EMPREGO DE UM NOVO POLARÍMETRO NO MONITORAMENTO DE PRODUÇÃO DE ÁLCOOL DE 2ª GERAÇÃO (2G)- VII SEMANA

Pedro Vinícius Costa Medeiros[1]
Monis Neves Baptista Emanuel[2]
Livia Paulia Dias Ribeiro[3]

RESUMO

Com o avanço das ciências e tecnologias, a biotecnologia tem obtido sucesso em países que utilizam de agentes biológicos para a produção em larga escala de materiais que possuem grande influência na economia do país, como o biocombustível por exemplo. Com o progresso instrumental, o surgimento de novas técnicas ecológicas, não destrutivas e com o mínimo de preparo de amostra possível vem tornando-se mais atrativas para a indústria por apresentarem rapidez e eficiência no processo de resultados. Tendo em vista estas condições, foi desenvolvido um dispositivo polarimétrico sem partes móveis, que emprega um novo método de determinação de rotação óptica aliado a um programa de computador que auxilia o equipamento a operar como um sacarímetro, obtendo resultados diretamente ligados a concentração de sacarose, em graus sacarimétricos (°Z). Assim, pretende-se utilizar o polarímetro com o objetivo de aumentar o rendimento na produção de bioetanol de 2ª geração como método de monitoramento e controle de biorreatores usando como fonte de produção celulose de diversos resíduos da agroindústria, como palha da carnaúba e bagaço de pedúnculo de caju.

Palavras-chave: Álcool 2G polarimetria rotação óptica .

UNILAB, ICEN, Discente, pedrovmedeiro@gmail.com[1]
UNILAB, ICEM, Discente, monismanuel94@gmail.com[2]
UNILAB, ICEM, Docente, liviapaulia@unilab.edu.br[3]

ISSN: 2447-6161

INTRODUÇÃO

Segundo a antropóloga e ensaísta Fátima Quintas, organizadora chefe do livro e projeto de nome Civilização do Açúcar(2007), acredita-se que a origem da cana-de-açúcar seja na região sudeste-asiática nas proximidades da Índia. Esta cobiçada especiaria que passou por terras como Gênova, Veneza, Espanha e Sicília teve contato com terras brasileiras por meio da colonização portuguesa , sendo trazida por meio de colonizadores através da Ilha da Madeira, mais conhecida como Madeira nos dias de hoje, famosa no século XV por ser a maior produtora de cana-de-açúcar do século XV (Quintas, 2017, p. 53). Com o avanço da colonização portuguesa e a criação das capitanias hereditárias, é criada Pernambuco, que em um curto período de tempo seria uma das mais importantes e lucrativas terras em posse lusitana. Além de sua localização litorânea, o que já caracteriza um ótimo e estratégico ponto, a terra de Pernambuco era ideal para o plantio da cana-de-açúcar possuindo condições geográficas (intensa radiação solar) e naturais (solo e clima) ideias para o plantio, favorecendo a sua exploração e aproveitamento nos engenhos por toda região, produzindo não só açúcar, como um dos maiores subprodutos da cana, o álcool, o que foi essencial para a ascensão portuguesa mundo à fora.

Atualmente, cinco séculos depois, ocupando o segundo lugar de maior produtor e consumidor de álcool etílico no mundo, perdendo somente para os EUA (UNEM, 2020) o Brasil é responsável por produzir cerca de 31,6 Bilhões de litros de etanol só no ano de 2019, segundo o site Agência Brasil e a Conab(companhia nacional de abastecimento) (2019) o etanol hidratado vendido em postos de abastecimento, chega a 18,9 bilhões de litros e o etanol anidro, usado na mistura com gasolina vendida em postos, chega a 10,5 bilhões de litros. Além disso, a região Centro-Oeste é a que mais usa cereais para a produção de etanol em território nacional, cerca de 1,27 bilhões de litros só no ano de 2019.

A produção em abundância de etanol possui uma equivalente geração de resíduos que possuem decomposição dificultosa causando danos ao meio ambiente por meio de acúmulo desses materiais (HerreraRuales e Arias-Zabala, 2014), tendo em vista estas problemáticas, foi desenvolvido técnicas que utilizam de fontes usualmente descartadas dos processos principais na produção de etanol, no entanto são ricas em celulose, hemicelulose e lignina que ao passarem por pré-tratamentos, etapas e processos químicos serão convertidas em biocombustíveis.

METODOLOGIA

1. Montagem do primeiro Polarímetro

O Polarímetro foi montado a partir de princípios da polarização de ondas eletromagnéticas (luz) usando o prisma de Wollaston, analisador birrefringente que divide a luz em feixes ortogonais, para a investigação de

ISSN: 2447-6161

substâncias opticamente ativas. O funcionamento do polarímetro é dado da seguinte maneira: a radiação da fonte de luz plano polarizada incide na amostra que deve possuir centro quiral, e ao interagir com a amostra a radiação sofre desvio do plano de polarização. Em seguida a radiação incide no prisma de Wollaston, que divide a radiação incidente em dois feixes de incidentes diferentes dependente do ângulo que a radiação incidiu em relação ao plano de polarização do cristal. Os dois feixes incidem em dois fotossensores, que transformam a intensidade de radiação em sinal analógico. O sinal analógico, em expresso em voltagem, é enviado a uma interface, placa de arduíno, que possui uma equação matemática para cálculo do ângulo de rotação do plano de polarização gerado pela amostra. O equipamento deve ser testado quando a obediência da relação da concentração da espécie oticamente ativa e ângulo de rotação sofrido pela amostra. Esta relação é dada pela Lei de Biot, que afirma que a rotação óptica é diretamente proporcional à concentração substância (Ribeiro, 2012).

● Teste do funcionamento do primeiro Polarímetro

O polarímetro foi avaliado quanto ao funcionamento com amostras que rotacionam o plano da luz para direita e também para amostras que rotacionam o plano da luz para esquerda. Para isso foram utilizados os açúcares, sacarose (rotacional o plano da luz para direita) e frutose (rotacional o plano da luz para esquerda), em diferentes níveis de concentração.

2. Aplicação em sistema de produção de álcool

Antes de levar o equipamento para aplicação de monitoramento real nos reatores, foram realizados testes de fermentação de açúcares com fermento biológico, para que possamos verificar alterações no teor de açúcares com tempo de fermentação.

3. Montagem do segundo Polarímetro sem partes móveis

O novo dispositivo terá a configuração dos componentes ópticos previstos. A fonte de radiação por um LED branco, lente colimadora plano-convexo, filme polarizador posicionado com plano de polarização vertical, cubeta da amostra de quartzo com 4 janelas, filme polarizador posicionado com plano de polarização horizontal à 90° da propagação da luz.O smartphone deve ser posicionado após o segundo polaróide, a 90° da cubeta para medição de espalhamento de luz. A distância deve ser determinada pela distância focal da câmera do aparelho. Nos primeiros experimentos realizados, as melhores imagens da cubeta foram obtidas com distância de 15 cm.A posição de 90° é justificada pela influência da fonte de radiação contínua que

ISSN: 2447-6161

permanece ligada durante todo experimento, o que iria prejudicar a sensibilidade da análise de imagem. Assim também a inconveniência do uso do filtro lock-in ao objetivo do novo dispositivo proposto: simples e de baixo custo. O princípio dessa técnica é baseado na Lei de Malus (HALIDAY; RESNICK e KRANE, 1996), a qual está relacionada ao comportamento da luz não polarizada quando ultrapassa dois dispositivos polarizadores, sendo o primeiro chamado de polarizador e o segundo de analisador.Quando a luz não polarizada ultrapassa o polarizador com plano de polarização linear, admite-se um comportamento de propagação de luz plano-polarizada, com intensidade Im. Quando essa a luz plano-polarizada, de intensidade Im, ultrapassa o analisador com plano de polarização linear, terá sua intensidade I em função quadrática do cosseno do ângulo de incidência em relação ao eixo de polarização do analisador. Define-se na Equação 1

$I = Im(Cos)^2$

Onde I é a intensidade de luz que deixa o analisador e Im a intensidade de luz oriunda da polarizador e (teta) o ângulo de incidência. Na situação de introduzir no meio do caminho óptico uma espécie opticamente ativa entre o polarizador e analisador, é verificado I diferente de zero, com intensidade em determinada pela Lei de Malus, sendo possível identificar a rotação óptica provocada pela atividade rotacional específica de cada espécie opticamente ativa. A atividade rotacional específica de cada espécie também está relacionada com a natureza da luz incidente. Quanto menor o comprimento de onda(ou seja, quanto mais energética) maior será a atividade rotacional da espécie. Os polarímetros que possuem fonte de radiação com menor comprimento de onda são mais sensíveis que os que usam comprimentos de onda maiores.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

● Teste do funcionamento do primeiro Polarímetro

O polarímetro foi avaliado quanto ao funcionamento com amostras que rotacionam o plano da luz para direita e também para amostras que rotacionam o plano da luz para esquerda. Para isso foram utilizados os açúcares, sacarose (rotacional o plano da luz para direita) e frutose (rotacional o plano da luz para esquerda), em diferentes níveis de concentração. Aplicação em sistema de produção de álcool Antes de levar o equipamento para aplicação de monitoramento real nos reatores, foi realizado testes de fermentação de açúcares com fermento biológico, para que possamos verificar alterações no teor de açúcares com tempo de fermentação. O funcionamento do polarímetro nos 3 comprimentos de ondas diferentes, com o uso de soluções de D-(-)-Frutose ($C_6H_{12}O_6$) 26%, 21%, 15,5%, 13%, 10,5%, 5%, 2,5% (m m-1), com rotação óptica para esquerda com valores negativos. Para o comprimento de onda vermelho (650 nm) teve como parâmetros da reta R2 = 0,9522 e equação Y = 0,2795X + 0,7337; para o comprimento de onda verde (532 nm) teve como parâmetros da reta R2 = 0;9831 e equação Y = 0,9101X + 0,9455 e para o comprimento de onda azul (405 nm) teve como parâmetros da reta R2 = 0,9927 e equação Y = 1,0727X + 0,8995. Os resultados de rotação óptica foram dependentes do comprimento de onda, como esperado, pois quanto menor o comprimento de onda maior é a rotação óptica sofrida, assim verificou-se que o comprimento de onda

ISSN: 2447-6161

vermelho teve menores variações de rotação, faixa de -0,26° a -1,74°, seguido do comprimento de onda verde, faixa de -0,08° a com máximo de rotação -6° e o comprimento de onda azul com máximo de rotação, faixa de 0° a -7,7°, sendo portanto o que possui o maior sensibilidade nas medidas.

O estudo com soluções de sacarose não apresentou boa linearidade, sendo necessário novo preparo de soluções, pois provavelmente ocorreu erro de preparo de soluções e a curva não apresentou bons parâmetros de ajuste. A simulação com reator com mistura de sacarose (100° Z = 26%, m m-1) e mais fermento biológico (1%, m v-1) foi realizado para verificar se o equipamento apresenta sensibilidade de medição de rotação óptica com o percurso de fermentação do açúcar. O equipamento apresenta o sistema reacional de fermentação usando um erlenmeyer como recipiente. Na amostra de simulação foram feitas leituras depois de 4 horas de fermentação, depois filtrado 2 vezes para retirada de todo particulado. A rotação óptica foi de aproximadamente -2°. Essa rotação negativa não esperada, pois a solução inicial é açúcar que tem rotação óptica positiva. Ainda é preciso compreender com mais detalhes o processo de fermentação de dissacarídeos, nas suas diferentes fases. Provavelmente, na fermentação o dissacarídeo sacarose (molécula de glicose + molécula de frutose) tenha sido quebrada liberando os monossacarídeo glicose e frutose na mesma proporção. Como a rotação óptica específica da frutose é maior que a da glicose, a rotação óptica da solução resultante tenha sido negativa, sendo maior para a direção esquerda. Verificação da lei de Malus no segundo polarímetro sem partes móveis A verificação da obediência da lei de Malus foi realizada com um conjunto de 5 soluções com concentrações de 0 g 100mL-1, 5 g 100mL-1, 7,5 g 100mL-1, 10 g 100mL-1, 15 g 100mL-1, coloridas por corante alimentício verde, conforme previsto. Imagens analisadas utilizando o aplicativo PhotoMetrix®, adquirido gratuitamente na Google Play store, usando ferramenta multivariada PLS, foi obtido qualidade da regressão linear, R2 = 0,9989, mostrou-se promissor e com bom funcionamento do novo dispositivo, o qual foi sensível à variação de luz na câmera do smartphone mesmo as amostras possuindo a mesma coloração verde, sem alteração de tons.

CONCLUSÕES

Apesar do estudo com soluções de sacarose não apresentaram boa linearidade, sendo necessário novo preparo de soluções, pois provavelmente ocorreu erro de preparo de soluções e a curva não apresentou bons parâmetros de ajuste. Todos os experimentos feitos em ambos os polarímetros apresentaram ótimos resultados em diferentes situações e medidas, exibindo uma ótima reprodutibilidade em testes iniciais, deixado boas impressões e mostrando-se promissores em que se propõe.

AGRADECIMENTOS

Meus sinceros agradecimentos à minha orientadora, Lívia Ribeiro, ao Instituto Nacional de Tecnologias Analíticas Avançadas- INCTAA, ao PIBIC pelo apoio, ao Núcleo Avançado de Tecnologias Analíticas- NATA e a

ISSN: 2447-6161

VII Semana Universitária.

REFERÊNCIAS

CARLIN, N. et al. Birrefringência em placas de onda e atividade óptica de uma soluçao de açúcar. Revista Brasileira

de Ensino de Física, v. 27, n. 3, p. 349-355, 2005.

HALLIDAY, David; RESNICK, Robert; KRANE, K. Física I. 4a edição. Rio de Janeiro: LTC, 1996.

HERRERA-RUALES, Frank Carlos; ARIAS-ZABALA, Mario. Bioethanol production by fermentation of hemicellulosic hydrolysates of african palm residues using an adapted strain of Scheffersomyces stipitis. Dyna, v. 81, n. 185, p. 204-210, 2014.

MARQUES, Maria Nogueira et al . Avaliação do impacto da agricultura em áreas de proteção ambiental, pertencentes à bacia hidrográfica do rio ribeira de iguape, São Paulo. Quím. Nova, São Paulo , v. 30, n. 5, p. 1171-1178, Oct. 2007 . Available from <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0100-40422007000500023&lng=en&nrm=iso>

RIBEIRO, Lívia Paulia Dias et al. Espectropolarimetria e polarimetria baseadas em cristais birrefringentes para as regiões espectrais do visível e infravermelho próximo. 2012.

RODRIGUES, Sandra Cristina Antunes. Modelo de regressão linear e suas aplicações. 2012. Tese de Doutorado. Universidade da Beira Interior.

QUINTAS, Fátima. A civilização do açúcar. Fundaçao Gilberto Freyre, 2007.

UNEM, A hegemonia do etanol. Disponível em <http://etanoldemilho.com.br/2020/02/03/a-hegemonia-do-etanol/>

ISSN: 2447-6161