

Eixo Temático ET-11-007 - Outros

ESTUDO COMPARATIVO DE CONTAMINAÇÃO BACTERIANA NO PROCESSO DE ESMAGAMENTO DA CANA A PARTIR DE TAMBOR PERFURADO E TAMBOR LISO NO TERNO DE MOENDA

Scarlet O'Hara de Oliveira Moraes¹, Almir Alexey Brito Vital², Habila Yusuf Thomas³,
Izanilde Silva⁴, Marta Célia Dantas Silva⁵

¹Departamento de Engenharia de Energias Renováveis, Universidade Federal da Paraíba, João Pessoa - PB. E-mail: scarlet_moraes@hotmail.com.

²Departamento de Engenharia de Energias Renováveis, Universidade Federal da Paraíba, João Pessoa - PB. E-mail: alexey.almir@cear.ufpb.br.

³Universidade Federal do Rio Grande do Norte. E-mail: habilayusufthomas@yahoo.com.

⁴Departamento de Engenharia de Energias Renováveis, Universidade Federal da Paraíba, João Pessoa-PB. E-mail: iza.silva.ap@gmail.com.

⁵Departamento de Engenharia de Energias Renováveis, Universidade Federal da Paraíba, João Pessoa-PB. E-mail: marta.cds@cear.ufpb.br.

RESUMO

Este estudo avaliou a contaminação bacteriana no processo de esmagamento da cana de açúcar na produção do bioetanol de primeira geração comparado o tambor liso com o perfurado no 4º terno de moenda. Através do estudo de caso da Destilaria Japungu Agroindustrial S/A, foi possível observar que houve um aumento significativo da média de contaminação bacteriana por unidade formadora de colônia do tambor liso sobre o perfurado de aproximadamente 18,52%, mas que apesar disto se observarmos a eficiência de esmagamento e eficiência industrial existe uma compensação, pois na safra 2015/16 onde não havia tambor perfurado a extração absoluta foi de 92,85% e a eficiência industrial foi de 87,46%, já na safra 2016/17 onde existem tambores perfurados no segundo e quarto terno de moendas a extração absoluta foi de 95,46% e a eficiência industrial foi de 89,24%, de forma que apesar da contaminação ser maior nos rolos lisos, a troca por tambores perfurados é vantajosa se avaliada principalmente pela eficiência industrial média de safra.

Palavras chave: Etanol; Moendas; Rolos; Contaminação; Bactérias.

ABSTRACT

This study evaluated the bacterial contamination in the sugarcane crushing process in the production of first generation bioethanol compared to the flat drum with the perforated in the 4th milling suit. Through the case study of the Japungu Agroindustrial S / A Distillery, it was possible to observe that there was a significant increase of the average bacterial contamination per colony forming unit of the smooth drum on the perforated of approximately 18.52%, but that despite this we observe Crushing efficiency and industrial efficiency there is a compensation, because in the 2015/16 crop where there was no drilled the absolute extraction was 92.85% and the industrial efficiency was 87.46%, already in the 2016/17 harvest where there are Drums drilled in the second and fourth mills suit the absolute extraction was 95.46% and the industrial efficiency was 89.24%, so that although the contamination is greater in the smooth rollers, the exchange for drilled drums is advantageous if evaluated Mainly due to the average industrial efficiency of the crop.

Keywords: Ethanol; Mills; Rolls; Contamination; Bacteria.

INTRODUÇÃO

Segundo a FINEP (2017) existe uma necessidade cada vez maior quanto ao desenvolvimento de combustíveis alternativos ao petróleo para reduzir as emissões de poluentes. Não apenas a sustentabilidade, mas a viabilidade econômica também tem sido o grande desafio. Produtos alternativos e de origem renovável costumam possuir uma produção onerosa, o que dificulta pesquisas, investimentos e a chegada até o consumidor final.

De acordo com a NOVACANA (2016) Comparando com os demais produtores mundiais, o Brasil se destacou em 2015 por seu avanço em relação à produção de biocombustíveis.

Biomassa & Bioenergia (2016) pontua que a biomassa é responsável por 8,83% do total nacional de potencia em energia elétrica, isso é equivalente a 14.019.781 KW, deste valor 78,2% é relativo à cana-de-açúcar, o que equivale a 11.008.691 KW.

Fernandes (2003, p. 36) descreve o álcool como líquido obtido através da fermentação de substâncias açucaradas, amiláceas ou por processos sintéticos, tendo o mesmo, suas características bem definidas como a cor, cheiro e sabor.

A produção de álcool de primeira geração (bioetanol) a partir da cana-de-açúcar dar-se-á através do esmagamento da cana para separação de caldo e bagaço, onde o caldo segue para processos de fermentação microbiológica, onde os açúcares são convertidos em álcool e CO₂.

Para Alquati (1990) a contaminação bacteriana pode aumentar exponencialmente no caldo bruto, tanto por períodos prolongados entre o corte e a moagem da planta como pela falta de assepsia na moenda, filtros, bombas e tubulações que entram em contato direto com o referido material

Fabricação de bioetanol

A cana-de-açúcar colhida no campo é transportada para a usina através de caminhões, na recepção a cana é pesada para que haja um controle do peso em toneladas.

Após a etapa de recepção a cana deverá ser conduzida para a mesa alimentadora, onde é lavada para retirada de compostos inorgânicos, principalmente areia, como mostrado na Figura 1, então a cana é levada em uma esteira transportadora e vai para os picadores, depois passa por um desfibrador, e através de uma esteira de borracha chega às moendas.



Figura 1. Lavagem da cana Fonte: Autor, 2017.

A cana-de-açúcar colhida no campo é transportada para a usina através de caminhões, na recepção a cana é pesada para que haja um controle do peso em toneladas.

Nos ternos de moendas a cana é esmagada para que haja a separação do caldo com o bagaço, logo após é embebida com água para que haja uma melhor extração dos açúcares redutores totais, este processo de embebição se repete três vezes. O caldo final é denominado de caldo misto, este é enviado para as dornas de fermentação, onde é adicionado o fermento (leite tratado) pelo processo Mellé-Boinot (levedura *Saccharomyces cerevisiae*), passando a ser chamado de mosto fermentado.

Nesta operação deve haver um controle microbiológico minucioso, pois aqui os ternos de moendas podem ser focos de contaminação e o caldo extraído e embebido em água (caldo misto) é enviado à fermentação.

O terno de moenda é composto principalmente por: rolo de entrada, rolo superior, rolo de saída e rolo de pressão. Tem como principal objetivo o esmagamento da cana anteriormente desfibrada, para separação de caldo e bagaço.

Ainda segundo a Nova Cana (2017) o processo de moagem é caracterizado pela extração do caldo mediante o esmagamento da cana de açúcar que ocorre quando a mesma passa entre dois rolos, com uma pressão pré-estabelecida aplicada a eles. A moenda deve extrair o caldo, como também produzir bagaço, no final do processo, com um grau de umidade que permita sua utilização como combustível nas caldeiras.

Existem três principais tipos de rolos (tambores) utilizados na indústria sucroalcooleira, liso, com ranhuras e perfurado, sendo este último o mais novo, de melhor eficiência de extração, porém graças aos furos ele é um foco maior de contaminação.

Lima et al. (2001) associam a contaminação bacteriana ao aumento da formação de ácido láctico e possivelmente uma das causas da floculação de levedura na indústria, diz ainda que esta contaminação é a principal responsável pelos problemas encontrados na fermentação alcoólica

O processo de fermentação alcoólica ocorre nas dornas de fermentação. Nelas o caldo misto é misturado ao leite tratado (inóculo de *Saccharomyces cerevisiae*) no percentual de 20 a 30% que são responsáveis pela produção das enzimas capazes de hidrolisar, ou seja, promover a inversão dos açúcares não redutores (sacarose) em açúcares redutores (glicose e frutose) onde são convertidos em etanol e CO₂.

O vinho resultante da fermentação rico em etanol segue para destilação que é uma operação unitária que visa a separação de componentes do vinho (mosto fermentado), de acordo com a volatilidade relativa dos mesmos, o mais volátil desloca-se para a fase leve, enquanto que o menos volátil permanece preferencialmente na fase pesada (vinhaça ou restilo). De forma que o álcool é retirado na parte superior da coluna.

Segundo Caldas et al. (2007, p. 281) a operação de transferência de massa mais empregada na indústria química possivelmente é a destilação. Ele mostra que é a força motriz que efetiva da separação neste processo que define a diferença de volatilidade existente entre os componentes da mistura. O agente que promove essa separação é o calor, aliado aos internos do equipamento de separação.

OBJETIVOS

O objetivo deste estudo foi avaliar dados do processo de produção de bioetanol de primeira geração da Usina Japungu Agroindustrial S/A, com foco nos ternos de moenda realizando um estudo comparativo entre a contaminação bacteriana do tambor liso (de uso comum) com a contaminação bacteriana no tambor perfurado (relativamente novo no setor sucroalcooleiro e com poucos dados industriais fornecidos sobre as vantagens e desvantagens).

METODOLOGIA

No presente estudo foi avaliada a contaminação bacteriana do quarto terno de moenda(último) da Usina Japungu Agroindustrial S/A, produtora de bioetanol de 1º geração. O último terno foi escolhido por possuir um mix do rolo(tambor) perfurado com rolo(tambor) liso. O rolo de tambor perfurado pode ser observado na Figura 2.



Figura 2. Tambor perfurado. Fonte: Autor, 2017.

Foram feitas análises nos meses de novembro e dezembro de 2016 e janeiro de 2017 (três últimos meses da safra), no laboratório de microbiologia da referida usina.

Meio de cultura lactogênica

Foram realizados plaqueamentos diários, utilizando meio de cultura, para bactérias, do tipo MRS - Lactogênicos. A diluição da amostra de caldo para os dois tipos de tambor foi de 10^3 como mostra a Figura 3 e foram plaqueadas duas amostras de cada tambor por dia para retirar a média das mesmas.



Figura 3. Diluição. Fonte: Autor, 2017.

Após introduzir 0,1 mL das amostras já diluídas nas placas diferenciando tambor liso do perfurado, elas foram levadas a estufa por 48 h a uma temperatura de 32 °C (ideal para o crescimento das colônias de bactérias), Figura 4 abaixo.



Figura 4. Plaqueamento. Fonte: Autor, 2017.

Passado o período de crescimento foi utilizado o contador de colônias para quantificar unidades formadoras de colônias (UFC) por mililitro de amostra e só então, utilizando o software Excel, seus valores atualizados de acordo com os resultados diários.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na Tabela 1 foram expostos os valores para o parâmetro UFC (Unidade formadora de colônias) por mL do tambor liso e do tambor perfurado respectivamente para os meses de novembro e dezembro de 2016, e janeiro de 2017 referentes à safra 2016/2017 na Usina Japungu Agroindustrial S/A.

No mês de novembro observou-se que existe uma diferença entre a média de contaminação do tambor perfurado para o tambor liso de aproximadamente 21,77%, (maior contaminação no tambor perfurado).

No mês de dezembro também observou-se uma média de contaminação bacteriana UFC/mL maior para o tambor perfurado, com uma diferença na média de aproximadamente 18,64%.

O mesmo padrão foi observado no mês de janeiro onde a contaminação bacteriana UFC/mL foi maior para o tambor perfurado, com uma diferença na média de aproximadamente 15,51%.

Podemos observar então, que existe, nos três casos, uma contaminação maior no tambor perfurado, como mostra a Tabela 1 abaixo.

Tabela 1. UFC/mL - Média.

Mês	Tambor perfurado	Tambor liso
Novembro	1,63e+06	1,34e+06
Dezembro	1,48e+06	1,25e+06
Janeiro	1,73e+06	1,50e+06
Média	1,62e+06	1,36e+06

Fonte: Autor, 2017.

Dessa forma pôde-se constatar uma diferença significativa de aproximadamente 18,52% mais contaminação bacteriana no tambor perfurado que no tambor liso.

Este cenário melhor observado no Gráfico 1 a seguir:

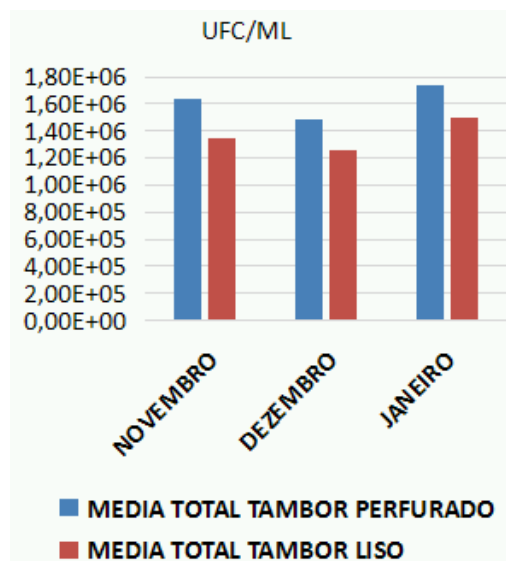


Gráfico 1. Média total (UFC/mL). Fonte: Autor, 2017.

Na Tabela 2 abaixo é possível comparar a eficiência da safra 2015/2016 com a safra 2016/2017, sem e com tambor perfurado na moagem respectivamente.

Tabela 2. Comparativo de safra.

Parâmetro	Unidade	safra 16/17	safra 15/16
Cana moída total	Tonelada	884761,9	836886
Produc. Álcool total	Litro	81147576	74285863
Extração absoluta	%	95,46	92,85
Efic. industrial	%	89,24	87,46

Fonte: Autor, 2017.

Podendo-se observar que tanto a extração quanto a eficiência industrial foram relativamente maiores na safra 2016/17, safra em que tambores perfurados foram introduzidos em dois ternos de moendas, o segundo e o quarto ternos.

CONCLUSÕES

Para Alquati (1990) um fator relevante que deve ser levado em consideração no processo industrial de produção do etanol através de bioconversão dos açúcares em álcool é certamente a contaminação bacteriana não só pelo fato de desviar a transformação das matérias-primas fermentáveis em substâncias outras que não o produto desejado, como também por consumir parte do etanol, provocando assim, perdas irreparáveis no rendimento da fermentação.

Nos dados apresentados foi possível observar que apesar do tambor perfurado ser foco de contaminação bacteriana, a sua eficiência é bem maior se comparada ao tambor liso. De forma que a solução e sugestão deste artigo vêm a ser a aquisição dos mesmos, mas tendo um maior controle de bactérias, através de higienização regular com uso de produtos específicos, bem como uso da cana lavada que evita a entrada de impurezas e consequente acúmulo nos tambores perfurados.

Apesar de ter sido realizado em apenas uma firma do setor sucroalcooleiro, é importante ter em mente que o mesmo se aplica a todas do setor que realizem esmagamento da cana-de-açúcar com ternos de moendas, a maioria ainda utiliza tambores lisos. Os tambores perfurados são relativamente novos, portanto a indústria passa por um período de adaptação, sendo então este trabalho relevante para a indústria e corpo acadêmico.

REFERÊNCIAS

ALQUATI, P.H. Caracterização e controle de microorganismos contaminantes em microdestilaria de álcool. Disponível em: <http://www.liberato.com.br/sites/default/files/arquivos/Revista_SIER/v.%201,%20n.%201%20%282000%29/4.%20CARACTERIZA%C7%C3O%20E%20CONTROLE%20DE%20MICROORGANISMOS.pdf>. Acesso em: 06 fev. 2017.

BIOMASSA & BIOENERGIA. Energia: 8,8% de toda a geração no Brasil vêm da biomassa. Disponível em: <<http://www.painelflorestal.com.br/noticias/biomassa/energia-8-8-de-toda-a-geracao-no-brasil-vem-da-biomassa>>. Acesso em: 10 mar. 2017.

CALDAS, J.N. LACERDA, A.I.; VELOSO, C. **Internos de Torres:** pratos e recheios. 2. ed. Rio de Janeiro: Interciência, Petrobras, 2007.

FERNANDES, A.C. **Cálculos na agroindústria de cana-de-açúcar.** 2. ed. Piracicaba: STAB - Sociedade dos Técnicos Açucareiros e Alcooleiros do Brasil, 2003.

FINEP. Bioetanol (etanol de 2ª geração). Disponível em: <<http://www.finep.gov.br/a-finep-externo/aqui-tem-finep/bioetanol-etanol-de-2-geracao>>. Acesso em: 01 mar. 2017.

LIMA, U.A., BASSO, L.C., AMORIM, H.V. Produção de Etanol. In: SCHMIDELL, W.; LIMA, U.A.; AQUARONE, E.; BORZANI, W. (Coord.). **Biotecnologia industrial: processos fermentativos e enzimáticos**. São Paulo: Edgard Blücher, 2001. v. 3.

NOVACANA. Como é feito o processamento da cana-de-açúcar nas usinas. Disponível em: <<https://www.novacana.com/usina/como-e-feito-processamento-cana-de-acucar/>>. Acesso em: 06 fev. 2017.

NOVA CANA. Ranking mundial: os 16 países que mais produziram etanol em 2015. Disponível em: <<https://www.novacana.com/n/internacional/etanol/ranking-mundial-16-paises-produziram-etanol-170616/>>. **Acesso em: 13 mar. 2017.**