

**CENTRO ESTADUAL DE EDUCAÇÃO TECNOLÓGICA PAULA  
SOUZA**

**ESCOLA TÉCNICA ESTADUAL DE CIDADE TIRADENTES**

**Técnico em química**

**Edvaldo Tavares de Freitas  
Erick Gabriel Santos da Silva  
Kleber Souza da Cunha  
Luan Leandro Rosa**

**REVISÃO DA OBTENÇÃO DO ETANOL ATRAVÉS DAS  
CASCAS E POLPA DA BANANA**

**São Paulo**

**2020**

**Edvaldo Tavares de Freitas**  
**Erick Gabriel Santos da Silva**  
**Kleber Souza da Cunha**  
**Luan Leandro Rosa**

## **REVISÃO DA OBTENÇÃO DO ETANOL ATRAVÉS DAS CASCAS E POLPA DA BANANA**

Trabalho de conclusão de curso apresentado ao curso técnico em Química da ETEC Cidade Tiradentes orientado pelos professores Marcone Cruz Santos e Patrícia Vernizzi como requisito parcial para obtenção do título de técnico em Química.

**São Paulo**  
**2020**

Agradecemos aos professores pelo aprendizado passado para nós, pelo tempo que passou pensando em sempre trazer a excelência nos seus conhecimentos transmitidos e pelo cuidado de sempre nos apoiar para sempre seguir rumo ao nosso melhor.

Agradecemos aos caros amigos pelos anos que passamos juntos aprendendo e nos conhecendo sempre um ao outro.

*“Sofremos muito com o pouco que nos falta e gozamos pouco o muito que temos.”*

*William Shakespeare*

## RESUMO

A necessidade energética e a busca por formas de reduzir poluição gerada por gases causadores do efeito estufa são um dos temas mais comentados. Nota-se um crescente estudo sobre possíveis soluções em torno do assunto. Com intuito de minimizar esse problema, que a produção de etanol, além de contribuir para suprir a necessidade energética e para o bom funcionamento da sociedade, também é uma boa opção renovável, garantindo assim uma produção de biocombustível. O presente trabalho tem como objetivo realizar um estudo de revisão sobre produção de etanol através da polpa e cascas da banana. .A utilização das cascas e da polpa da banana são fontes de biomassa viável para produção de etanol de acordo com a pesquisa bibliográfica realizada em duas metodologias e comparando os resultados obtidos, o segundo método mostrou-se ser o mais eficaz com 73mL de etanol em 500mL de mosto fermentado, provando em ser uma boa fonte alternativa para produção de etanol com resultados satisfatórios para produção.

Palavras-chave: Poluição. Biocombustível. Etanol.

## **ABSTRACT**

The energy need and the search for ways to reduce pollution generated by greenhouse gases are one of the most talked about topics. There is a growing study on possible solutions in the topic of the subject. In order to reduce this problem, that ethanol production, in addition to contributing to supply the need for energy and the good performance of society, is also a good renewable option, it reduces the production of biofuel. The present work aims to conduct a review study on ethanol production through banana pulp and peel. The use of banana peel and pulp are viable sources of biomass for ethanol production according to a bibliographic research carried out in two methodologies and comparing the results obtained, or the second method shown as the most effective with 73mL of ethanol in 500mL of fermented, proving to be a good alternative source for ethanol production with satisfactory results for production.

Keywords: Pollution. Biofuel. Ethanol.

## SUMÁRIO

|              |   |           |
|--------------|---|-----------|
| <b>1</b>     | <b>INTRODUÇÃO</b>   | <b>7</b>  |
| <b>2</b>     | <b>OBJETIVO GERAL</b>                                       | <b>9</b>  |
| <b>3</b>     | <b>PRODUÇÃO DE ETANOL</b>                                   | <b>10</b> |
| <b>3.1</b>   | <b>Etanol de primeira geração</b>                           | <b>10</b> |
| <b>3.1.1</b> | <b>Processo de obtenção de etanol de primeira geração</b>   | <b>10</b> |
| <b>3.2</b>   | <b>Etanol de segunda geração</b>                            | <b>12</b> |
| <b>3.2.1</b> | <b>Processo de obtenção do etanol de segunda geração</b>    | <b>12</b> |
| <b>4</b>     | <b>BANANA (MUSA SPP.)</b>                                   | <b>14</b> |
| <b>4.1</b>   | <b>Propriedades físico-química da banana prata e nanica</b> | <b>14</b> |
| <b>4.1.1</b> | <b>Propriedades físicas da Banana Prata</b>                 | <b>14</b> |
| <b>4.1.2</b> | <b>Propriedades físicas da Banana Nanica</b>                | <b>15</b> |
| <b>4.1.3</b> | <b>Características química da Banana Prata e Nanica</b>     | <b>15</b> |
| <b>4.2</b>   | <b>Resíduos da bananicultura</b>                            | <b>15</b> |
| <b>5</b>     | <b>LEVEDURAS E BACTÉRIAS DA FERMENTAÇÃO ALCOÓLICA</b>       | <b>17</b> |
| <b>5.1</b>   | <b>Saccharomyces Cerevisiae</b>                             | <b>17</b> |
| <b>5.2</b>   | <b>Zymomonas mobilis</b>                                    | <b>17</b> |
| <b>6</b>     | <b>PRINCIPAIS ESTUDOS SOBRE A OBTENÇÃO DO ETANOL</b>        | <b>18</b> |
| <b>6.1</b>   | <b>Primeiro método</b>                                      | <b>18</b> |
| <b>6.2</b>   | <b>Segundo método</b>                                       | <b>19</b> |
| <b>7</b>     | <b>CONCLUSÃO</b>  | <b>21</b> |
|              | <b>REFERÊNCIAS BIBLIOGRAFICAS</b>                           | <b>22</b> |

## 1 INTRODUÇÃO

O crescimento da necessidade dos combustíveis e a grande preocupação com minimização dos impactos ambientais vêm incentivando, cada vez mais, o uso de alternativas renováveis no meio. Diante disso, os biocombustíveis têm se tornado um grande aliado na substituição dos combustíveis convencionais, como gasolina e diesel, que são grandes causadores do efeito estufa com a emissão de seus gases decorrentes da combustão (LEOBET, 2016).

O etanol é subdividido em duas categorias: etanol de primeira e segunda geração. O etanol de primeira geração é um processo de fermentação da cana de açúcar muito utilizado no Brasil. O etanol de segunda geração é uma alternativa para o uso energético da biomassa apresentando vantagens ambientais e econômicas por ser produzido através de resíduos vegetais, tais como bagaços, palhas, resíduos ligno-celulósicos, oriundos das usinas de etanol de 1ª geração (SOARES et al., 2009).

O etanol é produzido por um processo denominado fermentação alcoólica, no qual os açúcares, tais como a glicose, frutose e sacarose, são convertidos a etanol por ação anaeróbica de leveduras do gênero *Saccharomyces cerevisiae* (CARLI, 2011).

No Brasil, predomina-se a cultura da cana de açúcar para a produção de etanol e açúcar com o elevado rendimento de conversão e é chamado de etanol de primeira geração, mas a busca de outras matérias-primas para a produção de etanol é importante para incrementar sua produção (SOARES et al., 2009).

O presente estudo objetiva avaliar o mosto e polpa da casca da banana como fonte produtora de etanol, buscando na literatura qual é o melhor método e os melhores resultados para diminuir a resíduos no meio ambiente.

A banana é uma fruta cultivada em muitos países das regiões tropicais e subtropicais do planeta. A Índia é o principal produtor da fruta, seguida do Brasil, cuja exportação é menos de 1% da produção nacional, o que representa uma participação muito pequena no mercado mundial (LEOBET, 2016). Devido ao grande consumo, gera-se um grande rejeito e este rejeito pode ser utilizado para alimentação suína, fabricação de ração para gado, adubo, produção de biogás (FERNANDES, 2011).

Estudos foram realizados para observar o comportamento da casca e da polpa da banana e verificar a sua viabilidade para a produção do etanol.



Considerando-se a necessidade de diminuir o impacto causado pela redução do etanol e conseqüente alta nos preços gerados pela entressafra da cana-de-açúcar, a produção de etanol através da casca da banana torna-se uma possível solução a ser apresentada nesse estudo, garantindo-lhe grande importância científica, social e econômica (SOARES et al., 2009).

## **2 OBJETIVO GERAL**

Estudar os principais métodos de obtenção de etanol a partir das cascas e da polpa da banana e fazer uma análise comparativa em termos de rendimento.

### **3 PRODUÇÃO DE ETANOL**

O etanol tem sido considerado uma alternativa para diminuir problemas ambientais, tais como emissões de gases CO e CO<sub>2</sub>, e problemas energéticos em razão da escassez e alta do combustível fóssil (petróleo). O etanol de primeira geração é o sistema mais comum em que o etanol é produzido, oriundo da cana de açúcar. O etanol de segunda geração é produzido a partir de engaços de cana de açúcar, milho, soja e outros, reaproveitando materiais ligno-celulosicos que geralmente iriam para o descarte (PACHECO, 2011).

#### **3.1 Etanol de primeira geração**

Segundo Pacheco (2011), nas usinas brasileiras de etanol, o método mais comum é a fermentação alcoólica do caldo de cana, por este ter uma concentração de açúcares elevados, fácil manuseio, baixa contaminação e alto rendimento no produto.

Comparado ao método utilizado nos EUA, o etanol de primeira geração produzido no Brasil tem o custo de produção de US\$0,22/L, contra US\$0,35/L produzidos nos EUA a partir do milho.

Ainda mediante Pacheco (2011), as tecnologias aplicadas a este método vem se reinventando, com o intuito de diminuir ainda mais os custos e aumentar os rendimentos, acredita-se que o Brasil será um supridor mundialmente de etanol combustível e de tecnologias modernas para fornecimento de destilarias em outros países do mundo. Especialistas alertam que ganhos de eficiência na produção do etanol serão fatores preponderantes para competitividade em mercados.

##### **3.1.1 Processo de obtenção de etanol de primeira geração**

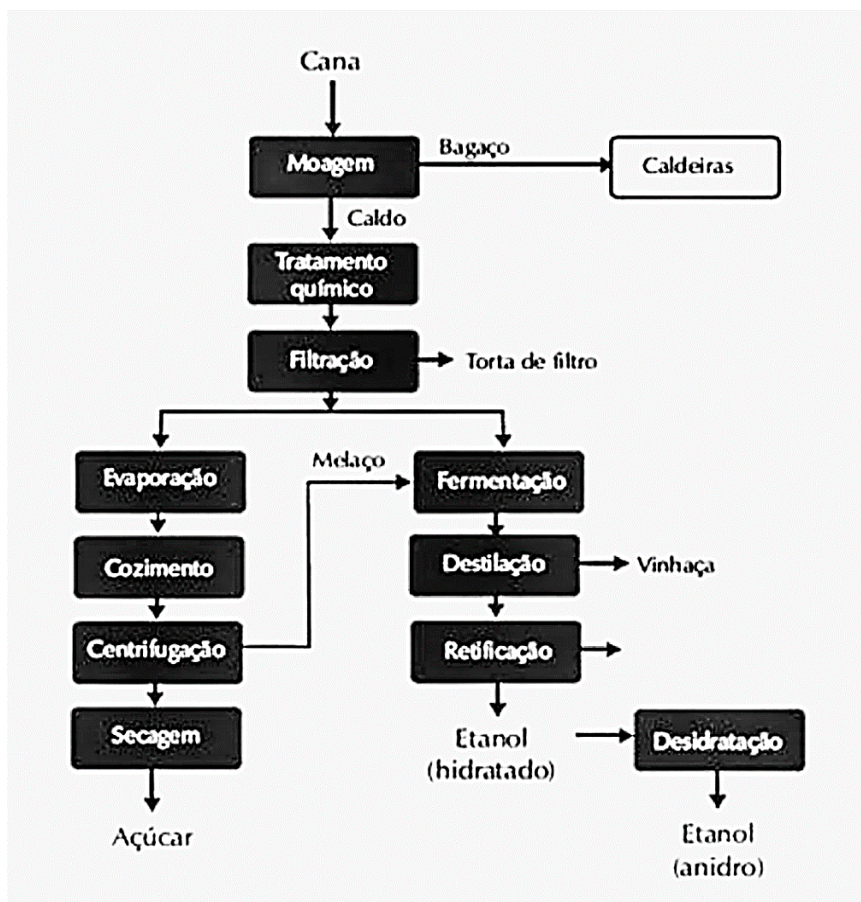
Medeiros (2019) afirma que após a cana de açúcar ser colhida e cortada, ela é transportada rapidamente para usina, no qual a cana passa por um processo de lavagem com a finalidade de retirar impurezas superficiais e posteriormente para o processo de extração do caldo, que é feita por uma moenda (conjunto de rolos para moagem). Após a obtenção do caldo contendo a sacarose, ele é separado por filtração

do bagaço. O bagaço obtido é utilizado para o abastecimento de combustível para caldeiras afim de gerar vapor, que é utilizado como combustível para todo o processo produtivo (MEDEIROS, 2019).

O caldo extraído é submetido a um tratamento químico, que ao estar completamente puro é transferido para as dornas de fermentação. O tempo de fermentação dura de 6 a 8 horas e o teor médio de álcool nestas dornas após a fermentação é de 7% a 10%, no qual a mistura recebe o nome de vinho fermentado.

O vinho fermentado é aquecido em colunas de destilação, no qual ocorre a separação do etanol hidratado da vinhaça, ele é retirado em uma proporção aproximada de 13 litros para cada litro de álcool produzido. A vinhaça é constituída principalmente de água, sais sólidos em suspensão e solúveis, e é utilizada como fertilizante (MEDEIROS, 2019). Segue abaixo a figura demonstrando o fluxograma do processo.

**Figura 1:** Fluxograma do processo de obtenção do etanol de primeira geração.



Fonte: Medeiros (2019, p. 14).

### **3.2 Etanol de segunda geração**

Conforme Pacheco (2011), o etanol de segunda geração tem como intuito expandir a produção de etanol e reaproveitar os bagaços de cana, entretanto este processo não depende de açúcar ou amido, mas de fibras que não podem ser digeridas pelos fermentos tradicionais. Dois terços da biomassa, no caso da cana, não são aproveitados para a conversão para etanol.

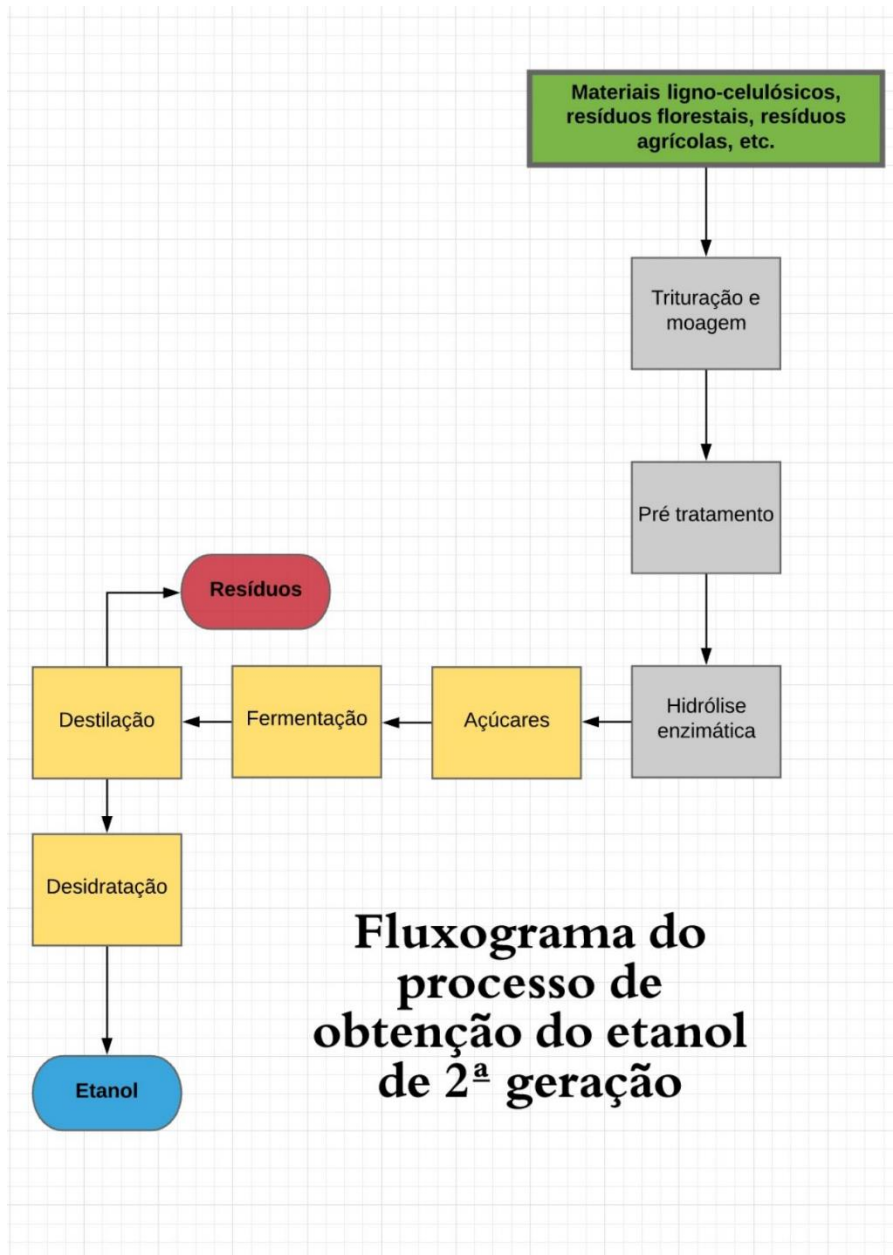
Especialistas, nas últimas décadas desenvolveram alguns conjuntos de tecnologias denominadas “hidrólise”, que permitiram converter a fibra (materiais ligno-celulósicos) em etanol. Essas tecnologias permitiram aumento, em princípio, da produção de etanol de cana em 200%, devido ao aproveitamento do bagaço e da palha. Também, em princípio, seria possível aproveitar qualquer cultura ou rejeito vegetal (PACHECO, 2011).

#### **3.2.1 Processo de obtenção do etanol de segunda geração**

O bagaço e palhas resultantes da produção de etanol de 1ª geração e o açúcar são triturados e transferidos para o pré-tratamento, que nesse caso é aquele que não desestrutura a celulose e a lignina.

A celulose é então hidrolisada e em seguida fermentada. Esta hidrólise é feita pela ação de enzimas, produzindo glicose (hidrólise enzimática). A glicose obtida no processo de hidrólise é fermentada segundo procedimento usual da produção de etanol de primeira geração (PACHECO, 2011). A figura 2 retrata o fluxograma do processo descrito acima.

**Figura 2:** Fluxograma do processo de obtenção do etanol de segunda geração.



Fonte: Adaptado de Pedro (2013, p. 6).

Os EUA têm um projeto que pretende substituir 30% de seu consumo de gasolina por etanol derivado da hidrólise de refugo vegetal e florestal, que, atualmente, são dispostos como lixo (LEITE; CORTEZ, 2008).

## **4 BANANA (MUSA SPP.)**

A banana (*musa spp*) é considerada mundialmente um alimento importante, por razão da sua composição química, vitaminas e minerais, principalmente potássio (K), sendo a fruta mais consumida, e isso se dá tanto pela sua versatilidade em termos de modalidades de uso quanto pelos seus sabores, aromas, higiene e facilidade de consumo *in natura* (DONATO et al., 2006).

Os principais países produtores são: Índia, Brasil, China, Equador e Filipinas, representando 58% da produção mundial de banana (DERLI, 2017). Embora exista uma variedade de espécies de banana no Brasil, quando tratamos de consumo, produtividade, tolerância a pragas, porte adequado resistência ao calor e seca, destacam-se as espécies Prata, Pacovan, Prata-Anã, Maçã, Mysore, Nanica, Nanicão, Grande Naine, e as do tipo Terra (MATSUURA; COSTA; FOLEGATTI, 2004).

As duas espécies de banana mais consumidas hoje no Brasil são as do tipo Prata e nanica (EMBRAPA, 2012).

### **4.1 Propriedades físico-química da banana prata e nanica**

As espécies de banana prata e nanica são alimentos energéticos, compostos basicamente de água e carboidratos de fácil absorção. Contém pouca proteína e lipídios. Há predominância de vitamina C, vitamina A, vitaminas do complexo B, vitaminas D e E, e uma quantidade maior de potássio (K), fósforo (P), cálcio (Ca) e ferro (Fe) do que os encontrados na laranja e maçã (EULEUTERIO et al., 2010).

Segundo Souza et al. (2013), os principais açúcares encontrados na polpa da banana madura são glicose, frutose e sacarose.

#### **4.1.1 Propriedades físicas da Banana Prata**

Bananeira verde clara e de porte alto, fruto de tamanho médio (10 a 13cm) extremidades lisas, com casca muito fina, cor amarelo-ouro (SEBRAE/ESPM, 2008).

#### 4.1.2 Propriedades físicas da Banana Nanica

Bananeira de caule grosso e de porte pequeno, fruto grande (14 a 26cm), um pouco curvo, casca fina e sensível ao manuseio (SEBRAE/ESPM, 2008).

#### 4.1.3 Características química da Banana Prata e Nanica

As características químicas das espécies de banana prata e nanica seguem na tabela abaixo.

**Tabela 1:** Características químicas da banana prata e nanica.

| <b>Características</b> | <b>B. Prata</b> | <b>B. Nanica</b> |
|------------------------|-----------------|------------------|
| pH                     | 5,40            | 5,55             |
| Umidade                | 71,9            | 73,8             |
| A. Totais (%)          | 0,37            | 0,44             |
| Amido (%)              | 29,68           | 31,52            |
| S.S. (° brix)          | 3,16            | 2,71             |
| A.T. (% ác.mal.)       | 0,14            | 0,19             |
| K (g)                  | 0,03            | 0,026            |
| Ca (mg)                | 0,01            | 0,02             |
| Fe (mg)                | 0,6             | 1,00             |
| Vit. A (U.I.)          | 127             | 127              |
| Vit. B1 (mg)           | 0,79            | 0,37             |
| Vit. B2 (mg)           | 0,9             | 0,78             |
| Vit. C (mg)            | 17,3            | 4,1              |

Fonte: SEBRAE/ESPM (2008); Souza et al. (2013) e Sousa (2012).

#### 4.2 Resíduos da bananicultura

De acordo com dados levantados de uma empresa de alimentos do município de Garuva, um dos maiores produtores de banana nanica na região nordeste do estado de Santa Catarina, para cada tonelada de frutos colhidos, aproximadamente 3 toneladas de pseudocaule, 160kg de engaços, 480kg de folhas e 440kg de cascas



são gerados e cerca de 100kg do fruto são rejeitados (SOUZA et al., 2010). Uma fração destes resíduos é destinada à alimentação de suínos e o restante é deixado para decompor-se naturalmente em campo.

Os resíduos da bananicultura, principalmente pseudocaule, folhas e engaço apresentam características físicas e químicas semelhantes à de outras biomassas ligno-celulosicas empregadas na geração de energia e de produtos combustíveis (FERNANDES, 2011).

O aproveitamento desses resíduos na produção de bioetanol, não só permitirá uma redução da poluição ambiental, mas também agregar valor na cultura da banana (SOUZA et al., 2010).

## 5 LEVEDURAS E BACTÉRIAS DA FERMENTAÇÃO ALCOÓLICA

Leveduras são organismos classificados como uns dos mais importantes dos fungos. Em geral as leveduras se diferenciam por se apresentarem usual e predominante sob forma unicelular. Sua reprodução vegetativa se faz geralmente por gemulação ou brotamento. Como células simples as leveduras crescem e se reproduzem mais rapidamente que os bolores. Também são mais eficientes na realização de alterações químicas por causa da sua maior relação área/volume. As leveduras também se diferem das algas, pois não efetuam fotossíntese, e igualmente não são protozoários porque possuem uma parede celular rígida (CARVALHO; BENTO; SILVA, 2006).

### 5.1 *Saccharomyces Cerevisiae*

A *Saccharomyces Cerevisiae*, que é a levedura mais utilizada na fermentação alcoólica, ocorre no citoplasma enquanto a oxidação total do açúcar acontece na mitocôndria. Ela transforma a fermentação do açúcar em energia química (etanol) que é um subproduto deste processo (STECKELBERG, 2001).

### 5.2 *Zymomonas mobilis*

A *Zymomonas mobilis* é uma bactéria gram-negativa. São encontradas geralmente em pares, embora também apareçam isoladas. Possuem rotas catabólicas simples e não tem variedades de alternativas metabólicas encontradas em outros microrganismos (PACHECO; MAGALHÃES, 2010).

A fermentação alcoólica corresponde à degradação de moléculas de açúcar (glicose ou frutose) no interior das células e dos microrganismos até a formação de etanol e CO<sub>2</sub> com liberação de energia química e térmica (MAGALHÃES, 2016).

## 6 PRINCIPAIS ESTUDOS SOBRE A OBTENÇÃO DO ETANOL

O trabalho apresentado baseou-se em dois métodos diferentes de obtenção do etanol e posteriormente comparados.

### 6.1 Primeiro método

No estudo apresentado por Ferreira, Lopes, Cabral e García-Cruz (2015) foram utilizadas cascas de banana nanica madura. A hidrólise ácida das cascas foi realizada com adição de 50mL de ácido sulfúrico ( $H_2SO_4$ ) para 10g de casca, no período de 15min, a 121°C.

Na hidrólise enzimática utilizou-se um complexo de enzimas. A hidrólise foi realizada em agitador orbital com temperatura controlada a 50°C, 100rpm, durante 24 horas. Utilizou-se como levedura a bactéria *Zymomonas Mobilis* (FERREIRA; LOPES; CABRAL; GARCÍA-CRUZ, 2015).

O meio de fermentação utilizado teve a seguinte composição: 5g extrato de levedura, 1g de fosfato monopotássico ( $KH_2PO_4$ ), 1g de sulfato de amônio ( $(NH_4)_2SO_4$ ), 1g de sulfato de magnésio heptahidratado ( $MgSO_4 \cdot 7H_2O$ ). O hidrolisado foi utilizado para enriquecer com carbono o meio de fermentação.

As fermentações foram realizadas durante 8h, a 30°C, sob agitação mecânica de 200rpm. O etanol obtido foi determinado por cromatografia gasosa, no Cromatógrafo – Focus GC - detector FID (Flame Ionization Detector) (FERREIRA; LOPES; CABRAL; GARCÍA-CRUZ, 2015). Os resultados obtidos nas determinações de Sólidos Totais, pH inicial e Etanol, podem ser conferidos na tabela abaixo.

**Tabela 2:** Resultados obtidos nas análises.

| Corrida | Variáveis          |            | Resposta       |
|---------|--------------------|------------|----------------|
|         | Sólidos Totais (%) | pH inicial | Etanol (g.L-1) |
| 1       | 7,9 (-1)           | 4,8 (-1)   | 1,3            |
| 2       | 22,1 (+1)          | 4,8 (-1)   | 0,1            |
| 3       | 7,9 (-1)           | 6,2 (+1)   | 1,0            |
| 4       | 22,1 (+1)          | 6,2 (+1)   | 0,3            |
| 5       | 5 (-1,41)          | 5,5 (0)    | 0,9            |

|    |            |             |     |
|----|------------|-------------|-----|
| 6  | 25 (+1,41) | 5,5 (0)     | 0,2 |
| 7  | 15 (0)     | 4,5 (-1,41) | 1,4 |
| 8  | 15 (0)     | 6,5 (+1,41) | 1,6 |
| 9  | 15 (0)     | 5,5 (0)     | 1,3 |
| 10 | 15 (0)     | 5,5 (0)     | 0,4 |
| 11 | 15 (0)     | 5,5 (0)     | 0,7 |

Fonte: Ferreira, Lopes, Cabral e García-Cruz (2015, p.3).

Ainda mediante Ferreira, Lopes, Cabral e García-Cruz (2015), para produção de etanol com resíduos da banana fermentado pela bactéria *Z. mobilis*, somente a concentração de sólidos totais teve importância significativa, resultando em uma produção máxima de etanol de  $1,6\text{g}\cdot\text{L}^{-1}$  e uma produtividade de  $0,2\text{g}\cdot\text{L}^{-1}\cdot\text{h}^{-1}$ .

A variável X1 (Sólidos Totais) apresenta um efeito negativo, como pode se observar na tabela acima, quanto menor a concentração de sólidos, maior produção de etanol. Os níveis de pH inicial não influenciam na obtenção do etanol tanto nos menores níveis (4,5), quanto nos maiores (6,5) avaliados (FERREIRA; LOPES; CABRAL; GARCÍA-CRUZ, 2015).

## 6.2 Segundo método

Como base no estudo de Soares et al. (2009), Foram realizados dois ensaios de hidrólise, um com cascas *in natura* e outro com cascas desidratadas de banana. As cascas *in natura* foram hidrolisadas logo após sua obtenção e as cascas desidratadas foram destinadas ao processo de secagem. Para isto as cascas foram cortadas em pedaços menores que 5cm e trituradas em moedor de facas.

Para a hidrólise das cascas secas, estas foram cortadas manualmente com auxílio de uma faca inox em pedaços menores que 3cm, foram distribuídas em bandejas de inox e expostas ao sol, durante aproximadamente 24h, até que as cascas ficassem duras e quebradiças. A seguir, o tamanho de partícula foi reduzido, peneiradas, acondicionadas e armazenadas em frascos de vidro a temperatura ambiente, em quantidade suficiente para realização de todos os ensaios.

Conforme ainda Soares et al. (2009), para o preparo do mosto é preciso pesar os sais necessários para o preparo do meio de cultura utilizando 500mL como volume de amostra para a fermentação. Foi dissolvido os sais e nutrientes em 450mL da

solução obtida a partir da casca e mosto e acertou o pH para 4,5, que é um pH ótimo para levedura *Saccharomyces cerevisiae*.

Colocou em um béquer 50mL de suspensão com 10g de levedura seca (*Saccharomyces cerevisiae*) e agitou com agitador magnético durante 30 minutos até dissolver todos os grumos. Adicionou-se então os 50mL do inoculo as 450mL do mosto.

Retirou-se uma alíquota inicial para medir a densidade no densímetro digital e incubou-se o mosto em uma estufa isenta de circulação de ar a 30°C por 48 horas. Retirando periodicamente alíquotas para a medição de densidade com objetivo de acompanhar a produção de etanol (SOARES et al., 2009).

Para determinar o teor alcoólico no mosto fermentado foi necessário destilar a mistura, utilizando como método de separação simples. Inicialmente separou-se a maior parte das células por decantação e com filtração a vácuo. Logo após, adicionou-se 200mL do mosto fermentado em um balão de destilação. A destilação ocorreu na temperatura de 78,4°C por conta de o ponto de ebulição do etanol ser nessa faixa e o tempo de duração foi de 2 horas. Com o destilado recolhido, fez-se a medição da densidade no densímetro digital e foi medido o teor alcoólico com alcoômetro digital. Ao final do experimento em 500mL de mostos fermentado, obteve-se 72,9mL de etanol (SOARES et al., 2009).

## 7 CONCLUSÃO

Mediante aos estudos revisados nesse trabalho, no qual descreveu métodos diferentes da obtenção do etanol a partir de cascas e polpas de banana, pode-se afirmar que é viável e teve um bom rendimento o segundo método, por ser possível obter aproximadamente 73mL de álcool em 500g de mosto fermentado, comparado ao primeiro método que em 500g de mosto renderia 16mL de álcool. A levedura *Saccharomyces Cerevisiae* utilizadas no segundo método, mostrou-se eficiente para transformar os açúcares da banana em álcool, enquanto, no primeiro método as bactérias *Zymomonas Mobillis*, utilizada como levedura, não teve poder suficiente.

Avaliando as duas metodologias, pode-se afirmar que é possível e viável obter etanol a partir de insumos da bananicultura, pelo processo de fermentação simples, utilizados nas usinas do etanol.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- CARLI, Chanel Moacyr de. **Hidrólise e fermentação do bagaço de cana-de-açúcar em escala de bancada para produção de etanol 2g**. 2011. 97 f. TCC (Graduação) - Curso de Engenharia Química, Faculdade, Universidade Federal de São Carlos, São Carlos, 2011.
- CARVALHO, Giovani Brandão Mafra de; BENTO, Camila Vieira; SILVA, João Batista de Almeida e. **Elementos biotecnológicos fundamentais no processo cervejeiro**. 2006. 7 f. Monografia (Especialização) - Curso de Biotecnologia, Universidade de São Paulo Escola de Engenharia de Lorena, São Paulo, 2006.
- DERLI, Dossa. **BANANA: Produção, mercado e preços na CEASA-PR**. 2017. Disponível em: [http://www.ceasa.pr.gov.br/arquivos/File/BOLETIM/Boletim\\_Tecnico\\_Banana.pdf](http://www.ceasa.pr.gov.br/arquivos/File/BOLETIM/Boletim_Tecnico_Banana.pdf). Acesso em: 17 mar. 2020.
- DONATO, Sérgio Luiz Rodrigues et al. Comportamento de variedades e híbridos de bananeira (*Musa spp.*), em dois ciclos de produção no sudoeste da Bahia. **Revista Brasileira de Fruticultura**, [s.l.], v. 28, n. 1, p. 139-144, abr. 2006. Disponível em: [https://www.scielo.br/scielo.php?pid=S0100-29452006000100039&script=sci\\_arttext](https://www.scielo.br/scielo.php?pid=S0100-29452006000100039&script=sci_arttext). Acesso em: 14 mar. 2020.
- EMBRAPA. **Banana: O produtor pergunta, a Embrapa responde**. Distrito Federal: Embrapa, 2012. Disponível em: <https://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/bitstream/doc/104897/1/500PBananaed012003.pdf>. Acesso em: 10 abr. 2020.
- EULEUTERIO, Maria Denize et al. Avaliação das características físico-químicas de bananas prata (*Musa AAB* subgrupo Prata) ensacadas em diferentes tipos de materiais. **Revista de Engenharia e Tecnologia**, [s.l.], v. 1, p. 49-50, mar. 2010. Disponível em: <https://revistas.apps.uepg.br/index.php/ret/article/view/11441>. Acesso em: 14 mar. 2020.
- FERNANDES, E. R. K. et al. Avaliação do potencial para reaproveitamento de resíduos da bananicultura por pirólise. **II Simpósio Internacional sobre Gerenciamento de Resíduos Agropecuários e Agroindustriais**, 2011. Disponível em: <http://www.sbera.org.br/2sigera/obras/t145.pdf>. Acesso em: 25 abr. 2020.
- FERREIRA, Juliana; LOPES, Amanda Alves; CABRAL, Ágata Silva; GARCÍA-CRUZ, Crispin Humberto. Efeito do pH e concentração do hidrolisado hemicelulósico de cascas de banana para produção de etanol pela bactéria *Zymomonas mobilis*. **Fórum científico da funec: educação, ciência e tecnologia: "biodiversidade, qualidade de vida e cidadania"**, 2015, Santa Fé do Sul – Sp. 2015. Disponível em: <https://seer.unifunec.edu.br/index.php/forum/article/download/2092/2022>. Acesso em: 14 jun. 2020.

LEITE, Rogério Cerqueira; CORTEZ, Luís Augusto Barbosa. O Etanol Combustível no Brasil. **Biocombustíveis no Brasil: Realidades e perspectivas**, [s.l.], p. 61-75, 2008. Disponível em:

[https://www.agencia.cnptia.embrapa.br/Repositorio/etanol3\\_000g7gq2cz702wx5ok0wtedt3xdrmfk.pdf](https://www.agencia.cnptia.embrapa.br/Repositorio/etanol3_000g7gq2cz702wx5ok0wtedt3xdrmfk.pdf). Acesso em: 22 jan. 2020.

LEOBET, Jaqueline. **Casca de banana (Musa cavendishii) como fonte de energia e caracterização do resíduo mineral fixo**. 2016. 101 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Ciências dos Alimentos, Faculdade, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2016.

MATSUURA, Fernando César Akira Urbano; COSTA, Jane Iara Pereira da; FOLEGATTI, Marília Ieda da Silveira. Marketing de banana: preferências do consumidor quanto aos atributos de qualidade dos frutos. : preferências do consumidor quanto aos atributos de qualidade dos frutos. **Revista Brasileira de Fruticultura**, [s.l.], v. 26, n. 1, p. 48-52, abr. 2004. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1590/s0100-29452004000100014>.

MAGALHÃES, ThaniaOberg. **Características e vantagens da Zymomonasmobilis na indústria de etanol**. 2016. 45 f. TCC (Graduação) - Curso de Engenharia Química, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2016.

MEDEIROS, Suellen Sousa. **Fermentação alcoólica empregando altas concentrações de açúcares**. 2019. 33 f. Monografia (Especialização) - Curso de Engenharia Química, Universidade Federal de Uberlândia, Uberlândia, 2019. Disponível em: <https://repositorio.ufu.br/bitstream/123456789/24267/3/Fermenta%C3%A7%C3%B5esAlco%C3%B3licasEmpregando.pdf>. Acesso em: 29 maio 2020.

PACHECO, Thályta Fraga. Produção de Etanol: primeira ou segunda geração? **Circular Técnica**, Df, p. 01-05, 04 mar. 2011. Disponível em: <https://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/bitstream/doc/886571/1/CITE04.pdf>. Acesso em: 22 jan. 2020.

PACHECO, Thalita de Fraga. MAGALHÃES, ThaniaOberg. **Características e vantagens da Zymomonasmobilis na indústria de etanol**. 2016. 45 f. TCC (Graduação) - Curso de Engenharia Química, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2010. 107 f. TCC (Graduação) - Curso de Engenharia Química, Universidade Federal de Uberlândia, Mg, 2010.

PEDRO, Nuno Cláudio da Rocha Meses. **Avaliação do potencial de produção de etanol de 2ª geração a partir dos resíduos das podas do olival**. 2013. 222 f. Tese (Doutorado) - Curso de Química, Universidade da Beira Interior, Covilhã, 2013. Disponível em: [https://repositorio.ipcb.pt/bitstream/10400.11/2149/1/Tese%20de%20Doutoramento\\_Nuno%20Pedro\\_UBI\\_Qu%C3%ADmica\\_2013.pdf](https://repositorio.ipcb.pt/bitstream/10400.11/2149/1/Tese%20de%20Doutoramento_Nuno%20Pedro_UBI_Qu%C3%ADmica_2013.pdf). Acesso em: 29 abr. 2020. SEBRAE/ESPM ([s.i.]). **Banana**: [s.i.], 2008. 88 p.



SOARES, Agostinho et al. **Obtenção do etanol: a partir da casca de banana**. 2009. 94 f. TCC (Graduação) – Curso de Engenharia Química, Faculdade, Centro Universitário da Fei, São Bernardo do Campo, 2009.

SOUSA, Érica Braga de. Caracterização físico-química da Banana Prata (*Musa sapientum*) comercializada em quatro cidades do Sertão da Paraíba. **Connepi**, Tocantins, p. 01-04, out. 2012.

SOUZA, Manoel Euzébio de et al. Caracterização físico-química e avaliação sensorial dos frutos de bananeira. **Nativa: Pesquisas Agrárias e Ambientais**, Botucatu, p. 1-5, out. 2013. Disponível em: <https://repositorio.unesp.br/bitstream/handle/11449/140953/ISSN2318-7670-2013-01-01-13-17.pdf?sequence=1>. Acesso em: 25 abr. 2020.

SOUZA, Ozair et al. Biodegradação de resíduos lignocelulósicos gerados na bananicultura e sua valorização para a produção de biogás. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, [s.l.], v. 14, n. 4, p. 438-443, abr. 2010. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1590/s1415-43662010000400014>. Acesso em: 25 abr. 2020.

STECKELBERG, Claudia. **Caracterização de leveduras de processos de fermentação alcoólica utilizando atributos de composição celular e características cinéticas**. 2001. 202 f. TCC (Graduação) - Curso de Engenharia Química, Unicamp, São Paulo, 2001.