no manejo da cana-de-açúcar em virtude da necessidade de ajustar o desenho do canavial para as operações de colheita mecanizada têm levado à substituição das práticas tradicionais de conservação do solo. Aumento do espaçamento entre terraços, alterações no modo de estabelecer curvas de nível e implantação de linhas de cana mais longas são algumas das medidas adotadas. Porém, em muitas situações, isso tem levado a maiores riscos de erosão e conflitos com as autoridades fiscalizadoras uma vez que as velhas normas estão sendo abandonadas, mas outros modelos de conservação do solo não estão ainda estabelecidos.

Avaliar rápida e eficientemente a ocorrência de erosões em canaviais é, portanto, de interesse dos agricultores para permitir ajustes e medidas corretivas. Ferramentas para essa avaliação são igualmente importantes para o teste e o desenvolvimento de novas práticas de conservação de solo que concatenem as imposições estabelecidas pela mecanização da cana-de-açúcar com a necessidade de preservação do solo, da água e do ambiente nesta cultura.

Desenvolver e aprimorar ferramentas para medir erosão em cana-de-açúcar é o desafio do estudo que está sendo conduzido pelo Centro de Solos do Instituto Agrônomo, em Campinas. A pesquisa inédita no Brasil tem o objetivo de estimar a erosão do solo em áreas de cana-de-açúcar por meio de imagens aéreas, geradas por Veículos Aéreos Não Tripulados (VANT), também conhecidos como drones. O trabalho vem sendo realizado no Instituto Agrônomo, com suporte da FAPESP (processo nº 2018/26366-5) e parceria com instituições da Alemanha, Inglaterra e Estados Unidos.

Com o avanço das técnicas de mapeamento aéreo e softwares de processamento de imagens, tornou-se possível a reconstrução tridimensional (3-D) da paisagem. Estes mapas 3-D estão sendo utilizados para diversos fins, tais como calcular volume de reservatórios, quantificação e classificação de espécies vegetais, identificar falhas em lavouras e estimativa de produção agrícola, por meio do cálculo de biomassa.

A eficácia desta técnica na quantificação da erosão hídrica em solos descobertos já foi validada por diversos estudos ao redor do mundo. Entretanto, a aplicação desta tecnologia para estimar e monitorar o processo erosivo em áreas onde há cobertura vegetal, como é o caso de lavouras plantadas, ainda é um desafio para os pesquisadores. Dessa forma, o IAC está conduzindo experimentos em usinas de cana-de-açúcar visando viabilizar e ajustar a precisão do uso de drones para o monitoramento da erosão do solo em áreas agrícolas. Uma das áreas experimentais localiza-se na região de Catanduva-SP e visa quantificar a erosão hídrica em carregadores e canais escoadouros em áreas de cana-de-açúcar. Pesquisadores estimam que a erosão em estradas rurais e carregadores pode chegar a valores significativos de produção de sedimentos que atingem rios e reservatórios, podendo atingir 50% do volume total de erosão de determinada área. Porém, quantificar rapidamente a erosão e saber quando ela ocorre é fundamental para a rápida tomada de decisões pelo agricultor. O uso de drones pode permitir isso de maneira fácil e custo relativamente baixo.

Dentre as vantagens do uso de drones para quantificação da erosão está a geração de mapas espacializados da erosão na área, permitindo ao produtor identificar de forma rápida quais são as regiões da lavoura que estão sofrendo remoção e/ou deposição de solo. Essas informações são essenciais para o desenvolvimento de estratégias assertivas para mitigação do processo erosivo que afeta sobremaneira os canaviais do Brasil.



AQUISIÇÃO DE IMAGENS
AÉREAS



PROCESSAMENTO
DE IMAGENS



CÁLCULOS DE ALTURA
DE PLANTAS E BIOMASSA



MAPA DE RELEVO E
ÍNDICES DE VEGETAÇÃO



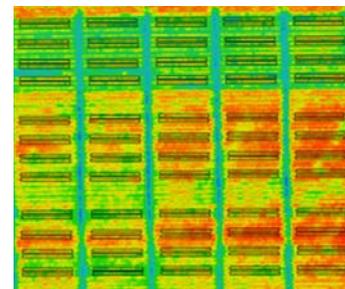
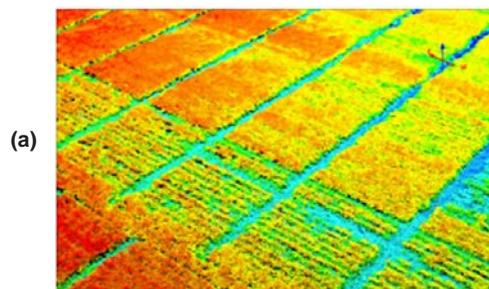
ESTIMATIVAS DE PERDA
DE SOLO

FIGURA 1. IMAGENS AÉREAS FEITAS PELO DRONE

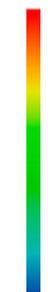
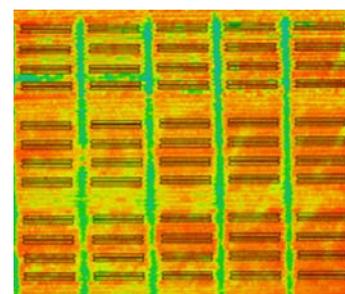
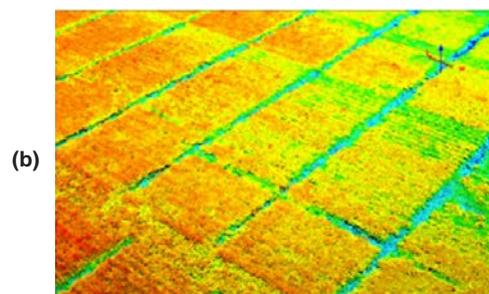


Altura das Plantas

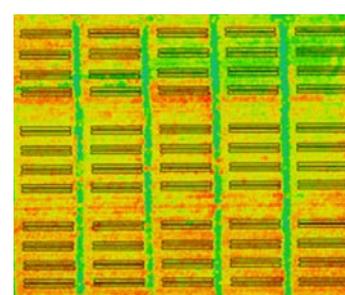
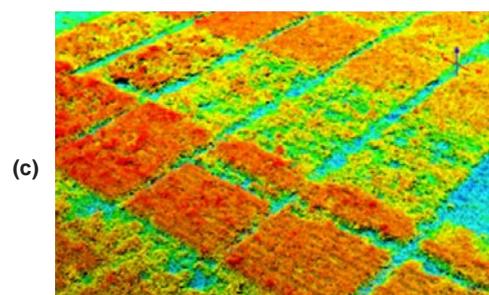
Mapa de Ndvi



Alto



Baixo



DRONES VÊM SENDO USADOS CADA VEZ MAIS NA AGRICULTURA PARA VÁRIAS FUNÇÕES. PESQUISA DO IAC IRÁ PERMITIR QUE ESSES PEQUENOS OBJETOS VOADORES AJUDEM DE MODO RÁPIDO E COM BAIXO CUSTO, NA IDENTIFICAÇÃO, QUANTIFICAÇÃO E, CONSEQUENTEMENTE, CONTROLE DA EROSIÃO EM CANAVIAIS – UM DESAFIO URGENTE FRENTE ÀS MUDANÇAS DE MANEJO NESTA CULTURA.

Além disso, devido à facilidade e rapidez na aquisição de imagens, o produtor tem condição de ter indicadores atualizados, de forma a permitir o monitoramento da eficiência das práticas de conservação do solo adotadas. Dessa forma, o uso de drones para medição da erosão em lavouras auxiliará tanto o produtor na tomada de decisões quanto os agentes públicos na elaboração de legislações atuais que visem combater o manejo inadequado do solo. Para isso especial atenção está sendo dada para o estudo dos erros associados à esta técnica, visando elaborar uma metodologia assertiva e precisa que auxilie e contribua para preservação do meio ambiente e sustentabilidade do setor canavieiro em todo país. Espera-se que em breve esses pequenos objetos voadores sejam também uma ferramenta eficiente para ajudar na conservação do solo em canaviais.

Como Alcançar o Mix Ideal de Produção das Usinas?

*EDSON ROCHA

**GUILHERME LEIRA FILHO

*SPRAYING SYSTEMS CO.

**SUPPORT CONSULTORIA & ENGENHARIA

Resumo

Uma abordagem da Teoria das Restrições, de *Eliyahu M. Goldratt*, aplicada ao dilema das usinas sobre a produção de açúcar ou etanol com sugestões para diminuir as restrições e direcionar a produção conforme a rentabilidade. Também há o apontamento de melhorias na evaporação, que costuma ser a etapa de grande restrição dos processos nas usinas, principalmente devido ao alto consumo de água para condensação e vácuo e baixa eficiência dos sistemas de resfriamento de água realizados em torres de resfriamento ou em tanques de spray.

Palavras-Chave: Teoria das Restrições, evaporação, usinas, açúcar, etanol.

Summary

An approach to the Theory of Constraints, by *Eliyahu M. Goldratt*, applied to the dilemma of sugar and ethanol mills regarding the production of sugar or ethanol with suggestions for easing restrictions and directing production according to profitability. There is also evidence of improvements in evaporation, which is usually the stage of greatest restriction in processes at the plants, mainly due to the high consumption of water for condensation and vacuum and low efficiency of the water cooling systems carried out in cooling towers or in spray tanks.

Keywords: Theory of Restrictions, evaporation, plants, sugar, ethanol.

Introdução

A demanda e rentabilidade do açúcar e do etanol costumam ser oscilantes. Que critérios deveriam orientar, então, a decisão de produção de um ou de outro produto nas usinas? O ideal seria poder sentir as preferências do mercado e tomar decisões de produção conforme demanda e preços de mercado. A grande questão é ter uma operação flexível o suficiente para essas adaptações.

Sem uma operação com gestão eficiente e preparada para flexibilidade, na hipótese de o mercado consumidor absorver qualquer quantidade de um ou de outro produto, não será possível produ-

zir mais do que o recurso (equipamento ou processo) restritivo. No cenário oposto, caso tenha que produzir mais do que o mercado compra, o efeito desta decisão será a formação de estoques intermediários, e não em maiores vendas efetivas no período. Tais estoques elevarão o total do ativo da usina sem acarretar imediato ganho de dinheiro pelas vendas. A taxa de retorno cairá, além de aumentar as despesas com armazenagem e manuseio de materiais. Por outro lado, caso a usina opte por produzir somente o que o mercado está absorvendo, isto não produzirá reflexos no acréscimo de despesas, mesmo à custa de manter dado nível de ociosidade nos demais recursos. Em tal situação, a taxa de retorno do mês será mais favorável.

Aqui surge a segunda pergunta: fazer investimentos para aumentar a capacidade da restrição ou em gestão para otimizar a restrição?

As usinas sempre darão preferência ao que o mercado estiver comprando pelo maior preço. O problema é se estão preparadas para maximizar esta função.

Inicialmente, devemos avaliar qual a capacidade máxima produtiva de etanol e de açúcar em qualquer período do ano e eliminar todas as restrições que impedem a maximização de um ou outro produto de maneira financeiramente viável.

A melhor utilização da capacidade da restrição é sempre a melhor maneira de aumentar a produtividade da indústria. Portanto, investimentos em gestão devem vir antes de qualquer investimento em equipamentos ou novas instalações, pois é muito provável que existam “equipamentos escondidos” depois que se começa a utilizar melhor a capacidade instalada.

A aplicação de técnicas e conceitos de gestão, como a Teoria das Restrições, ou TOC do inglês “*Theory of Constraints*”, criada pelo consultor em gestão de negócios e físico israelense *Eliyahu M. Goldratt*, pode nos ajudar a responder às duas perguntas.

A ideia principal desta teoria é que todo sistema deve possuir pelo menos uma restrição. A TOC é uma ferramenta para a tomada de decisões de curto prazo, ajudando na decisão do que

produzir na próxima semana ou mês. Restrições precisam ser gerenciadas com toda a atenção e variam de acordo com a matéria-prima, demandas de mercado e investimentos em equipamentos.

Sempre que o mercado apresentar uma demanda por produtos que consuma uma quantidade de recursos maior do que a capacidade disponível, qualquer quantidade que for desviada para o processo não estratégico em um dado momento, representa uma quantidade perdida, impossibilitando a otimização da lucratividade da usina.

A ociosidade dos recursos não estratégicos não afeta o ganho do sistema, mas pode contribuir para uma diminuição parcial das despesas operacionais.

Na visão do mundo dos ganhos, apenas a máxima utilização do recurso restritivo de capacidade (gargalo) determinaria o desempenho global do negócio. Ao se manter a máxima eficiência neste recurso, mesmo em detrimento de níveis de ociosidade nos demais, a receita permaneceria estabilizada, mas a diminuição relativa dos custos e despesas poderia ser expressiva, elevando o resultado global.

Ganho (G): diz respeito ao dinheiro gerado pelo sistema. Em condições normais, a receita operacional líquida converte-se em disponível em prazo relativamente curto, assim como expressiva parcela dos encargos variáveis o consome. O ganho vem da diferença entre a receita líquida e os ‘custos totalmente variáveis’. $Ganho = ((\text{Preço de venda do açúcar} \times \text{Quantidade produzida}) + (\text{Preço de venda do etanol} \times \text{Quantidade produzida}) + (\text{Preço da Levedura} \times \text{Quantidade produzida}) + (\text{Preço da energia} \times \text{Quantidade produzida}) + (\text{Preço de qualquer outro produto vendido} \times \text{Quantidade produzida})) - \text{Valor da cana adquirida}$.

A rentabilidade total é uma função da otimização da produção do produto mais rentável no momento.

Para fazer um diagnóstico da situação atual da planta industrial, avaliar as restrições e prescrever a maneira mais econômica de aumentar a capacidade da restrição, sugerimos o seguinte processo:

1. Analisar a capacidade da usina (moagem máxima) e a capacidade máxima de produção de etanol e de açúcar dentro da situação atual;
2. Medição da eficiência dos equipamentos identificados como possíveis restrições;
3. Identificação da(s) restrição(ões), ou seja, do(s) fator(es) que restringe(m) o sistema de cada processo;
4. Definição de como explorar a(s) restrição(ões) do sistema;
5. Subordinação de todos os aspectos às decisões tomadas

acima, ou seja, controle da vazão do caldo atrelado à demanda do que for mais rentável no período;

Os processos são compostos por diversas etapas e tarefas, tornando um pouco mais complexo estipular quanto cada atividade em específico tem de produzir para **manter o fluxo de produção constante**. Voltando à Teoria das Restrições, isto seria a “Corda”, ou seja, o sistema de comunicação capaz de manter as etapas do processo informadas do quanto elas precisam produzir para manter o gargalo e as demais tarefas abastecidas e, com isso, manter a capacidade máxima de produção. É como se ela amarrasse toda a produção: se o gargalo acelera, os outros processos, “amarrados” a ele pela corda também acelerarão; se o gargalo tem algum problema e perde tempo, os outros processos se adequarão a ele para não gerar estoques excedentes e desnecessários.

6. Elevação da(s) restrição(ões) do sistema,
7. Voltar para o passo n.º 2, sem deixar que a inércia se torne a nova restrição.

Temos diagnosticado que a grande restrição dos processos nas usinas é a evaporação, principalmente devido ao alto consumo de água para condensação e vácuo e baixa eficiência dos sistemas de resfriamento de água realizados em torres de resfriamento ou em tanques de *spray*. A otimização desses processos tem possibilitado a redução do volume de água circulante em até 60% e a eliminação da restrição na evaporação. As plantas diagnosticadas têm mostrado uma capacidade máxima de produção de 70% de um ou de outro produto quando otimizadas.

Algumas usinas que não conseguem direcionar volumes maiores da cana processada, irão reduzir as vendas, carregar os estoques e correr o risco de oscilação do valor do produto. Assim, somente quando os valores sobem poderiam maximizar a rentabilidade.

Estudos recentes em uma usina mostraram a possibilidade de ganho adicional de R\$15,00 por tonelada de cana, somente com eliminação desta restrição e desvio do caldo para o produto mais rentável.

Todas as modificações propostas apresentaram o retorno do investimento dentro da própria safra.

Faça a conta e veja qual o seu potencial de ganho quando a restrição for eliminada do processo somente com uma gestão adequada.

Referências Bibliográficas

GOLDRATT, Eliyahu M. What is this Thing Called Theory of Constraints. . North River Press, 1990.

Critérios para Avaliação do Sistema de Isolação de Máquinas Elétricas Girantes para a Realização de Serviços

*WALTER EVALDO KUCHENBECKER

* PESQUISADOR DOUTOR COLABORADOR DO PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENERGIA - UFABC, SANTO ANDRÉ, SP E DA WEG EQUIPAMENTOS ELÉTRICOS

Resumo

A manutenção frequente da máquina elétrica girante é vital para o seu perfeito funcionamento e esta responsabilidade é ainda maior em máquinas de grande porte, por causa dos altos valores agregados a essas máquinas e ao processo em que estão inseridas. As máquinas de grande porte, construídas com enrolamentos de média tensão, requerem tecnologias específicas e cuidados especiais na fabricação. Estes cuidados devem ser ainda mais específicos na operação e manutenção, pois estas máquinas elétricas são submetidas a severas condições de estresse elétrico, mecânico, térmico e ambiental. Uma manutenção periódica garante uma vida útil maior, pois pode identificar possíveis tendências incipientes de falhas. As ferramentas, equipamentos e experiências das equipes de manutenção podem identificar estas tendências de falhas, as causas e as respectivas correções. Para estas avaliações, os enrolamentos muitas vezes devem ser submetidos a níveis de tensão que também podem comprometer a atual situação da máquina, que já sofreu por muitos anos os estresses da operação. Assim, esse artigo tem como objetivo apresentar técnicas de avaliações em máquinas elétricas girantes, utilizando a tensão nominal de fase +10%, ou seja, os mesmos níveis de tensão aplicados aos enrolamentos em operação, uma propoção diferente do que é descrito nas normas.

Palavras chave: Máquinas elétricas; isolamento; manutenção.

Introdução

As máquinas elétricas possuem papel fundamental em qualquer processo produtivo, tanto no quesito de força motriz quanto como fonte de energia. Assim, para qualquer parada de uma máquina elétrica, impactos significativos serão sentidos no processo produtivo. Com base nisso, os setores de manutenção desempenham um papel fundamental, mediante estratégias na gestão de manutenção preventiva e preditiva (1). A tradicional “curva da banheira” de falhas de equipamentos, conforme figura 1 (1), traduz a probabilidade de falhas em máquinas elétricas girantes. O artigo se propõe a tratar das avaliações do sistema de isolamento, quando a máquina elétrica estiver no último período da “curva da banheira”.

FIGURA 1: TRADICIONAL “CURVA DA BANHEIRA” PARA AS PROBABILIDADES DE FALHA DURANTE A VIDA ÚTIL DO EQUIPAMENTO (1)



Uma máquina de boa qualidade e operando de maneira recomendada tem uma expectativa de vida útil em torno de 25 anos (2; 3). As máquinas elétricas girantes são submetidas continuamente a estresses elétricos, mecânicos, térmicos e ambientais, principalmente aos contaminantes que degradam os componentes da máquina e comprometem sua vida útil. O principal componente que é degradado numa máquina elétrica é o sistema de isolamento dos enrolamentos. A isolamento pode ser afetada por vários fatores, tais como: absorção de umidade, oxidação, decomposição térmica, efeitos eletrolíticos e correntes de fuga, descargas elétricas e suas reações químicas, estresses termomecânicos, desgaste mecânico e os abrasivos. Estes fatores podem acelerar degradações nos isolamentos e levar a máquina elétrica a falhas prematuras e inesperadas. A figura 2 mostra esta estatística de falhas.

FIGURA 2: ESTATÍSTICAS DE FALHAS EM GERADORES DE GRANDE PORTE E MÉDIA TENSÃO (2)



As normas consideram as avaliações dos enrolamentos sempre com tensão de linha da máquina. A tensão aplicada no ensaio do “hipot” é normalizada em $2 \times U_{\text{Linha}} + 1\text{kV}$, valor este muito acima da tensão de linha da máquina. Esta alta tensão produz um estresse concentrado durante 1 minuto e só deve ser aplicado em máquinas novas.

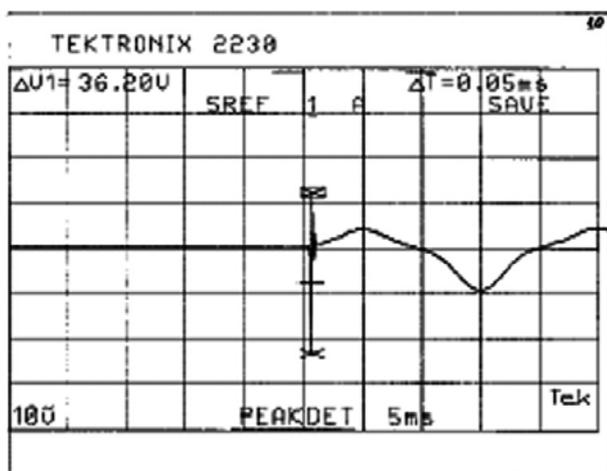
A proposição deste artigo é manter os níveis de tensão de operação para as avaliações gerais dos sistemas de isolamento das máquinas a serem reparadas. Portanto, utilizar sempre $U_{\text{Linha}} / \sqrt{3} + 10\%$ para todos os ensaios recomendados para avaliar o equipamento. O acréscimo de 10% na tensão foi atribuído por causa da possibilidade de variação de tensão dos sistemas de fornecimento de energia elétrica.

AVALIAÇÕES E TESTES NOS SISTEMAS DE ISOLAÇÃO

As principais avaliações consideradas são: resistência de isolamento, índice de absorção e índice de polarização, teste de surto de tensão, tensão aplicada, corona visual, perdas dielétricas (tangente delta) e descargas parciais.

O ensaio de tensão aplicada (hipot) visa avaliar a capacidade dielétrica do sistema de isolamento para suportar os estresses submetidos à máquina elétrica em operação. Se o sistema de isolamento suportar o teste de hipot, significa que suportará os estresses submetidos em operação, com baixo risco. A figura 3 apresenta um exemplo de surto de manobra de um disjuntor a vácuo, ao qual o motor elétrico de 11kV de tensão nominal está sujeito. Ele chega a 36,2 kV (a escala do gráfico é de 10 kV por divisão).

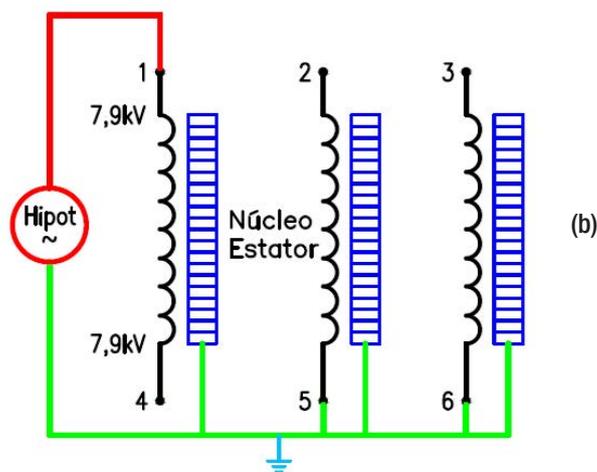
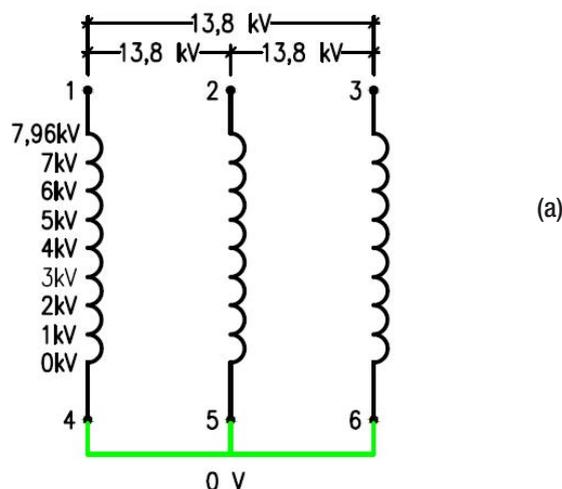
FIGURA 3: EXEMPLO DE SURTOS DE TENSÃO OCASIONADOS POR MANOBRAS DE DISJUNTORES.



Estes testes, de forma geral, foram desenvolvidos para avaliar falhas no processo de fabricação e em manutenções, fornecendo informações importantes, entretanto provocam um estresse extra nos isolantes. Assim, sistemas de isolamento fragilizados por uma vida longa podem ser levados à falha durante os testes. Um exemplo de precipitação de fim de vida útil de um sistema de isolamento, que poderia operar por mais alguns anos, está mostrado no próximo parágrafo.

Durante o teste com tensão aplicada, o enrolamento todo (entre o início e final do enrolamento) fica submetido à mesma diferença de potencial em relação à terra, conforme figura 4 (b). Por outro lado, na condição de funcionamento normal, o nível de tensão a que estão submetidas as bobinas nas proximidades do ponto neutro é menor do que na saída da fase, conforme mostrado na figura 4 (a) (6).

FIGURA 4: (A) EXEMPLO ILUSTRATIVO DA DISTRIBUIÇÃO DA TENSÃO NOS ENROLAMENTOS, QUANDO O EQUIPAMENTO ESTÁ EM OPERAÇÃO. (B) EXEMPLO ILUSTRATIVO DE UM ENROLAMENTO SENDO SUBMETIDO A UM ENSAIO DE HIPOT.



RESISTÊNCIA DE ISOLAMENTO E ÍNDICE DE POLARIZAÇÃO E ABSORÇÃO

Este ensaio é feito com tensões contínuas, com amplitude que depende da magnitude da tensão nominal da máquina a ser ensaiada. O megômetro é o instrumento típico para a realização deste ensaio e fatores como temperatura ambiente e a umidade relativa do ar influenciam fortemente as medições e também devem ser registradas.

TABELA 1. GUIA PARA SELEÇÃO DE TENSÃO CC PARA A MEDIÇÃO DE RESISTÊNCIA DE ISOLAMENTO (IEEE43)

Tensão Nominal (VCA)	Tensão de Teste CC. (VCC)
1000	500
1000 – 2500	500 - 1000
2501 – 5000	1000 - 2500
5001 – 12000	2500 - 5000
>12000	5000 - 10000

O ensaio de medição da resistência isolamento não possui restrições, respeitando os valores indicados na tabela 1. Além disso, os instrumentos disponíveis no mercado têm tensão CC limitada em 15kV e, principalmente, potência insuficiente para manter uma fuga de corrente prejudicial ao enrolamento, reduzindo automaticamente a tensão aplicada.

TESTE DE SURTO DE TENSÃO

O teste de surto de tensão é fundamental para detectar curto entre espiras, mas também é possível identificar falhas como: curto circuito entre bobinas, curto circuito entre fases, ligações invertidas e número de espiras diferentes. O valor da indutância de uma bobina (medida em *henry*) é basicamente determinado pelo número de espiras, pelo formato da espira e pelas propriedades geométricas e físicas do núcleo da mesma. Quando a indutância diminui, a frequência da oscilação do circuito aumenta. A norma IEEE 522 item 6.2 informa o nível de tensão que deve ser utilizado para o ensaio, que de forma resumida é $2,85 \times U_{\text{Linha}}$.

O nível de tensão recomendado pela norma pode submeter os isolantes a valores consideravelmente altos. Por exemplo, para uma máquina com tensão nominal de 13,8kV, a tensão recomendada pela norma para o ensaio de surge teste é 39,5kV. Para máquinas em campo, a norma IEEE522 sugere o valor de teste de $0,75 \times 2,85 \times 13,8\text{kV}$, que resulta em 29,5kV. Para as avaliações de máquinas a serem reparadas e com possíveis isolações envelhecidas, a proposição é utilizar a tensão de fase +10%. Como se trata de um pulso de tensão tendendo a uma tensão contínua, multiplicar por 1,7. Por exemplo, para uma máquina de 13,8kV de tensão nominal, o valor a ser utilizado no teste é 14,91kV.

TENSÃO APLICADA

Os testes com tensão aplicada são necessários para assegurar que os sistemas de isolação possuam capacidade mínima de suportar os estresses submetidos durante a operação normal. Por exemplo, devem suportar os surtos (dV/dt 's) de manobras dos disjuntores como o mostrado na figura 3.

O teste para uma máquina nova ou rebobinada consiste em aplicar uma tensão alternada de $2 \times U_{\text{Linha}} + 1\text{kV}$ (Exemplo: para uma máquina de 13,8kV, será aplicado 28,6kV). Para uma máquina em serviço, a norma IEC 60034-1 recomenda aplicar $U_{\text{Linha}} \times 1,5$ (Exemplo: para uma máquina de 13,8kV, será aplicado 20,7kV). Para aplicar tensão contínua, multiplicar os valores de tensão alternada por 1,7. Para ambos os casos, a isolação deve suportar este nível de tensão durante 1 minuto.

Basicamente, o critério de aceitação é do tipo passa ou não passa (falha). Portanto, a princípio, um sistema de isolação que falha neste teste, pode-se considerar que falharia num curto período de operação. A experiência mostra que vários pontos fragilizados no sistema de isolação são evidenciados pelo *hipot*.

Para máquinas elétricas com longos períodos de operação, ou seja, com uma isolação já estressada, o teste de *hipot* pode reduzir em alguns anos a vida útil do equipamento, levando a uma falha devido à aplicação de tensão em uma isolação que não é nova. A decisão de realizar ou não este teste após uma revisão é sempre delicada (7), e deve ser tomada por qualquer fabricante ou empresa prestadora de serviços para reparos ou revisões baseadas nos critérios normalizados.

A proposição deste artigo é utilizar tensão de fase +10% para o *hipot*, pois desta maneira, faz-se uma avaliação do sistema de isolação similar de quando a máquina elétrica está em operação, porém medindo a corrente de fuga do sistema de isolação. Com base na figura 4, ainda pode existir uma possibilidade de falha no teste de *hipot*, mas com risco bastante reduzido.

TABELA 3. NÍVEIS DE TENSÃO RECOMENDADOS POR NORMA E PROPOSTA DO ARTIGO.

Condições de isolamento	Nível de tensão Hipot CA	Nível de tensão Hipot CC
Máquinas novas (norma)	$2 \times U_{\text{Linha}} + 1000$	$2 \times U_{\text{Linha}} + 1000 \times 1,7$
Máquinas de reparo (norma)	$U_{\text{Linha}} \times 1,5$	$U_{\text{Linha}} \times 1,5 \times 1,7$
Máquinas de reparo (proposição)	$U_{\text{fase}} + 10\%$	$(U_{\text{fase}} + 10\%) \times 1,7$

CORONA VISUAL (BLACK-OUT TEST)

O efeito corona tem origem da descarga elétrica pela ionização do gás entre bobinas ou a terra. O aspecto azulado acompanhado de ruído é característico do efeito que ioniza parcialmente o gás, com formação de ozônio. Este efeito deteriora o material isolante com correspondente diminuição da rigidez dielétrica do isolamento, levando a descargas elétricas que conduzem à posterior falha de isolamento (8).

Este ensaio é aplicável para máquinas com tensão acima de 10 kV. É realizado com $1,15 \times U_{\text{Linha}}$ (Exemplo: para uma máquina de 13,8kV, utiliza-se 15,87kV), conforme IEEE 1799. Este ensaio identifica pontos visuais de descargas elétricas entre bobinas. Estes pontos de corona, se não forem corrigidos, aceleram a deterioração dos isolantes.

A proposição para este teste também é aplicar 10% a mais da tensão de fase (Exemplo: para uma máquina de 13,8kV, utiliza-se 8,76kV), porém em dois enrolamentos, usando dois aplicadores de tensão defasados de 120°, conforme a figura 5 (b). Esta condição é exatamente a mesma da operação, conforme mostra a distribuição fasorial na figura 5 (a). Com este teste proposto, foi possível identificar em torno de 60 a 70% em relação ao mesmo teste, aplicando níveis de tensão sugeridos por norma (15,87kV para o exemplo de 13,8kV).

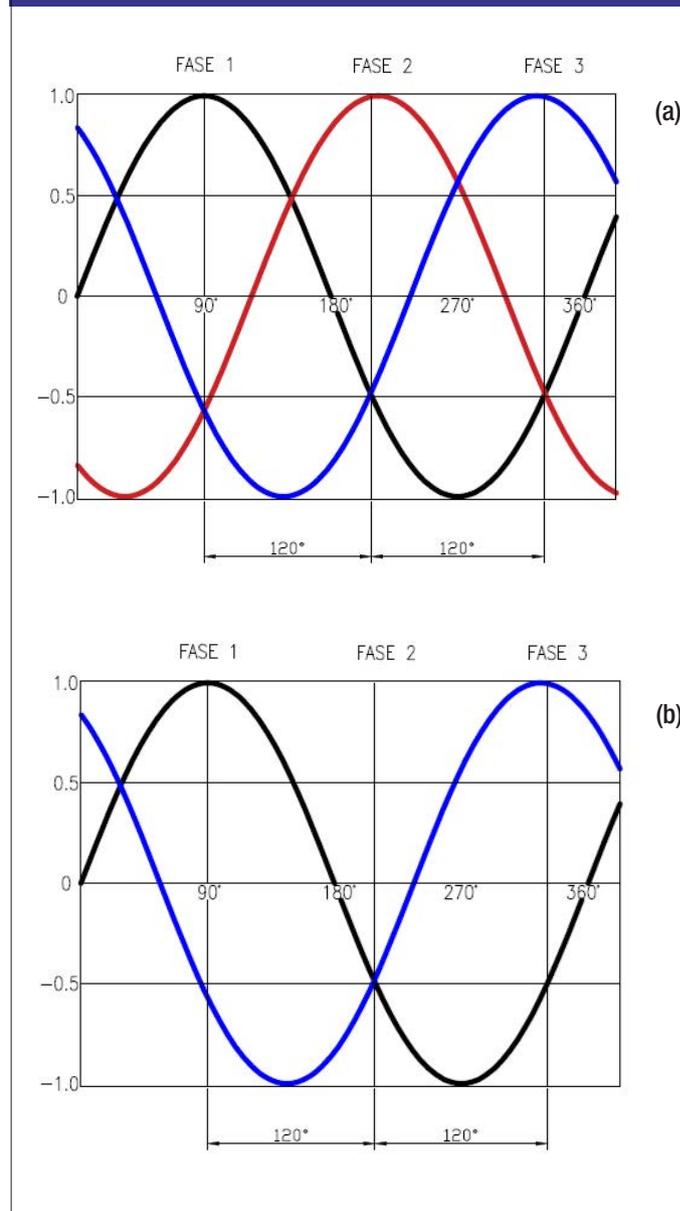
TANGENTE DELTA

O ensaio de “tangente delta” também é aplicável para máquinas com tensão ≥ 6 kV. Ele é realizado com $1,2 \times U_{\text{Linha}}$ (Exemplo: Para uma máquina de 13,8kV, utiliza-se 16,56kV), conforme IEEE286. No ensaio, é realizado um comparativo da curva de perdas dielétricas padrão da norma com os valores medidos na máquina. Estes resultados apresentam tendências do possível comprometimento da isolamento. Uma nova impregnação VPI, ou até o rebobinamento, podem ser recomendados para restabelecer os parâmetros.

O teste de tangente delta é baseado no fato de que todos os materiais isolantes possuem perdas dielétricas. Assim, um sistema de isolamento pode ser modelado por um capacitor em paralelo com uma resistência que representa as perdas dielétricas.

Para esta medição de tendência de tangente delta em máquinas em operação também é proposta a utilização da tensão de fase (+10%) pois se trata de medição de tendência e se realizadas as mesmas condições de medição para esta avaliação, a curva de tendência será com a mesma base de dados e referências.

FIGURA 5: (A) DISTRIBUIÇÃO FASORIAL DE UM SISTEMA TRIFÁSICO DE TENSÃO. (B) TENSÃO APLICADA EM DUAS FASES DIFERENTES E APLICADA POR DOIS APLICADORES DE TENSÃO DEFASADOS DE 120°.



DESCARGAS PARCIAIS

As descargas parciais são pequenos arcos elétricos em cavidades de ar dentro ou adjacentes à isolamento. Este fenômeno ocorre porque a rigidez dielétrica do ar de 3kV/mm é menor do que a isolamento sólida que é de aproximadamente 100kV/mm (9).

O ensaio de descargas parciais, assim como o tangente delta, é tratado como tendência para a avaliação dos sistemas de isolamento. Para este ensaio, existem duas opções de medição: o ensaio off-line, no qual é necessário aplicar tensão de fase + 10%, conforme IEC60034-27; e o ensaio online, quando as medições são feitas diretamente na máquina com tensão nominal e

rodando em vazio, conforme IEC60034-27-2, disponibilizando assim, monitoramento tanto periódico quanto contínuo.

O ensaio é aplicado para diagnosticar condições dos enrolamentos estatóricos com tensão maior que 3,3kV. Este ensaio não possui critério de aceitação, sendo utilizado para um acompanhamento de tendência ao longo do tempo de operação.

Para o ensaio de descargas parciais, já é aplicada na prática a tensão de fase +10% para o caso do ensaio *off-line* e, quando já existe o equipamento instalado na máquina elétrica para um monitoramento contínuo, o sistema é energizado como no processo normal de operação.

Conclusão

O principal objetivo do artigo foi propor mais uma opção, além das recomendadas pelas normas, para as tomadas de decisão sobre os níveis de tensão a serem utilizados nas avaliações dos sistemas de isolamento envelhecidos, para os reparos e serviços nas máquinas elétricas. A decisão a ser tomada nestas avaliações sempre é complexa, pois há riscos em todas elas. A opção proposta visa avaliar os sistemas de isolamento nos mesmos níveis de tensão a que são submetidas às máquinas elétricas quando em operação, minimizando o risco de falha neste momento. Porém, é impossível prever o tempo que ainda poderá ser estendido à vida útil da máquina, após as avaliações e serviços realizados.

As máquinas com longo período de operação e o sistema de isolamento envelhecido perdem naturalmente a capacidade dielétrica. Ao mesmo tempo, em caso de revisões ou reparos, espera-se mais um período de operação com uma possível ocorrência de falha mitigada. Mas, para a avaliação da integridade deste equipamento, faz-se necessário energizá-lo para verificações dos sistemas de isolamento. Estes mesmos ensaios que são utilizados para avaliações podem eventualmente acarretar uma falha em isolações comprometidas.

Os níveis de tensão para os ensaios dielétricos que comprovam a integridade dos sistemas de isolamento são recomendados pela norma específica. O artigo propõe utilizar as tensões de fase dos enrolamentos +10%, mas também alerta que o dielétrico submetido no teste de avaliações não é totalmente igual ao da operação, pois há níveis gradativos de tensão no enrolamento em operação. Por isso, a possibilidade de falha ainda existe.

Nos testes de tendência de tangente delta e descargas parciais é possível utilizar a tensão proposta pelo artigo, pois apresenta níveis de referência que podem ser comparados com outras medidas anteriormente realizadas. Portanto, a proposição do artigo apresenta resultados eficazes na identificação de tendências de falha no sistema de isolamento em máquinas para reparos

e revisões com tensão de fase +10%, mitigando a possibilidade de falha nos testes.

Os resultados apresentados neste trabalho serão complementados com uma pesquisa de tempo médio de sobrevida, a partir da aplicação do método proposto. Neste trabalho futuro, serão analisadas as correlações entre este tempo, as falhas que causaram a nova parada e os resultados de ensaio.

Agradecimentos

O autor agradece à WEG Equipamentos Elétricos e a seus especialistas em máquinas elétricas pela contribuição e apoio no desenvolvimento deste trabalho. O agradecimento vai também para o Professor Dr. Julio Carlos Teixeira da UFABC, por todas as revisões na proposta do estudo.

Referências Bibliográficas

- (1) Silva, C. S., "Prescrição da modalidade de manutenção de motores elétricos considerando o custo de manutenção e depreciação do ativo". Dissertação de mestrado da Universidade Tecnológica Federal do Paraná (Campus Ponta Grossa), 2012.
- (2) Rodenburg, R. L., "Replacements, Units, Service Lives, Factors," Prepared for U.S. Department of Energy, U.S. Department of the Interior and U.S. Bureau of Reclamation, 1995, PO No. AA-P0-12652-22503.
- (3) Stone, G.C., H.G. Sedding, B.A. Lloyd and B.K. Gupta, "The Ability of Diagnostic Tests to Estimate the Remaining Life of Stator Insulation," IEEE Transactions on Energy Conversion, December 1988, Vol. 3, No. 4, pp. 833-840.
- (4) 1. CIGRE WG A1.10. Survey of Hydrogenerator Failures; Cigre Report 392; CIGRE: Paris, France, 2009.
- (5) GUEDES, A. S.; "Estudo e proposição de técnicas para a avaliação do isolamento em motores de indução trifásicos de baixa e média tensão", Tese de doutorado da Universidade Federal de Minas Gerais, 2018.
- (6) MELERO, M. G.; CABANAS, M. F.; ROJAS, C. H.; NORNIELLA, J. PEDRAYES, F.; BARRERA, J. M., "Fault detection in the manufacturing process of form-wound coils by means of dissipation factor and hipot tests." International Conference on Renewable Energies and Power Quality (ICRE PQ 09), Valencia (Spain), 2009.
- (7) GUPTA, B. K.; STONE, G. C.; STEIN, J.; Stator winding hipot (high potential) test. IEEE Electrical Insulation Conference, Montreal, Canada. 2009.
- (8) BELKO, V. O.; KOSTELIOV, A. M.; PETRENYA, Y. K.; ANDREEV, A. M.; ROITGARZ, M. B.; Numerical Simulation of discharge activity in HV rotating machine insulation. Conference Paper, Saint Petersburg, Russia, 2014.
- [9] RÜNCOS, F.; Projeto e análise da máquina elétrica trifásica. Editora OitoNoveTrês, 2ª Edição, Volume 1, 2019.

■ O **Grupo Vale do Verdão** que já contava com 3 usinas localizadas em Goiás, adquiriu a **usina São Luiz** em Pirassununga, SP. Assim, o grupo aumenta sua capacidade de moagem em mais 3 milhões de toneladas e pode incluir cogeração elétrica em seu portfólio.

■ Faleceu em 5 de setembro o pesquisador da **Embrapa Cerrados, Djalma M. G. Souza**. Em sua carreira profissional foi protagonista na implantação da agricultura no cerrado, destacando-se no desenvolvimento de tecnologias para correção, química e fertilidade do solo.

■ A **Stab** sensibilizada faz menção ao falecimento do empresário do grupo Tavares de Melo, Sr. Vinicius Tavares de Melo ocorrida em 26 de julho em Pernambuco.

■ Dando andamento ao programa **Renovabio**, ocorreu em junho a primeira transação de créditos de descarbonização (CBIOS). Os primeiros 100 CBIOS foram oferecidos pela **Adecoagro**, produtora de etanol em MS e MG e adquiridos com intermediação da **Trading Sucden** e visaram neutralizar as emissões relacionadas aos eventos da Datagro. Mais de 200 produtores de biocombustíveis estão cadastrados e autorizados para negociar Cbios no mercado. Até 22 de setembro mais de 547 mil CBIOS foram comercializados.

■ Desde fevereiro, a Engenheira Elétrica **Thais Fornícola Neves** é a primeira mulher a ocupar o cargo de gerente de Polo Industrial da **Raizen**, a frente das unidades Santa Helena, Costa Pinto, São Francisco e Rafard.

■ O **11º Congresso Nacional da Stab** agendado para acontecer no próximo mês de Novembro em Maceió, AL, foi adiado para Novembro de 2021 em função da pandemia. No próximo ano a Stab espera realizar um grande encontro entre todo o setor sucroenergético nacional e internacional.

■ A **produção de biogás** (biometano) pode representar uma nova onda de diversificação no setor sucroenergético. O potencial de geração desses gases no Brasil é de 85 milhões de Nm³/ dia, sendo 56 milhões Nm³/ dia o volume estimado que pode ser gerado pelo setor sucroenergético.

■ Após brilhante período de 5,5 anos como Gerente Executivo da **Orplana** onde impulsionou a Instituição com dinamismo e implantou o Planejamento Estratégico integrando os 19 Projetos do Plano no tripé **Mudacana, SegmentaCana** e Forum da Cana (**CANATube**) e tendo

como objetivo ampliar os horizontes para uma visão sistêmica baseada no conhecimento, nas ações coletivas e sinérgicas, no aprendizado contínuo e na união de todos através do Associativismo, **Celso Albano de Carvalho** passa a integrar a equipe **PECEGE** como Gerente de acesso a mercados, desde o mês de setembro, onde se propõe a dar continuidade na aproximação dos agentes da cadeia da cana, promovendo a construção de relações sustentáveis através de trabalhos de modelagem de relações entre usinas e produtores de cana; **Due Diligence** em usinas; treinamentos e capacitações – certificação padrão PECEGE, e cursos de **AgroGestão** na cadeia da cana.

■ A usina **Bevap** em João Pinheiro, MG, colocou em operação sua unidade de desidratação do etanol pelo processo da peneira molecular, que foi a primeira unidade fabricada pela empresa **ABN** de Piracicaba, SP.

■ O controle biológico de *Sphenophorus levis* com fungos entomopatogênicos desenvolvido pelo **Instituto Biológico**, em Campinas SP, teve referendado pelo **MAPA** na IN 36 o isolado **IBCB 66**, que poderá a partir de agora ser comercializado para o controle dessa praga de cana.

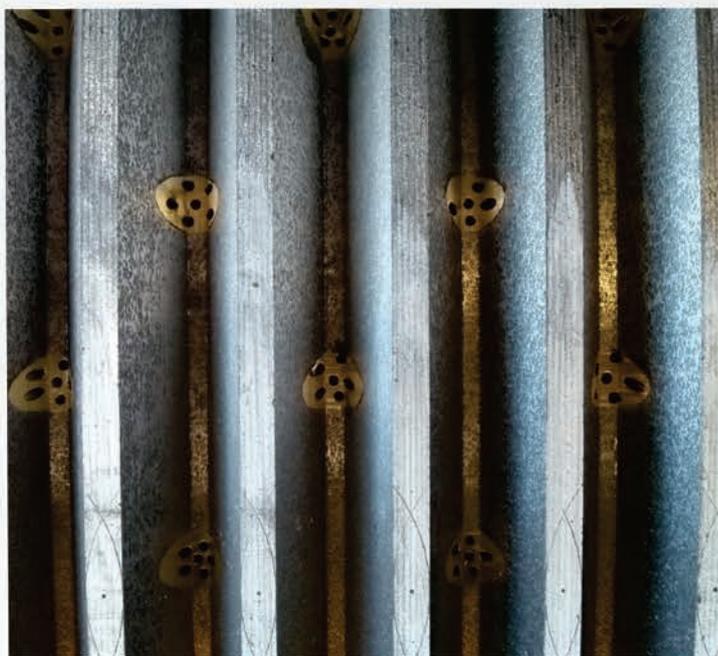
■ É com grande pesar que a **STAB** se despede do grande Professor **Lee Tseng Sheng Gerald**. Lee graduou-se em Agronomia na **University of Taiwan** (1969), mestrado em Ciências de Plantas - **University Of Idaho** (1972) e doutorado em Ciências Biológicas (Bioquímica) pela **Universidade de São Paulo** (1978). Também fez parte do doutorado na **Universidade de Minnesota/EUA**, no laboratório de **Plant Hardiness**. Recentemente era professor da **Universidade Federal de São Carlos**, professor visitante da **Guangxi Academy of Agricultural Sciences** (China), **member of the International Advisory Committee** da **IAPSIT (International Association of Professionals in Sugar and Integrated Technologies)**. Suas pesquisas em fisiologia vegetal renderam avanços na área de cultura de tecidos e produção de meristemas de cana-de-açúcar.

■ Nossos sentimentos aos familiares e amigos de **Hélio Montanari**, o Lelé da **Usina da Pedra**, que nos deixou no último dia 2 de outubro. Lelé trabalhou por quase 50 anos com a cultura da cana, tendo sido o primeiro operador de colhedora e de trator de esteira da usina da Pedra, onde fez muitos amigos e ajudou na formação de muitos técnicos e agrônomos que passaram e que ainda estão no grupo.

Tecnologia e inovação para a indústria canavieira



FUNDICIONES
& **UNIVERSO**
INGENIERÍA & MANUFACTURA

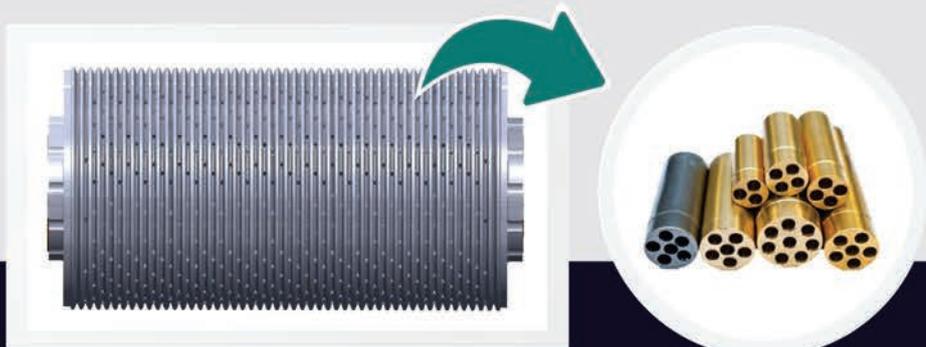


A parceria entre as empresas **MEFSA** e **Fundiciones Universo** vem proporcionando ao setor sucroenergético brasileiro o que existe de mais avançado no mundo em tecnologia para camisas perfuradas, uma unanimidade técnica para aumento de extração e diminuição da umidade de bagaço.

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

MANUTENÇÃO PLANEJADA

GARANTA SUA DISPONIBILIDADE OPERACIONAL
E REDUZA SEUS CUSTOS DE MANUTENÇÃO



Com a manutenção planejada, a TGM empresa do grupo WEG, fabrica peças e realiza serviços em turbinas, redutores, geradores, motores de médio e grande porte dentro do prazo estabelecido, inclusive em equipamentos de outros fabricantes.



Adquira suas peças e serviços com antecedência e garanta sua manutenção planejada na entressafra!

