



IMPACTO DAS QUEIMADAS

NA PRODUÇÃO DE AÇÚCAR E ÁLCOOL

Introdução

Qualquer um percebe que o clima do nosso planeta está mudando. E rápido!

Ano após ano, o número e a dimensão das grandes queimadas aumentam, e junto delas aumentam os impactos social e econômico causados pelas mudanças climáticas (ASSAD; PINTO, 2019) ou pelas catástrofes ambientais.

Trazendo o debate para o interior de São Paulo, mais especificamente, para a região de Ribeirão Preto, onde uma das principais atividades econômicas é o cultivo e processamento da cana-de-açúcar em açúcar e etanol (SILVA; AZEVEDO; REZENDE, 2020) o aumento das queimadas representa um grande prejuízo econômico para toda a região, além de uma enorme diminuição na qualidade de vida de seus habitantes.

Dizer que “as queimadas nos canaviais afetam a produção de açúcar e álcool” parece óbvio, afinal a principal matéria prima do processo está sendo comprometida. Porém, não muito tempo atrás, quando ainda era praticado o corte manual em grande escala, a prática das queimadas era não só permitida, como era etapa essencial para o bom funcionamento da indústria sucroenergética.

O objetivo desta e-zine é expor ideias sobre o bom funcionamento do processo produtivo de açúcar e álcool e os malefícios causados.



Imagem criada por Inteligência Artificial

Fundamentos da indústria sucroenergética

Em uma usina, o processamento de cana-de-açúcar pode ser resumido em três processos simples (ALCARDE, 2022):

O primeiro deles, a extração, consiste no processo de separação do caldo de cana do resto dos elementos que a compõe (LANDELL; CAMPANA, 2021). Esse processo emprega o uso de moendas, onde os gomos da cana picada passam por uma série de rolos dentados, onde são espremidos, esmagados e triturados, fazendo com que o caldo seja separado do bagaço, que posteriormente será queimado em caldeiras para geração de vapor.

Após extraído, o caldo resultante passa por uma etapa de tratamento, onde são dosados uma série de insumos para a correção do pH, remoção de impurezas e purificação. O resultado dessa etapa é o caldo clarificado, que pode seguir tanto para a produção de açúcar quanto de etanol.

Para a produção de açúcar, o caldo clarificado segue para a etapa de evaporação, onde grande parte da água presente no caldo é evaporada, aumentando a concentração de sacarose. O nome muda também, vira “xarope”.

Na próxima etapa, o xarope segue para os cozedores, onde as sementes (nano cristais de açúcar) são adicionados. O xarope, que agora é chamado de massa, continua sendo evaporado dentro dos cozedores, fazendo com que a concentração de sacarose atinja seu limite máximo em solução e comece a se depositar sobre as sementes, dando origem aos cristais que popularmente conhecemos como “açúcar”.

O açúcar, porém, ainda precisa ser separado da solução. Nesse processo, a massa segue para uma série de centrífugas, que destinam o açúcar para a secagem e os processos de expedição; e destina a massa resultante para a produção de etanol.

O etanol, por sua vez, é produzido através do processo de fermentação, onde leveduras consomem os açúcares presentes tanto no caldo clarificado quanto na massa pobre proveniente da fábrica de açúcar.

O processo de fermentação ocorre em grandes tanques alimentados, denominados “dornas”, onde a solução de açúcares é adicionada ao mesmo tempo que as leveduras transformam os açúcares em etanol. Ao atingir uma determinada concentração de etanol, o vinho bruto é bombeado até uma série de centrífugas, onde o fermento é separado, e então o vinho centrifugado é destilado em colunas de destilação, dando origem ao etanol hidratado e ao etanol anidro (utilizado para misturar na gasolina).

Além dos processos citados anteriormente, uma usina também conta com o setor de “utilidades”, que apesar de não ser principal, é essencial para o funcionamento de todos os outros processos.

O setor de utilidades é responsável pela captação e tratamento de água para toda a usina, contemplando as diferentes classes de água (a depender do nível de pureza que o processo produtivo demanda); realizar o manejo correto dos resíduos, com o objetivo de reduzir ao máximo a pegada ambiental causada e aumentar a eficiência na utilização dos recursos; captar o bagaço produzido na extração do caldo e destinar aos seus consumidores ou ao armazenamento (geralmente feito via esteiras transportadoras); utilizar do bagaço produzido para a produção de vapor, e finalmente para a produção de energia elétrica, que abastece toda a planta industrial e é exportada para a rede, sendo esta uma fonte considerada “renovável”.

Na prática, os processos de uma usina sucroenergética são muito mais complexos do que isso, dando margem para uma série de publicações dedicadas ao estudo de cada uma das etapas descritas anteriormente. Contudo, a descrição fornecida deve ser suficiente para que o leitor entenda as implicações das queimadas no bom e correto funcionamento do setor.

Queimada nos canaviais: o início da cadeia

Em agosto de 2024, o interior do estado de São Paulo enfrentou uma série de queimadas que se espalharam por toda a região. O período mais crítico ocorreu entre 22 e 24 de agosto, quando foram registrados 2.621 focos de incêndio no estado (INSTITUTO NACIONAL DE PESQUISAS ESPACIAIS, 2024).

Estima-se que aproximadamente 231.800 hectares de lavouras de cana-de-açúcar foram atingidos pelos incêndios no interior de São Paulo durante esse período (Nova Cana).

Considerando que a produtividade média da cana-de-açúcar é de cerca de 80 toneladas por hectare, isso representa uma perda potencial de aproximadamente 18,5 milhões de toneladas de cana.

Os incêndios começaram a se intensificar em 22 de agosto e atingiram seu pico nos dias seguintes, especialmente em 23 de agosto, quando o número de focos de calor aumentou significativamente. As condições climáticas adversas, como altas temperaturas, ventos fortes e baixa umidade, contribuíram para a propagação rápida das chamas.

Além do impacto generalizado nas plantações de cana-de-açúcar, algumas regiões e usinas específicas se destacaram entre as mais afetadas pelas queimadas.

As cidades de Sertãozinho, Dumont e Pitangueiras foram as mais atingidas, sofrendo graves danos às suas lavouras. Outras localidades como Ribeirão Preto, São José do Rio Preto, Presidente Prudente, São Carlos e Bauru também registraram numerosos focos de incêndio, intensificando a preocupação em relação à indústria sucroenergética da região, cuja operação, direta ou terceirizada, alimenta grande parte das famílias da região.

Um leitor mais experiente pode, porém, se perguntar o que há de errado com a queimada dos canaviais, uma vez que não muito tempo atrás essa era uma prática não só comum como essencial para o cultivo da planta.

No tempo anterior à colheita mecanizada, quando a colheita da cana dependia do trabalho dos “boias-frias”, a prática das queimadas era uma solução amplamente adotada para tornar o trabalho menos exaustivo e mais eficiente. O fogo era utilizado para eliminar as folhas secas e pontiagudas da cana, que dificultavam o manuseio, além de afastar animais peçonhentos como cobras e escorpiões, oferecendo maior segurança aos trabalhadores. Essa prática também reduzia o volume de resíduos nas plantações, facilitando o transporte da cana cortada até as usinas.

Contudo, as queimadas eram realizadas de maneira controlada, em pequenas proporções, de modo que a permanência da cana queimada no canavial era mínima. Não foi o caso em agosto de 2024.

Degradação da matéria prima

Com o objetivo de facilitar a compreensão do leitor, vou utilizar como exemplo a Usina São Martinho, que até o presente momento (janeiro de 2025) é a maior unidade processadora de cana-de-açúcar do mundo.

A São Martinho, localizada em Pradópolis mas com um raio de colheita de mais de 100 quilômetros de distância da planta, foi a usina mais afetada em quantidade de cana queimada. No ano de 2024, foram queimados aproximadamente 1,8 milhão de toneladas de cana da usina, o que equivale a aproximadamente um quinto da safra. Com uma capacidade de moagem diária de aproximadamente 50 mil toneladas, a São Martinho levaria, idealmente, 36 dias para moer essa quantidade. Na prática, foram mais de 60 dias (por motivos que serão tratados no capítulo seguinte).

Como mencionado no tópico anterior, no passado, a prática consistia em queimar a cana e colhê-la em poucas horas ou dias. Isso ocorria porque, durante o incêndio, os gomos da cana se racham, resultando no vazamento de parte do caldo, na desidratação parcial da cana, e o mais grave: sua contaminação.

Nesse momento, inicia-se o cronômetro de uma bomba relógio. As primeiras das consequências, a perda de parte do caldo e a desidratação do caldo remanescente são os primeiros sintomas percebidos, mas não os mais graves. As rachaduras nos gomos tornam-se portas de entrada para diversos fungos, bactérias e pragas, que aguardam ansiosamente pelo açúcar ali presente.

A principal praga, *Diatraea saccharalis*, mais conhecida como “broca-da-cana”, é um pequeno inseto que se alimenta dos colmos da cana, perfurando-os e causando a perda de açúcar e infecções secundárias. Algumas leveduras, como a *Candida tropicalis* e a *Pichia membranifaciens* fermentam os açúcares presentes na cana queimada ainda em campo, ou seja, a matéria prima chega na usina já com teor alcoólico, o que não parece ser um problema para a produção de etanol, mas causa uma série de implicações na produção de açúcar.

Por fim, e talvez mais importante, algumas bactérias do gênero *Leuconostoc* transformam parte da sacarose disponível em um polissacarídeo viscoso denominado “dextrana” que causa uma série de desafios por todo o processo. No início, devido à sua

alta viscosidade, o caldo resultante da moagem apresenta dificuldades no bombeamento, clarificação e demais tratamentos. Nos cozedores, a dextrana interfere no processo de cristalização do açúcar, interferindo nos parâmetros de rendimento, pureza e cor. A dextrana não interfere diretamente no processo produtivo do etanol, mas por se tratar de um grande aglomerado de açúcares que não podem ser consumidos pelas leveduras, sua presença faz com que o processo demande uma maior quantidade de matéria prima para a produção da mesma quantidade de etanol e leveduras.

A dextrana, porém, pode ser revertida em glicose e frutose através da dosagem de uma enzima chamada “dextranase” em pontos específicos do processo. Contudo, o insumo em questão não é exatamente barato, e como a sacarose não é restaurada (apenas seus monossacarídeos constituintes), a produção de açúcar continua sendo afetada.

Quando finalmente a cana chega na usina, percebe-se que os problemas estão apenas começando...

Extração

As moendas de uma usina são projetadas para moer cana na condição padrão, isto é, com cerca de 12% de fibra e 72% de caldo. Apenas nessas condições, as moendas atingem sua performance e capacidade máxima.

Como explicado no capítulo anterior, com o passar do tempo, a cana queimada seca no canavial, perdendo caldo e, portanto, aumentando o percentil de fibra da cana, ao ponto de reduzir a capacidade de moagem a menos da metade. Durante a safra de 2024, na Usina São Martinho, houve casos em que a cana chegou na usina com fibras de mais de 30%, o que causa um stress muito grande nas moendas, diminuindo tanto sua capacidade em toneladas por dia, quanto a porcentagem do açúcar extraído.



Imagem criada por Inteligência Artificial

Além da fibra, a quantidade de caldo diminui, fazendo com que a extração dos açúcares que ainda não foram consumidos pelos contaminantes seja ainda mais custosa. Para isso, são adicionadas tomadas de água dentro da moenda, o que aumenta o consumo de água da usina e dilui ainda mais os açúcares presentes, dificultando os processos subsequentes.

Devido ao fato de a cana estar mais seca, sua densidade diminui, e muito. O caminhão que antes transportava cerca de 60 toneladas de cana por viagem, agora passa a transportar no máximo 30, reduzindo drasticamente a capacidade de retirar esse material da lavoura com rapidez.

Como se já não fosse o bastante, o bagaço produzido por essas moendas, além de ser composto por fibras maiores do que o normal (devido à menor capacidade de desfibramento das moendas), ser mais seco do que o normal (por conta da falta de umidade da cana) e também possuir uma maior concentração de açúcares (por conta da ineficiência das moendas nessas condições), esse bagaço que anteriormente seria queimado sem problemas em qualquer caldeira, agora passaria a causar mais e mais problemas, que serão abordados futuramente.

Decisões estratégicas

É difícil se imaginar na posição de um gestor ou gerente de uma usina em meio a um cenário de guerra como esse, onde a sua principal matéria prima foi dizimada por uma catástrofe natural, causando dificuldades em literalmente todos os pontos do processo.

A partir de um certo momento, a fábrica de açúcar simplesmente não produz mais. A quantidade de dextrana presente é tamanha que a sacarose é impedida de se cristalizar. Ao mesmo tempo, a cana presente no campo precisa ser colhida e moída, para que haja espaço para a cana da próxima safra crescer. A fábrica de açúcar precisa produzir, para que a destilaria opere sem distúrbios. O que fazer? Qual o caminho de menor prejuízo? Quais suas implicações? Essas e outras milhares de perguntas possivelmente passaram pelos gestores de dezenas de usinas pela região.

Na Usina São Martinho, devido ao porte das queimadas e à situação do processo, algumas drásticas decisões precisaram ser tomadas. A primeira e mais relevante delas foi a parada total e completa da fábrica de açúcar.

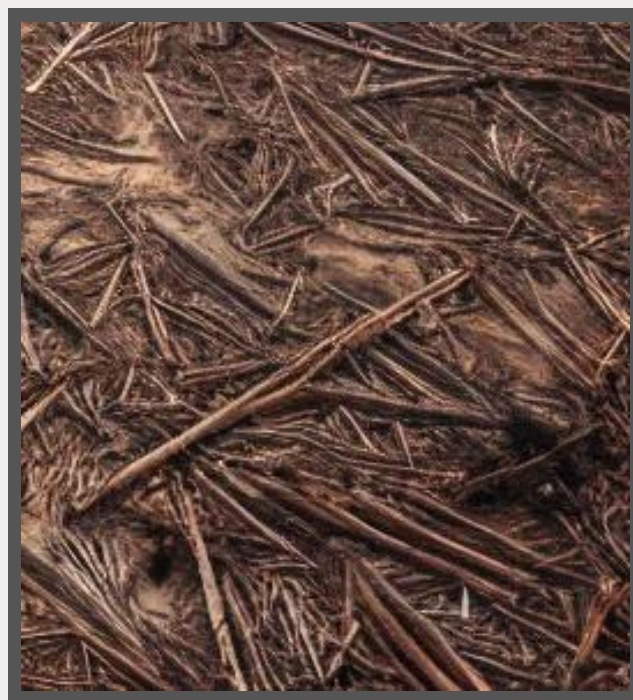


Imagem criada por Inteligência Artificial

Durante aproximadamente 40 dias, nenhum grão sequear foi produzido. Todo o caldo gerado (denso, viscoso e de baixa qualidade) foi utilizado para a produção de etanol.

A baixa concentração em sacarose e a alta concentração em dextrana tornava impossível a produção de um açúcar de qualidade descente, e como em uma planta química tudo é interligado, ter problemas na fábrica de açúcar significa ter problemas na planta como um todo. Parar esse processo significava duas coisas de prontidão: aumentar a dosagem de dextranase (enzima que quebra a dextrana em glicose e frutose) e redobrar a atenção com a estabilidade do processo.

O segundo ponto foi imprescindível para o sucesso da estratégia, pois qualquer grave distúrbio com a destilaria poderia causar a perda da segunda e última principal fonte de renda de uma usina. Isso significa que, cuidados com a estabilidade dos processos de geração de vapor e energia eram imprescindíveis. Mas como tudo nessa história, nada ocorreu como o planejado.

Utilidades

Queimar bagaço de cana parece um dos processos mais simples dentro de toda essa cadeia, afinal o próprio tema dessa revista pressupõe que a cana queima facilmente. Nada pode dar errado, certo? Certo...?

Quanto menor a umidade do bagaço, melhor combustível ele é, queimando de maneira mais fácil, rápida e liberando mais energia.

Como discutido anteriormente, a umidade do bagaço estava baixíssima. Isso não parece, à primeira vista, uma coisa ruim, mas é. Os sistemas de controle automáticos das caldeiras são programados para trabalhar em certas condições, levando em conta um certo poder calorífico do bagaço, que agora era bem maior. Com isso, os sistemas de controle de temperatura da fornalha das caldeiras tinham imensa dificuldade de mantê-las operando com estabilidade (tudo o que não precisávamos).

Além disso, um bagaço mais inflamável significa um maior risco de incêndio na planta, já que todas as usinas (com poucas exceções) possuem grandes estoques de bagaço, passando as vezes de 100.000 toneladas. Um incêndio dessas proporções, além de impossível de apagar, representa um risco gigantesco para a planta e para as pessoas que ali trabalham.

Como se não bastasse, por conta do elevado teor de açúcar presente no bagaço, algumas caldeiras começaram a sofrer de um fenômeno denominado “empedramento de leito”, onde os açúcares presentes no combustível causam uma aglomeração de bagaço e areia formando uma espécie de pedra, que é formada nas paredes, grelhado e principalmente nos alimentadores de bagaço das caldeiras. Essa formação deteriora gradativamente a performance do equipamento, até o ponto em que ele precisava ser parado para manutenção. Esse fenômeno, aliado com o alto poder calorífico do bagaço, causava um enorme descontrole no processo, dificultando ainda mais a operação no período.

Riscos humanos e medidas de contenção

Fazer seu trabalho em um período normal é uma coisa. Fazer seu trabalho quando a empresa em que você trabalha está passando pela pior crise dos seus 80 anos de existência, é um pouco mais complicado. Fazer tudo isso enquanto sua cidade está em chamas, enquanto sua família corre risco, enquanto você não sabe se a estrada que você pegou para ir trabalhar vai estar aberta quando você voltar... é desesperador.

Muitas vezes, essas pessoas não estão 100% focadas em seu trabalho, principalmente por conta do que está acontecendo da porta para fora, diminuindo sua capacidade de percepção de risco e aumentando a chance de acidentes de trabalho.

O olhar dos líderes para a segurança dos colaboradores deve ser a prioridade máxima em uma situação como essa. Com riscos iminentes de incêndio dentro e fora da planta, manutenções para todos os lados, equipamentos operando em suas capacidades limites e condições diferentes a cada dia, o cenário perfeito para o desastre se constrói.

Com o objetivo de mitigar esse risco, é essencial que a liderança adote uma postura proativa, intensificando as medidas de segurança e reforçando os protocolos operacionais. A comunicação clara e eficiente deve ser a base de todas as ações, garantindo que os colaboradores estejam sempre informados sobre as mudanças nas condições de trabalho e os procedimentos de emergência.

A realização de DDS (Discussões Diárias de Segurança) torna-se indispensável, abordando os riscos específicos do dia, as áreas mais críticas e as estratégias para minimizar perigos.

Outro ponto fundamental é a atenção rigorosa aos procedimentos para a realização de todas as atividades. Em um cenário onde cada detalhe importa, a padronização de operações, a definição clara de instruções de trabalho e a aplicação criteriosa de checklists garantem que nenhuma etapa essencial seja negligenciada.



Imagem criada por Inteligência Artificial

Conclusão

A crise enfrentada pelas usinas em agosto de 2024 deixou claro o impacto devastador das queimadas no setor sucroenergético. A degradação acelerada da matéria-prima comprometeu todo o processo industrial, desde a extração, que foi severamente reduzida devido ao aumento do teor de fibra, até a produção de açúcar, inviabilizada pela alta concentração de dextrana. A eficiência da fermentação também foi afetada, demandando ajustes operacionais e maior uso de insumos como a dextranase. Na geração de vapor, o bagaço alterado trouxe desafios para a estabilidade das caldeiras, aumentando os riscos operacionais e exigindo manutenções emergenciais.

É fundamental destacar que não são as usinas que colocam fogo de propósito nos canaviais. Pelo contrário, o fogo descontrolado representa um prejuízo imenso para a indústria, comprometendo a qualidade da cana, reduzindo a eficiência dos processos e aumentando os custos operacionais. Durante muito tempo, as queimadas foram parte do sistema produtivo, mas com a mecanização, esse método foi abolido. Incêndios de grandes proporções, como os de 2024, são resultado de fatores climáticos extremos e, muitas vezes, de ações criminosas.

Diante desse cenário caótico, apenas por meio de uma estratégia clara foi possível minimizar os prejuízos. A decisão de priorizar a produção de etanol, a adaptação rápida dos processos industriais e o reforço na segurança dos colaboradores foram medidas essenciais para atravessar esse período crítico sem comprometer ainda mais a operação (CAVALCANTI; ALMEIDA, 2022).

Os aprendizados deixados por essa crise são inestimáveis. A importância da resposta rápida, da gestão eficiente de riscos e da segurança operacional ficou evidente. Além disso, fica o alerta de que, em um mundo onde eventos climáticos extremos se tornam cada vez mais frequentes, a resiliência do setor sucroenergético dependerá de planejamento, inovação e ações coordenadas para mitigar os impactos de futuras catástrofes.

Referências

- [1] ALCARDE, A. R. Processamento da cana-de-açúcar. Brasília: Embrapa, 2022. Disponível em: <https://www.embrapa.br/agencia-de-informacao-tecnologica/cultivos/cana/pos-producao/processamento-da-cana-de-acucar>.
- [2] ASSAD, E. D.; PINTO, H. S. Aquecimento global e a nova geografia da produção agrícola no Brasil. Embrapa Informática Agropecuária, Campinas, SP, 2019.
- [3] CAVALCANTI, J. L.; ALMEIDA, D. P. Gestão de riscos e segurança em usinas sucroalcooleiras. Engenharia Agrícola e Ambiental, v. 10, n. 2, p. 45-56, 2022.
- [4] COSTA, G. F. Caracterização do Setor Sucroalcooleiro na Mesorregião de Ribeirão Preto. Piracicaba: Universidade de São Paulo, Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", 2011.
- [5] GOLDEMBERG, J.; COELHO, S. T.; LUCON, O. Energia e Meio Ambiente no Brasil. Revista Brasileira de Energia, v. 8, n. 2, p. 1-23, 2019.
- [6] INSTITUTO NACIONAL DE PESQUISAS ESPACIAIS (INPE). Monitoramento das queimadas no Brasil: Relatório anual 2024. São José dos Campos: INPE, 2024.
- [7] LANDELL, M. G.; CAMPANA, M. P. Processamento da cana-de-açúcar: da colheita à produção de açúcar e etanol. Revista de Tecnologia Sucroalcooleira, v. 15, n. 4, p. 78-90, 2021.
- [8] SILVA, M. A.; AZEVEDO, F. M.; REZENDE, R. S. Impacto da mecanização na colheita da cana-de-açúcar: desafios e soluções. Agroindústria & Tecnologia, v. 7, n. 3, p. 98-110, 2020.

Impacto das Queimadas na Produção de Açúcar e Álcool © 2025 by Gabriel Schiaveto is licensed under CC BY-NC-ND 4.0. To view a copy of this license, visit <https://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/>