

Destilaria artesanal

Igor Rian Biondi¹
Letícia Bassi de Macedo²
Maria Clara Georgette³
Maria Heloísa Mantega Fermiano⁴
Carlos Eduardo Crestani⁵

Resumo: As usinas de produção de etanol - ou destilarias - possuem processos complexos para a produção de etanol, que vão desde o recebimento da cana-de-açúcar, extração do caldo, fermentação até a purificação do etanol produzido. Nesses processos, são envolvidos equipamentos específicos de análise e processamento que demandam alto custo de aquisição, operação e manutenção. A fim de tornar este processo acessível, o propósito deste projeto foi criar uma destilaria artesanal que possa ser usada objeto de geração de renda. O protótipo desenvolvido, construído de maneira sustentável e acessível com materiais reciclados, possibilitou a geração de um etanol 70 °GL de baixo custo. Atualmente, as destilarias artesanais têm ganhado espaço no mercado de bebidas destiladas e têm sido procuradas por pequenos produtores, sendo uma eficiente fonte de geração de renda. Ademais, no recente cenário que a sociedade se encontra devido à pandemia causada pela COVID-19, o produto obtido pode ser utilizado para desinfecção, bem como para matéria-prima de produção de álcool gel.

Palavras-chave: Cana-de-açúcar; Empreendedorismo; Etanol; Pandemia; Sustentabilidade.

Abstract: Ethanol production plants - or distilleries - present complex processes for ethanol production, ranging from the receipt of sugarcane, juice extraction, fermentation to the purification of produced ethanol. These processes involve specific analysis and processing equipment that require high acquisition, operation, and maintenance costs. The purpose of this project was to create an artisanal distillery that can be used as an income-generating object. The developed prototype, built in a sustainable and accessible way with recycled materials, enabled the fabrication of a low-cost 70 °GL ethanol. Currently, artisanal distilleries have gained space in the distilled beverage market and have been sought after by small producers, being an efficient source of income generation. Furthermore, in the recent scenario of the COVID-19 pandemic, the product obtained can be used for disinfection, as well as for the raw material for the production of gel alcohol.

Keywords: Entrepreneurship; Ethanol; Pandemic; Sugar cane; Sustainability.

¹ Técnico em Açúcar e Álcool pelo Instituto Federal de São Paulo (IFSP), Câmpus Matão, igorrianbiondi@gmail.com

² Discente no curso de Engenharia Agrônômica do Instituto Federal de São Paulo (IFSP), Câmpus Barretos, leticiabassi470@gmail.com

³ Discente no curso de Engenharia Florestal da Universidade de São Paulo (USP), Câmpus Piracicaba, colitas.california@gmail.com

⁴ Discente no curso de Química da Universidade Estadual Paulista (UNESP), Câmpus Araraquara, mhfermiano@gmail.com

⁵ Docente da área de Engenharia Química do Instituto Federal de São Paulo (IFSP), Câmpus Matão, cecrestani@ifsp.edu.br

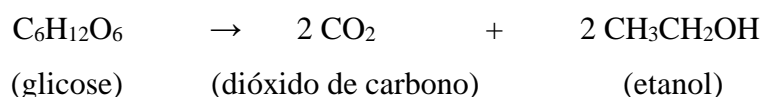
Introdução

Com a recente pandemia do novo Coronavírus (COVID-19), iniciada no final de 2019, o álcool etílico - popularmente chamado de álcool – tem entrado no cotidiano das famílias muito além do seu uso como combustível. O etanol é uma molécula orgânica ternária (formada por três elementos químicos), com fórmula molecular $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{OH}$ (52,15 % de carbono, 37,73 % de oxigênio e 13,12 % de hidrogênio). Solidifica-se a $-130\text{ }^\circ\text{C}$, em forma de massa branca, entra em ebulição a $78,35\text{ }^\circ\text{C}$, sob pressão de 760 mmHg. Sua densidade a $20\text{ }^\circ\text{C}$ é $0,7893\text{ g}\cdot\text{ml}^{-1}$ e, a $15\text{ }^\circ\text{C}$, $0,7943\text{ g}\cdot\text{ml}^{-1}$ (SANTOS, BOREM e CALDAS, 2012, p. 451). Este produto possui grande valor econômico, social e ambiental, uma vez que é um combustível que provém de uma fonte de energia renovável e limpa. Além de combustível, possui diversas aplicações, como em produtos de limpeza, na indústria farmacêutica, dentre outras. Seu potencial é conhecido de longa data, como disse Henry Ford em uma entrevista ao New York Times em 1925: “O álcool é o combustível do futuro”.

Devido a pandemia da COVID-19, o etanol e principalmente o popular álcool gel tem alvo de grande procura dado o aumento dos cuidados com a higienização: necessidade de fazer a desinfecção das mãos e de produtos e superfícies. Por essa grande procura, o custo desse produto nas farmácias e mercados saltou mais de 590 %, segundo levantamento do PROCON-SP (EXAME, 2020). Esse aumento é explicado seguindo uma das maiores teorias do mercado, a teoria de oferta e demanda, em que se define oferta como a quantidade de um produto disponível para venda, e demanda a procura por esse mesmo produto pelo mercado consumidor (MANKIWI N.G, 2009). Com isso, o preço de um frasco de álcool gel, que no dia 27 de fevereiro de 2020 custava em torno de R\$ 17, no dia 4 de março do mesmo ano, menos de uma semana depois dos casos começarem explodir no país, o valor passou a ser equivalente a R\$ 42, tendo um aumento expressivo de 161 % (UOL, 2020).

A principal forma de se obter etanol é através de um processo bioquímico denominado fermentação que, no Brasil, segundo maior produtor no mundo, utiliza como principal matéria-prima a cana-de-açúcar; existem outros processos pouco usuais como a síntese a partir do etileno de petróleo. O milho é outra matéria-prima bastante utilizada, principalmente nos EUA, líderes mundiais em produção de etanol (UNICA, 2020). A fermentação, segundo a demonstração de Louis Pasteur em 1857, ocorre na ausência de oxigênio (anaerobiose), no qual se utiliza uma quantidade suficiente da levedura *Saccharomyces cerevisiae*, formando-se o pé de cuba ou fermento (BORTOLINI et al., 2001). Este pé de cuba entra em contato com o mosto

(solução açucarada), composto por caldo de cana e melão (líquido viscoso resultante do processo de cristalização do açúcar), e a enzima invertase quebra a sacarose que é um dissacarídeo ($C_{12}H_{22}O_{11}$) formando os monossacarídeos glicose ($C_6H_{12}O_6$) e frutose ($C_6H_{12}O_6$). A enzima *zimase*, também presente na levedura, consome, então, a glicose e a frutose formando dióxido de carbono e etanol. Essa equação da fermentação etanoica foi estabelecida pelo físico e químico francês Gay-Lussac em 1815, e sua forma resumida é representada como (LIMA, 2001):



O °Brix é uma medida de concentração bastante utilizada no setor sucroenergético que expressa a quantidade de sólidos dissolvidos em 100 gramas de solução (BITTAR e BITTAR, 2020; MARTINS E SILVA, 2020); é obtido no refratômetro, através da medida do índice de refração da luz – pela Lei de Snell-Descartes é o desvio angular sofrido por um raio de luz ao passar para um meio diferente do qual ele estava percorrendo - que é proporcional à concentração da solução (PILLING, 2020).

O melão, por ser bastante concentrado (60°Brix ou mais), deve ser diluído para atingir uma concentração entre 18 e 22 °Brix. Concentrações muito altas de açúcar podem ocasionar morte de leveduras por estresse osmótico. O pH de 4,5 a 5 é desejável para o processo de fermentação, pois acelera a velocidade de conversão em etanol e reduz o risco de contaminação do meio fermentativo (ALCARDE, 2020). Com o consumo de açúcar e conversão em etanol, a concentração de açúcares na solução diminui, quando é alcançada uma concentração de 3 a 8 °Brix indica que este vinho bruto está no ponto para destilação (ALCARDE, 2020). O açúcar consumido pelas leveduras pode ter outros caminhos que não a produção de etanol, como o crescimento e desenvolvimento de novas células e formação outros produtos de fermentação. Neste sentido, a medição do dióxido de carbono (CO_2) liberado na fermentação é um fator interessante pois, como pode ser observado na reação teórica, é proporcional à quantidade de etanol produzido.

Finalizada a fermentação nas indústrias, o meio fermentativo é centrifugado, as leveduras encaminhadas para tratamento e reciclo, e o vinho de levedurado (já sem as leveduras) é encaminhado para a destilação, processo físico que consiste na separação de misturas homogêneas, tendo em vista a diferença de volatilidade dos compostos, com o objetivo, neste

caso, de purificar o etanol formado na fermentação. Para que a destilação ocorra, deve ser fornecido calor para que a mistura entre em ebulição, o vapor formado será mais rico no composto mais volátil, neste caso o etanol. Este vapor é condensado e pode ser evaporado novamente; cada vez que o ciclo ocorre o vapor condensado é mais puro no componente mais volátil – a temperatura de ebulição do etanol a pressão ambiente é de 78,35 °C enquanto a da água é de 100 °C (RIZZON e MENEGUZZO, 2008). A mistura hidroalcoólica gasosa é direcionada para um condensador (sistema com passagem de corrente fria com a finalidade de realizar trocas de calor com o vapor), onde retornará para o estado líquido: deste condensador sai o produto final (ISENMANN, 2015).

Alcoometria é a determinação do grau alcoólico de misturas alcoólicas. O título alcoométrico volumétrico de uma mistura de água e álcool é expresso pelo número de volume de etanol, à temperatura de 20 °C, contido em 100 volumes desta mistura à mesma temperatura, ou seja, é expresso em % (v/v). O °GL (grau Gay Lussac) é uma relação de porcentagem (v/v) bastante utilizada; pode-se encontrar também a unidade °INPM (Instituto Nacional de Pesos e Medidas) que é uma relação de porcentagem (m/m). Vale ressaltar que em uma destilaria artesanal, como o pode-se não dispor de recursos laboratoriais para medir o teor do etanol produzido diretamente, pode-se utilizar da densidade para determinação da concentração, medindo a massa de determinado volume de líquido e dividindo-os (SOUZA et al. 2014). Após o cálculo, deve-se buscar o valor em uma tabela de conversão de densidade para teor alcoólico tomando o cuidado de utilizar as mesmas unidades de medida da tabela (massa em g e volume em mL, por exemplo). A Tabela 1 mostra um exemplo deste tipo de fonte de informação.

Tabela 1: Teor alcoólico em função da densidade

| Densidade (g·ml ⁻¹) | °GL | °INPM | Densidade (g·ml ⁻¹) | °GL | °INPM | Densidade (g·ml ⁻¹) | °GL | °INPM |
|------------------------------------|-----|---------|------------------------------------|-----|--------|------------------------------------|-----|--------|
| 0,79433 | 100 | 100,000 | 0,89991 | 66 | 58,257 | 0,96307 | 32 | 26,393 |
| 0,79926 | 99 | 98,389 | 0,90224 | 65 | 57,226 | 0,96428 | 31 | 25,536 |
| 0,80390 | 98 | 96,833 | 0,90454 | 64 | 56,202 | 0,96545 | 30 | 24,683 |
| 0,80829 | 97 | 95,324 | 0,90682 | 63 | 55,185 | 0,96659 | 29 | 23,832 |
| 0,81246 | 96 | 93,859 | 0,90907 | 62 | 54,174 | 0,96769 | 28 | 22,984 |
| 0,81641 | 95 | 92,430 | 0,91130 | 61 | 53,170 | 0,96876 | 27 | 22,138 |
| 0,82020 | 94 | 91,035 | 0,91351 | 60 | 52,172 | 0,96981 | 26 | 21,295 |
| 0,82385 | 93 | 89,666 | 0,91569 | 59 | 51,180 | 0,97084 | 25 | 20,455 |
| 0,82738 | 92 | 88,325 | 0,91784 | 58 | 50,313 | 0,97185 | 24 | 19,616 |
| 0,83081 | 91 | 87,004 | 0,91997 | 57 | 49,215 | 0,97286 | 23 | 18,779 |
| 0,83415 | 90 | 85,703 | 0,92209 | 56 | 48,241 | 0,97387 | 22 | 17,944 |
| 0,83741 | 89 | 84,421 | 0,92420 | 55 | 47,271 | 0,97487 | 21 | 17,111 |
| 0,84060 | 88 | 83,156 | 0,92630 | 54 | 46,307 | 0,97587 | 20 | 16,279 |
| 0,84372 | 87 | 81,907 | 0,92837 | 53 | 45,348 | 0,97688 | 19 | 15,449 |
| 0,84678 | 86 | 80,673 | 0,93042 | 52 | 44,394 | 0,97790 | 18 | 14,621 |
| 0,84979 | 85 | 79,452 | 0,93241 | 51 | 43,447 | 0,97892 | 17 | 13,794 |
| 0,85275 | 84 | 78,245 | 0,93437 | 50 | 42,506 | 0,97995 | 16 | 12,969 |
| 0,85567 | 83 | 77,050 | 0,93629 | 49 | 41,571 | 0,98100 | 15 | 12,145 |
| 0,85854 | 82 | 75,867 | 0,93817 | 48 | 40,641 | 0,98206 | 14 | 11,324 |
| 0,86137 | 81 | 74,696 | 0,94002 | 47 | 39,716 | 0,98314 | 13 | 10,503 |
| 0,86416 | 80 | 73,535 | 0,94183 | 46 | 38,796 | 0,98424 | 12 | 9,684 |
| 0,86692 | 79 | 72,385 | 0,94361 | 45 | 37,881 | 0,98537 | 11 | 8,867 |
| 0,86965 | 78 | 71,244 | 0,94535 | 44 | 36,905 | 0,98652 | 10 | 8,042 |
| 0,87234 | 77 | 70,114 | 0,94705 | 43 | 36,066 | 0,98770 | 9 | 7,237 |
| 0,87500 | 76 | 68,993 | 0,94872 | 42 | 35,165 | 0,98891 | 8 | 6,426 |
| 0,87763 | 75 | 67,881 | 0,95036 | 41 | 34,269 | 0,99016 | 7 | 5,615 |
| 0,88022 | 74 | 66,779 | 0,95196 | 40 | 33,377 | 0,99145 | 6 | 4,813 |
| 0,88278 | 73 | 65,686 | 0,95350 | 39 | 32,490 | 0,99277 | 5 | 4,000 |
| 0,88531 | 72 | 64,601 | 0,95499 | 38 | 31,607 | 0,99413 | 4 | 3,196 |
| 0,88781 | 71 | 63,524 | 0,95645 | 37 | 30,728 | 0,99552 | 3 | 2,394 |
| 0,89029 | 70 | 62,455 | 0,95786 | 36 | 29,854 | 0,99695 | 2 | 1,593 |
| 0,89274 | 69 | 61,394 | 0,95923 | 35 | 28,983 | 0,99844 | 1 | 0,795 |
| 0,89516 | 68 | 60,340 | 0,95055 | 34 | 28,116 | 1,00000 | 0 | 0,000 |
| 0,89755 | 67 | 59,295 | 0,96183 | 33 | 27,253 | | | |

Fonte: Adaptado de LCQPq, 2020

Na separação de misturas hidroetanólicas deve-se considerar também que existe o ponto de azeotropia, que é o máximo que se consegue separar uma mistura por ebulição, no caso, a água do etanol em uma concentração máxima de 95,63 °INPM de etanol.

A fim de tornar o processo produtivo de etanol acessível, o propósito deste projeto foi o de criar uma destilaria artesanal que possa ser construída de modo sustentável, atuando como objeto de geração de renda; este projeto foi o tema do Projeto Integrador realizado no terceiro ano do curso Técnico em Açúcar e Álcool Integrado ao Ensino Médio. O intuito inicial ganhou força com a nova função de assistir a sociedade na higienização, sendo esta uma das formas principais de combate um agente patogênico.

Materiais e Métodos

Para o processo de fermentação utilizou-se frascos Kitassato de dois litros, acompanhados de um circuito de fermentação fechado para captação do dióxido de carbono (CO_2) formado, no qual tinha-se duas provetas de 250 ml com duas mangueiras de silicone, que ficam submersas em um recipiente com água, tornando possível fazer a medição da quantidade de dióxido de carbono liberado no processo de fermentação a partir da diminuição do volume de água presente dentro da proveta, como mostra a Figura 1. O dióxido de carbono gerado na fermentação passa por mangueiras e chega até as buretas, preenchendo-as para que, deste modo, ele não seja liberado para a atmosfera, possa-se medir o volume de água deslocado e, conseqüentemente, o volume de gás carbônico gerado. Dentro dos Kitassatos havia uma solução caldo-de-cana esterilizado, contendo 100 g de fermento biológico por litro de caldo; o fermento contém a *Saccharomyces cerevisiae*, que é o organismo celular responsável pela conversão dos açúcares em energia, e que dá início ao processo de fermentação. A fermentação foi realizada em triplicata, com duração de 12 horas e foram medidas as concentrações das soluções antes e após este período utilizando um refratômetro.

Figura 1: Sistema de fermentação

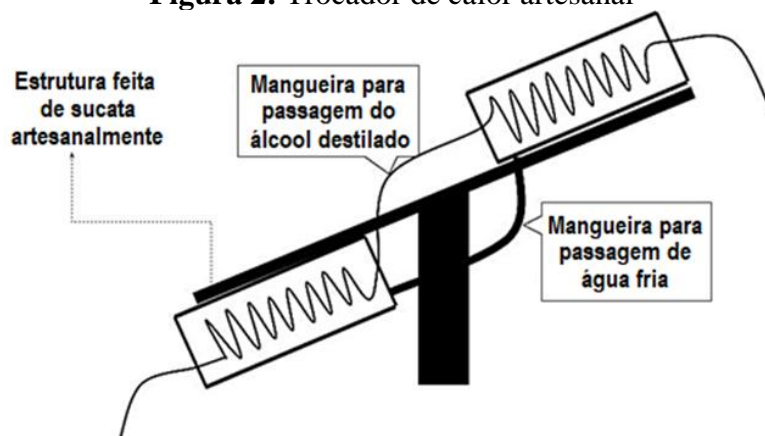


Fonte: SEED, 2020

Após a fermentação, utilizou-se uma centrífuga, equipamento utilizado para separação de misturas sólido-líquido, para que esta possa fazer a retirada de fermento sólido que resta no processo fermentativo. Em sistemas artesanais esta separação pode ser efetuada por filtração ou por decantação, aguardando a fase sólida se depositar no fundo do recipiente e retirando cuidadosamente a fase líquida.

Para a montagem da destilaria artesanal utilizou-se: garrafas PET, mangueiras de silicone (que correspondem a um trocador casco – garras PET – e tubos – mangueiras), panela de pressão sem suspiro (destilador), fogareiro com botijão de gás de 2 kg (aquecedor ou caldeira), bomba elétrica automotiva reaproveitada, utilizada no carro para direcionar a gasolina, braçadeiras e suporte de ferro para a sustentação da destilaria (hastes metálicas de sustentação). A Figura 2, mostra o projeto do trocador de calor (condensador):

Figura 2: Trocador de calor artesanal



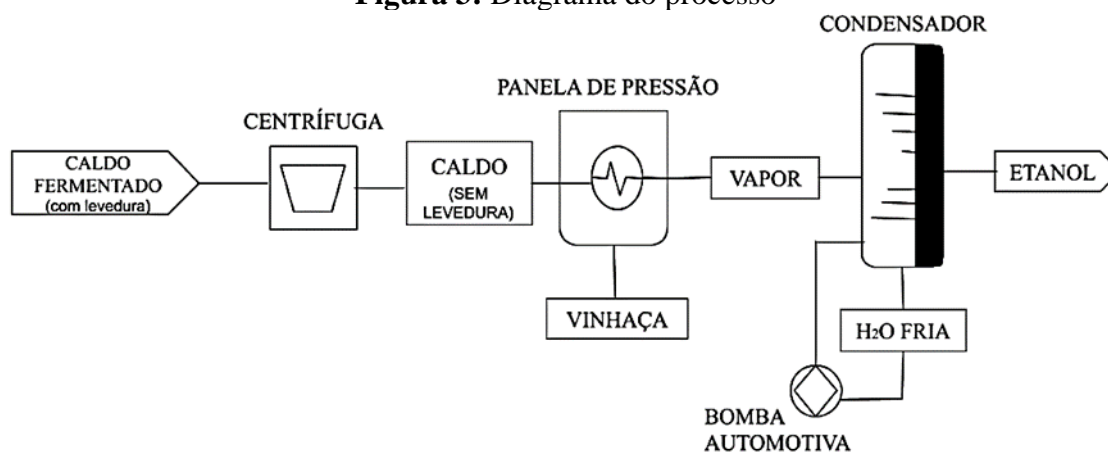
Fonte: Elaborado pelos autores

Utilizou-se caldo de cana do comércio local, fermento biológico Fleischmann (leveduras) e água miliQ. Vidrarias de laboratório foram utilizadas, mas podem ser substituídos por utensílios de cozinha comuns. Para se evitar contaminação, os utensílios domésticos podem ser esterilizados em água fervente. As concentrações das soluções antes e após a fermentação foram medidas com um refratômetro, em triplicata.

Iniciou-se a montagem da destilaria artesanal com as garrafas PET, nas quais abriu-se uma superfície circular por onde seria inserido as mangueiras de silicone, formando-se a passagem do resfriamento e do vapor sem haver mistura entre eles. O fluxo do líquido de resfriamento (água em um balde com gelo) é feito por uma bomba elétrica automotiva que capta a água, levando-a para dentro das garrafas, fazendo assim o ciclo de resfriamento de baixo para cima. Já o fluxo de etanol vaporizado é feito por uma panela de pressão sem suspiro, que é

conectada a uma ponta da mangueira, por onde há a passagem do vapor, para que se possa condensar o etanol. O diagrama da Figura 3 representa o processo da destilaria artesanal.

Figura 3: Diagrama do processo



Fonte: Elaborado pelos autores

A solução centrifugada foi, então, adicionada na panela de pressão, onde ocorreu o processo de destilação, concentrando o fermentado delevedurado transformando-o em álcool hidratado. Através de um densímetro foi possível medir o teor alcoólico do álcool hidratado, utilizando-se °GL (grau Gay Lussac) que é uma unidade usada internacionalmente para indicar a quantidade de álcool presente na solução, medida em porcentagem em volume.

Resultados e Discussão

O primeiro passo do projeto foi a construção da destilaria artesanal, visto que os equipamentos para a fermentação são mais simples. As garrafas foram abertas e as mangueiras passadas nelas; as superfícies abertas para a passagem das mangueiras foram vedadas com silicone para que não haja vazamentos durante o processo de destilação, assim como mostrado na Figura 4.

Figura 4: Superfícies abertas para circulação já vedada



Fonte: Elaborado pelos autores

Dentro das garrafas, passou-se parte da mangueira de silicone em espiral (que fica submersa na água de resfriamento) fazendo com que o vapor condense, assim como mostrado na Figura 5.

Figura 5: Modo do espiral da mangueira siliconada



Fonte: Elaborado pelos autores

A inclinação da haste de ferro no topo do cilindro faz com que o vapor que entra pela mangueira, circule e desça para a ponta da mangueira, sofrendo assim uma reversão denominado liquefação ou condensação, fazendo com que a mistura alcoólica destilado saia no recipiente na fase líquida.

O suporte de sustentação (Figura 6) foi feito com ferros de sucata, no qual se tem uma base de chapa quadrada e um cilindro ao meio; no topo do cilindro uma haste de ferro inclinada com canos de PVC seccionados ao meio na horizontal onde se sobrepõe as garrafas.

Figura 6: Suporte do condensador



Fonte: Elaborado pelos autores

A solução centrifugada foi adicionada na panela de pressão, onde ocorreu o processo de destilação, concentrando o fermentado delevedurado transformando-o em álcool hidratado, como mostra a Figura 7.

Figura 7: Destilaria em funcionamento



Fonte: Elaborado pelos autores

Para os três ensaios de fermentação, os valores de concentração antes da fermentação foram de: 24,4; 24,7 e 24,7 °Brix, resultando em uma média de 24,6 °Brix. A concentração do caldo já fermentado da amostra utilizada para fermentação em triplicata também, resultando nos valores médios de $11,8 \pm 0,2$ °Brix; $18,0 \pm 0,2$ °Brix e $16,4 \pm 0,2$ °Brix. A diminuição da

concentração antes e após a fermentação demonstra que é possível atingir uma concentração de álcool satisfatória pelo consumo de glicose. Por outro lado, as diferenças entre as concentrações finais dos ensaios mostram que variações podem ocorrer de um ensaio para outro, principalmente quando não se tem controle de pH e temperatura e, ainda, mostra a importância da correta esterilização dos insumos e materiais utilizados; estes, dentre outros, são fatores que podem interferir nos resultados da fermentação.

As soluções fermentadas e centrifugadas foram, então, adicionadas ao sistema de destilação artesanal. A cada destilação realizada, o condensado tinha um valor maior de concentração de etanol, como era esperado. Os valores de concentração de etanol para a destilação do primeiro caldo develevurado foram de 27,2; 53,2; 64,0 e 77,9 °GL respectivamente, para a solução destilada uma, duas, três e quatro vezes. Nas soluções dos outros dois ensaios de fermentação, foram medidas as concentrações da primeira gota de condensado da primeira destilação, resultando em concentração de etanol de 41,2 e 38,5 °GL, respectivamente. Conforme mais condensado foi sendo recolhido, a concentração é cada vez menor; quanto maior o volume produzido em um único ensaio, menor a concentração. Em todos os ensaios, com quatro bateladas sequenciais de destilação foi possível produzir etanol com concentração maior que 70 °GL. O custo de produção médio deste álcool é de R\$ 30 por litro para a compra de matérias primas, como o caldo e o fermento. Com o monitoramento das bateladas de fermentação pode-se melhorar sua eficiência o que reduz este custo com o tempo e operação do sistema.

O etanol produzido tem a aplicação voltada para a limpeza doméstica, pelo fato de que o projeto desenvolvido tem seu processo simplificado em comparação com um processo de usina. Ressalta-se, entretanto, que este álcool não deve ser usado para limpar a pele, por exemplo, a menos que uma análise química par comprovar a segurança para este fim seja realizada; o projeto utiliza materiais recicláveis, como a garrafa PET e não se tem o prévio controle de substâncias que são liberadas no processo. Para uma maior segurança, engenhos de produção de bebidas, por exemplo, fazem o uso da técnica de separação do produto obtido em cabeça, coração e cauda: a cabeça é constituída por 10 % do destilado, composta por álcoois mais leves do que o etanol como o metanol – que é extremamente tóxico – e substâncias como o aldeído acético e acetato de etila; o coração contém a maior parte do álcool etílico sendo 80 % do destilado e menor proporção de componentes secundários e a cauda corresponde à porção de 10 % do volume total do destilado, contendo substâncias pesadas, como açúcares e o denominado óleo fúsel – constituído principalmente por isoamílico, isobutílico, etílico, metílico

e n-propílico (FERMENTEC NEWS, 2020; TEIXEIRA, 2020). A produção artesanal de etanol – que pode ser realizada mesmo longe de grandes centros canavieiros, com a utilização açúcar dissolvido em água, por exemplo – pode propiciar economia e, ainda, um possível aumento da renda familiar através da comercialização do produto, principalmente com aumento de demanda de cuidados com a higienização gerado pela pandemia da COVID-19.

Conclusão

Neste projeto, foi construído um protótipo de destilaria, de baixo custo, que possibilitou a geração de um etanol com 70 °GL por um valor menor do que o do mercado atual; atualmente, as destilarias artesanais têm ganhado espaço no mercado de bebidas destiladas e têm sido procuradas por pequenos produtores, sendo uma eficiente fonte de geração de renda. Ademais, no recente cenário que a sociedade como um todo se encontra devido a pandemia causada pela COVID-19, o produto obtido pode ser utilizado para desinfecção, bem como para matéria-prima de produção de álcool gel, que nos últimos tempos, tem ocupado um grande espaço na rotina das pessoas para higienização das mãos, utensílios, equipamentos e superfícies, uma vez que são hábitos importantes no combate ao vírus.

Referências

ALCARDE, R.A. **Fermentação**. Disponível em: <http://www.agencia.cnptia.embrapa.br/gestor/cana-de-acucar/arvore/CONTAG01_105_22122006154841.html>. Acesso em: 26 de jun. de 2020.

ANDRETTA, F. **Preço do álcool em gel e máscaras subiu até 161%; governo deveria tabelar?** Disponível em: <<https://economia.uol.com.br/noticias/redacao/2020/03/12/governo-controlar-precos-tabelar-mascara-alcool-gel-agua-coronavirus.amp.htm>>. Acesso em: 6 de jul. de 2020.

BITTAR, C.M.M.; BITTAR, M.R.P.C. **Uso do colostrômetro e do refratômetro para a avaliação da qualidade do colostro e da transferência de imunidade passiva**. Disponível em: <<https://www.milkpoint.com.br/colunas/carla-bittar/uso-do-colostrometro-e-do-refratometro-para-avaliacao-da-qualidade-do-colostro-e-da-transferencia-de-imunidade-passiva-89692n.aspx>>. Acesso em: 26 de jun. de 2020.

BORTOLINI, F.; SANT'ANNA, E.S.; TORRES, R.C. Comportamento das fermentações alcoólica e acética de sucos e kiwi (*Actinidia deliciosa*); Composição dos mostos e métodos de fermentação acética. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**. v.21 n.2, Campinas, 2001.



EXAME. **Preço do álcool gel subiu até 590%, diz Procon-SP.** Disponível em: <<https://exame.com/seu-dinheiro/preco-do-alcool-gel-subiu-ate-590-diz-procon-sp/>>. Acesso em: 6 de jul. de 2020

FERMENTEC NEWS. **O que é o óleo fúsel e impacto na usina.** Disponível em: <<http://fermentecnews.com.br/2019/06/04/o-que-e-o-oleo-fusel/>>. Acesso em: 26 de jun. de 2020.

ISENMANN, A. **Operações unitárias.** Timóteo, 2015 (Apostila).

LCQPq. - LABORATORIO DE CONTROLE DE QUALIDADE E PESQUISA LTDA. **Álcool Desinfetante.** Paraná. (Pdf de procedimento). Disponível em: <<http://www.lcqpq.com/downloads/alcool-desinfetante.pdf>>. Acesso em: 6 de jul. de 2020

LIMA, U.A. **Biotecnologia Industrial: Processos Fermentativos e Enzimáticos.** São Paulo: Edgard Blucher, 2001.

MANKIW, N.G. **Introdução à Economia.** 5ed. Norte Americana: Editora Cengage, 2009.

MARTINS, M.B.; SILVA, D.M. **Monitoramento da qualidade de concentradores de sólidos (Brix): Um estudo de caso.** Disponível em: <[http://www.unirv.edu.br/conteudos/fck_files/files/MONITORAMENTO%20DA%20QUALIDADE%20DE%20CONCENTRADORE%20S%20DE%20S%20C%20%20LIDOS%20\(BRIX\)%20UM%20ESTUDO%20DE%20CASO.pdf](http://www.unirv.edu.br/conteudos/fck_files/files/MONITORAMENTO%20DA%20QUALIDADE%20DE%20CONCENTRADORE%20S%20DE%20S%20C%20%20LIDOS%20(BRIX)%20UM%20ESTUDO%20DE%20CASO.pdf)>. Acesso em: 26 de jun. de 2020.

PILLING, S. **Prática 11 - Refratometria. Determinação do índice de refração de líquidos.** Disponível em: <https://www1.univap.br/spilling/FQE2/FQE2_EXP11_Refratometria.pdf>. Acessado em: 26 de jun. de 2020.

RIZZON, L.A.; MENEGUZZO, J.; Sistema de Produção de Destilado de Vinho. **Embrapa Uva e Vinho, Sistemas de Produção**, v.16, 2008.

SANTOS, F.; BOREM, A.; CALDAS, C. **Cana-de-Açúcar - Bioenergia, Açúcar e Etanol.** 2 ed. Minas Gerais: Editora Folha de Viçosa, 2012.

SEED - Secretaria de Estado da Educação do Paraná. **Qual é o papel dos micro-organismos na fermentação?** Disponível em <<http://www.quimica.seed.pr.gov.br/modules/conteudo/conteudo.php?conteudo=291>>. Acesso em: 26 de jun. de 2020.

SOUZA, A.P.M.; PATRICIO, D.C.R.; SOUZA, P.M.; FERRARINI, M.; OLIVEIRA, A.C.; FARIA, L.G. Comparativo de determinação do grau alcoólico entre densímetro de Gay Lussac e Título alcoométrico. In: Simpósio de Assistência Farmacêutica, 2, 2014, São Paulo. **Anais.** São Paulo: Centro Universitário São Camilo, 2014.

TEIXEIRA, S.; **Para produzir cachaça de qualidade, cabeça, coração e cauda.** Disponível em: <<https://www.cpt.com.br/cursos-agroindustria-biocombustivel/artigos/para-produzir-cacha-de-qualidade-cabeca-coracao-e-cauda>>. Acesso em: 26 de jun. de 2020.