



**EDIÇÃO 2023 – RESUMO EXPANDIDO**

## **RESÍDUOS DE BANANA E PRODUÇÃO DE BIOETANOL**

### ***BANANA WASTE AND BIOETHANOL PRODUCTION***

Marcos Samuel Alves<sup>I</sup>  
Julio César de Souza<sup>II</sup>  
Mariana Carina Frigieri<sup>III</sup>

#### **RESUMO**

O Brasil é um dos maiores produtores de frutas tropicais do mundo, com relação a banana ocupa o quarto lugar em produtividade mundial. Em decorrência disto, é apto formar enormes dimensões de resíduos agroindustriais, os quais nem sempre encontram destinos adequados. Diante da preocupação energética e ambiental surge a proposta da utilização dos resíduos com a finalidade otimizar a produção de bioetanol através da fermentação, sendo necessário para isso adaptações no processo como a hidrólise do material lignocelulósico e a utilização de microrganismos específicos. Desta forma, o presente estudo procurou verificar dados atualizados de aproveitamento dos resíduos de bananas para a produção de bioetanol, levando em consideração o dueto: produção energética e sustentabilidade. Com a realização do estudo foi possível verificar o potencial brasileiro em otimizar a produção energética com a incorporação de resíduos de banana no processo de obtenção do bioetanol, por ser um dos maiores produtores do vegetal e possibilidade de adaptação técnica do processo.

**Palavras-chave:** *Musa* spp. Biocombustíveis. Fermentação. Resíduo agroindustrial.

#### **ABSTRACT**

Brazil is one of the largest producers of tropical fruits in the world, with regard to bananas, it ranks fourth in world productivity. As a result, it is likely that enormous amounts of agro-industrial waste are formed, which do not always find suitable destinations. Faced with energy and environmental concerns, a proposal arises to use waste to optimize the production of bioethanol through fermentation, requiring adaptations in the process such as the hydrolysis of lignocellulosic material and the use of specific microorganisms. In this way, the present study checks to verify updated data on the use of banana residues to produce bioethanol, taking into account the due: energy production and sustainability. With the completion of the study, it was possible to verify the Brazilian potential in optimizing energy production with the incorporation of banana waste in the process of obtaining bioethanol, as it is one of the largest producers of vegetables and the possibility of technical adaptation of the process.

**Keywords:** *Musa* spp. Biofuels. Fermentation. Agroindustrial waste.

<sup>I</sup>Tecnólogo em Biocombustíveis pela Fatec Nilo De Stéfani - Jaboticabal. E-mail: arcos.Samuel3007@gmail.com

<sup>II</sup> Professor da Fatec Nilo De Stéfani - Jaboticabal. E-mail: julio.souza27@fatec.sp.gov.br

<sup>III</sup> Profa. Dra. Fatec Nilo De Stéfani - Jaboticabal. E-mail: mariana.salaro01@fatec.sp.gov.br



## EDIÇÃO 2023 – RESUMO EXPANDIDO

**Área:** Biocombustíveis e Química

Data de submissão: 31/08/2023.

Data de aprovação: 25/10/2023.

### 1 INTRODUÇÃO

O Brasil é um dos maiores produtores de frutas tropicais do mundo, com evidência a banana. Em decorrência disto, é apto formar enormes dimensões de resíduos agroindustriais que podem ser hidrolisadas e com a finalidade otimizar a produção de novos produtos.

A prática de reaproveitamento de materiais residuais vem se tornando cada vez mais necessária na atualidade, diante da preocupação ambiental como consumo de recursos naturais, resíduos gerados e energia utilizadas.

No Brasil o fruto é muito apreciado e consumido de diversas formas, gerando resíduos, ou melhor, subprodutos que muitas vezes são subutilizados ou mesmo descartados.

A planta da bananeira não tem utilidade após a colheita do fruto, mas tem sido relatado potencial usos em diversas áreas como: obtenção de bioetanol, proteína levedura, celulase, ácido cítrico, ácido láctico, amilase, cosméticos, fibra, biofilme, papel, bioplástico, bioeletricidade, produtos farmacêuticos, biomédicos e de bioengenharia, biossorvente para tratamento de água pela remoção de nitritos da água potável, antifúngicos e antibióticos entre outros (RANA, *et al.*, 2018).

Técnicas de produção de bioetanol tem sido adaptada para que resíduos lignocelulósicos possam ser utilizados através de um processo prévio de trituração e hidrólise, conhecido como produção bioetanol de segunda geração, conhecido como 2G (GUERRERO *et al.*, 2018).

Desta forma, o presente estudo procurou verificar dados atualizados de aproveitamento dos resíduos de bananas para a produção de bioetanol, levando em consideração o dueto: produção energética e sustentabilidade.

### 2 A BANANA

A banana (*Musa spp.*) é uma das frutas mais populares e apreciadas mundialmente dispondo até um dia especial, 22 de setembro, comemorado como Dia Mundial da Banana (Miranda, 2022).

A Índia é o maior produtor mundial de bananas, seguida pela China, Indonésia e Brasil (Albuquerque, 2022). O Brasil possui mais de 465 mil hectares de área plantada, abastecendo o mercado interno e externo, sendo que os principais estados exportadores nos anos de 2021, 2022 e 2023 foram Santa Catarina (49%), Ceará (21%), Rio Grande do Sul (14%) e Rio Grande do Norte (7%), e os principais compradores Uruguai (40%), Argentina (39%), Países Baixos (8,52%) e Polônia (3%) de acordo com CONAB (2023).

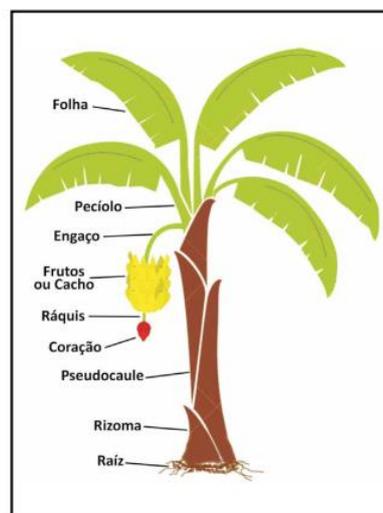
Na Figura 1 é possível verificar um detalhamento da bananeira

## EDIÇÃO 2023 – RESUMO EXPANDIDO

**Figura 1 - Bananeira: Planta e Esquema dos constituintes.**



Fonte: Arquivo próprio (2023)



Fonte: Nomura *et al.* (2020)

### 2.1 Resíduos de banana e produção de bioetanol

Diversos autores procuram estudar a geração de bioetanol a partir de resíduos da banana. Assim, a partir de um levantamento de estudos recentes sobre o tema foi gerado um quadro com as principais informações levantadas (quadro 1).

**Quadro 1- Estudos envolvendo resíduos de banana e produção de bioetanol**

| Resíduo utilizado          | Procedimento realizado  | Microrganismos utilizados   | Conclusão  | Referência                         |
|----------------------------|---|---|--|------------------------------------|
| Rejeitos de bananas verdes | Hidrólise endoenzimática, recuperação do açúcar e fermentação     | Levedura comercial  | O processo é promissor, no entanto deve ser melhorado, para torná-lo competitivo com os rendimentos obtidos com a cana   | Guevara-Bravo <i>et al.</i> , 2015 |
| Pseudocaulo                | Pré tratamento Hidrólise ácida, sacarificação e fermentação       | <i>Saccharomyces cerevisiae</i> ATCC 26603 e <i>Pachysolen tannophilus</i> ATCC 32691 | O aquecimento prévio do caldo hidrolisado aumentou o rendimento. <i>S. cerevisiae</i> apresentou produtividade superior à obtida por <i>P. tannophilus</i>             | Just <i>et al.</i> , 2015          |
| Pseudocaulo e ráquis       | Pré tratamento, hidrólise enzimática, sacarificação e fermentação | <i>Saccharomyces cerevisiae</i> Ethanol Red (Fermentis, France)                       | Produção de etanol com alta carga de sólidos, baixa dosagem de enzimas, baixo inóculo de levedura, sem suplementação de sais minerais e máxima produtividade de etanol | Guerrero <i>et al.</i> , 2018      |
| Polpa e cascas             | Trituração e fermentação  | <i>Saccharomyces cerevisiae</i>   | Possibilidade de produção de bioetanol a partir da fermentação do resíduo da banana  | Santos <i>et al.</i> , 2018        |



## EDIÇÃO 2023 – RESUMO EXPANDIDO

|                |  |                                 |   |                                 |
|----------------|--|---------------------------------|---|---------------------------------|
| Cascas         | Pré tratamento, hidrólise ácida                            |                                 | Viabilidade na utilização de casca da banana para produzir bioetanol  | Moura <i>et al.</i> , 2020      |
| Folhas         | Hidrólise química e enzimática sacarificação e fermentação | <i>Saccharomyces cerevisiae</i> | Resíduos de folhas de bananeira poderiam ser uma matéria-prima promissora para a produção de bioetanol  | Suhag <i>et al.</i> , 2020      |
| Polpa e Cascas | Pré tratamento, hidrólise ácida e fermentação              | <i>Saccharomyces cerevisiae</i> | Para cada litro de bioetanol são necessários 6kg, 11kg e 13kg de polpa de banana, casca de banana verde e casca de banana madura, respectivamente | Nascimento <i>et al.</i> , 2022 |
| Cascas         | Pré tratamento alcalino, hidrólise ácida e fermentação     | <i>Saccharomyces cerevisiae</i> | Potencial para produção de bioetanol, porém recomenda alterações no pré-tratamento e possibilidade de co-culturas na fermentação                  | Silva, 2022                     |
| Cascas         | Pré tratamento, hidrólise alcalina e ácida e fermentação   | <i>Saccharomyces cerevisiae</i> | O rendimento de etanol por unidade de massa de casca de banana foi de 53%.  | Hernandez <i>et al.</i> , 2023  |

Fonte: elaborado pelos autores (2023)

## 5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Com a realização do estudo foi possível verificar o potencial brasileiro em otimizar a produção energética com a incorporação de resíduos de banana no processo de obtenção do bioetanol, por ser um dos maiores produtores do vegetal e possibilidade de adaptação técnica do processo.

## REFERÊNCIAS

ALBUQUERQUE, Dominic. **Os 10 países que mais produzem bananas**. 2022. Disponível em: <https://socientifica.com.br/paises-que-mais-produzem-bananas/>. Acesso em: 28 ago. 2023.

CONAB. Companhia Nacional de Abastecimento. **Boletim Hortigranjeiro** 2023. Brasília, DF, v. 9, n. 8, agosto 2023.

GUERRERO, A. B.; BALLESTEROS, I.; BALLESTEROS, M. The potential of agricultural banana waste for bioethanol production. **Fuel**, v. 213, p. 176-185, 2018.

GUEVARA-BRAVO, C. A.; ARENAS, H. A.; PELÁEZ-JARAMILLO, C. A. ENDO-HIDRÓLISE ENZIMÁTICA E PRODUÇÃO DE ETANOL DE BANANA DE REJEIÇÃO. **Biotechnology en el Sector Agropecuario y Agroindustrial**, v. 13, n. 2, p. 76-85, 2015.



## EDIÇÃO 2023 – RESUMO EXPANDIDO

HERNANDEZ, M. M. P.; BAUTISTA, L. G. L.; NIETO, D. T. Elaboración de Etanol industrial de cáscara de banana (Musa paradisiaca): Elaboración de Etanol industrial de cáscara de banana (Musa paradisiaca). **Tekhné**, v. 26, n. 2, p. 13-21, 2023.

JUST, L. P.; Liebl, G. F.; Montagnoli, M. S.; Marangoni, C.; Sellin, N.; Souza, O. Produção de bioetanol de pseudocaule de bananeira por diferentes espécies de micro-organismos. **IV Simpósio Internacional sobre Gerenciamento de Resíduos Agropecuários e Agroindustriais, Rio de Janeiro, RJ, Brasil**, v. 5.

MIRANDA, Ricardo. **Dia mundial da banana: Brasil é o 4º maior produtor da fruta**. 2022. Disponível em: <https://uaiagro.com.br/dia-mundial-da-banana-brasil-e-o-4o-maior-produtor-da-fruta/>. Acesso em: 28 ago. 2023.

MOURA, I. A. A.; DANTAS, J.; CAVALCANTI, I. L. R.; DE LIMA, M. M.; SILVA, M. C. D. Biomassa proveniente da casca da banana *Musa sapientum*: pré-tratamento e hidrólise ácida para análise da viabilidade na produção de bioetanol. **Brazilian Journal of Development**, v. 6, n. 1, p. 1975-1987, 2020.

NASCIMENTO, Sérgio Manuel Génio De. **Produção de bioetanol de segunda geração a partir da Biomassa lignocelulósica-casca e polpa de Banana**. 2022. Trabalho de licenciatura (Engenharia Química) – Faculdade de Engenharia. Universidade Eduardo Mondlane. Maputo, 2023.

NOMURA, Edson Shigueaki et al. Cultivo da Bananeira. Campinas, CDRS (Manual Técnico, 82). 2020.

RANA, G. K.; Singh, Y.; Mishra, S. P.; Rahangdale, H. K. Potential use of banana and its by-products: A review. **Int. J. Curr. Microbiol. App. Sci**, v. 7, n. 6, p. 1827-1832, 2018.

SANTOS, A.S.; PEREIRA, A.F.; ANDRADE, S.S.; PEDRO, J.S.; SILVA, J.M.; PEREIRA, C.S.S. Avaliação do teor alcoólico e subprodutos obtidos no processo de fermentação do resíduo de banana. In: **XXII Congresso Brasileiro de Engenharia Química**. São Paulo: USP, 2018.

SILVA, P. H. P. **Processo de produção de bioetanol de segunda geração a partir de resíduos da agroindústria da banana**. 2022. Trabalho de Graduação (Engenharia Química) – Escola de Engenharia. Universidade Federal Fluminense. Niterói, 2022.

SUHAG, M.; KUMAR, A.; SINGH, J. Saccharification and fermentation of pretreated banana leaf waste for ethanol production. **SN Applied Sciences**, v. 2, p. 1-9, 2020.