

Danieli Grancieri Debona
Hudson da Costa Siqueira Bernardo
Miliam Polonini Moreli Peçanha
Otoniel de Aquino Azevedo
Caio Henrique Ungarato Fiorese
Gilson Silva-Filho
Gabrielli Machado Bindeli

PRODUÇÃO DE ÁLCOOL A PARTIR DE RESÍDUOS DA PRODUÇÃO DE DOCE DE BANANA

*PROPOSTA DE BENEFÍCIO ECONÔMICO
E RESPONSABILIDADE AMBIENTAL*

Danieli Grancieri Debona
Hudson da Costa Siqueira Bernardo
Miliam Polonini Moreli Peçanha
Otoniel de Aquino Azevedo
Caio Henrique Ungarato Fiorese
Gilson Silva-Filho
Gabrielli Machado Bindeli

*PRODUÇÃO DE ALCÓOL A PARTIR
DE RESÍDUOS DA PRODUÇÃO
DE DOCE DE BANANA*
*PROPOSTA DE BENEFÍCIO ECONÔMICO
E RESPONSABILIDADE AMBIENTAL*

1ª edição

© 2020 por Danieli Grancieri Debona et al.
Todos os direitos reservados.

Conselho editorial

Colaboradores:

Márcia Aparecida da Silva Pimentel
Universidade Federal do Pará – UFPA
José Antônio Herrera
Universidade Federal do Pará – UFPA
Wildoberto Batista Gurgel
Universidade Federal Rural do Semi-Árido – UFERSA
André Luiz de Oliveira Brum
Universidade Federal do Rondônia – UNIR
Mário Silva Uacane
Universidade Licungo / Moçambique
Francisco da Silva Costa
Universidade do Minho / Portugal
Ofelia Pérez Montero
Universidad de Oriente- Santiago de Cuba-Cuba

Editora-chefe

Viviane Corrêa Santos
(Universidade do Estado do Pará - UEPA)

Preparação e organização dos originais

Deividy Barbosa

Capa e projeto gráfico

Walter Rodrigues

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP) de acordo com ISBD

P964	Produção de álcool a partir de resíduos da produção de doce de banana [recurso eletrônico] : proposta de benefício econômico e responsabilidade ambiental / Danieli Grancieri Debona ... [et al.]. - Ananindeua, PA : Itacaiúnas, 2020. 52 p. : il. ; PDF ; 1 MB. Inclui índice e bibliografia. ISBN: 978-85-9535-174-5 (Ebook) 1. Química. 2. Produção de álcool. 3. Economia. 4. Responsabilidade ambiental. I. Guilherme, Pablo Damian Borges. II. Título.
2020-410	CDD 540 CDU 54

Elaborado por Vagner Rodolfo da Silva - CRB-8/9410

Índice para catálogo sistemático:

1. Química 540
2. Química 54

DOI 10.36599/itac-ed1.001

O conteúdo desta obra, inclusive sua revisão ortográfica e gramatical, bem como os dados apresentados, são de responsabilidade de seus participantes, detentores dos Direitos Autorais.
Esta obra foi publicada pela [Editora Itacaiúnas](#) em março de 2020.

SOBRE OS AUTORES

Danieli Grancieri Debona

Graduada em Química

Instituição: Centro Universitário São Camilo (ES) - Brasil

Endereço: Rua São Camilo de Lélis, nº 1, Paraíso, Cachoeiro de Itapemirim,
Espírito Santo

E-mail: danielidebona@hotmail.com

Hudson da Costa Siqueira Bernardo

Graduado em Química

Instituição: Centro Universitário São Camilo (ES) - Brasil

Endereço: Rua São Camilo de Lélis, nº 1, Paraíso, Cachoeiro de Itapemirim,
Espírito Santo

E-mail: hudsoncosta17@hotmail.com

Miliam Polonini Moreli Peçanha

Graduada em Química

Instituição: Centro Universitário São Camilo (ES) - Brasil

Endereço: Rua São Camilo de Lélis, nº 1, Paraíso, Cachoeiro de Itapemirim,
Espírito Santo

E-mail: miliammoreli@gmail.com

Otoniel de Aquino Azevedo

Mestre em Ciências Naturais - UENF

Departamento de Engenharia

Instituição: Centro Universitário São Camilo-ES

Endereço: Rua São Camilo de Lélis, nº 01, Paraíso, Cachoeiro de
Itapemirim/ES.

E-mail: otoazevedo@gmail.com

Caio Henrique Ungarato Fiorese

Graduado em Engenharia Ambiental

Instituição: Centro Universitário São Camilo (ES) – Brasil

Endereço: Rua Alvino Marques, nº 195, Vila Barbosa, Castelo/ES.

E-mail: caiofiorese@hotmail.com

Gilson Silva-Filho

Doutor em Ecologia e Recursos Naturais -UENF

Departamento de Engenharia e Desenvolvimento Sustentável CT/UFES

Instituição: Centro Universitário São Camilo (ES) – Brasil

Endereço: Rua São Camilo de Lélis, nº 01, Paraíso, Cachoeiro de
Itapemirim/ES.

E-mail: silva.filho.gilson@gmail.com

Gabrielli Machado Bindeli

Graduando em Engenharia Ambiental

Instituição: Centro Universitário São Camilo (ES) – Brasil

Endereço: Rua São Camilo de Lélis, 1, Paraíso, Cachoeiro de Itapemirim,
Espírito Santo

E-mail: gabriellimbindeli@gmail.com

Resumo

O reaproveitamento de materiais residuais vem se tornando cada vez mais necessário diante ao cenário ambiental, consumo de recursos naturais, resíduos gerados e energia utilizadas nesse processo, com impactos negativos de grande significância. Neste contexto, propomos que a agroindústria de produção de doce de banana deve desenvolver atividades para o reaproveitamento dos resíduos de sua fabricação, cascas e bananas consideradas inapropriadas, apontamos aqui a produção de bioálcool. Foi realizado a trituração, hidrolização, fermentação e destilação desses resíduos, sendo obtido uma proporção de álcool 23,2858 L/t. Também foi apresentado o investimento para implantação de uma pequena destilaria de etanol a partir especificamente desses resíduos, fazendo relação custo-benefício com a geração de bioálcool produzido, sendo utilizado pela própria agroindústria através da sua conversão em energia elétrica ou em combustível automotivo, propondo assim, o uso sustentável da matéria prima como proposta de disponibilização de quatro toneladas diárias desses resíduos.

Palavras-Chave: Banana, Bioálcool, Resíduo agroindustrial, Sustentabilidade.

Abstract

The reuse of waste materials has become increasingly necessary in view of the environmental scenario, consumption of natural resources, waste generated and energy used in this process, with negative impacts of great significance. In this context, we propose that the banana candy production agroindustry should develop activities for the reuse of residues from its manufacture, peels and bananas considered inappropriate, we point here to the production of bioalcohol. The crushing, hydrolysis, fermentation and distillation of these residues were carried out, obtaining a proportion of alcohol of 23,2858 L/t. An investment was also presented for the implantation of a small ethanol distillery specifically from these residues, making it cost-effective. with the generation of bioalcohol produced, being used by the agroindustry itself through its conversion into electric energy or automotive fuel, thus proposing the sustainable use of raw material as a proposal to make available four tons of this waste daily.

Keywords: Banana, Bioalcohol, Agro-industrial waste, Sustainability.

SUMÁRIO

1 - INTRODUÇÃO	8
1.1 - Desenvolvimento Industrial.....	9
1.2 - Resíduos Industriais	10
1.3 - Agroindústria.....	12
1.4 - Banana	14
1.4.1 - Caracterização da Banana	14
1.4.2 - A produção e cultivo da banana	15
1.4.3 - Impactos econômicos da produção da bananicultura.....	18
1.4.4 - Resíduos oriundos da banana (produção de doces de bananas) e seu impacto no ambiente.....	20
1.5 - Fermentação do carboidrato para produção do etanol	22
2 - METODOLOGIA	26
2.1 - Coleta dos resíduos da agroindústria de mariola para a produção de álcool.....	27
2.2 - Caracterização da biomassa residual	28
2.3 - Ensaio realizados	29
2.3.1 - Tratamento inicial da biomassa	29
2.3.2 - Ensaio de hidrólise (dissolução)	30
2.3.3 - Ensaio de Fermentação.....	30
2.4 - Filtração	31
2.5 - Destilação	32
2.5.1- Materiais utilizados na destilação fracionada	32
2.5.2 - Processo de destilação fracionada	32
2.5.3 - Caracterização do destilado	33
3 - RESULTADO E DISCUSSÃO	34
3.1 - Caracterização dos resíduos	34
3.1.1 - Resíduo Sólido	35
3.1.2 - Resíduo Líquido.....	36
3.2 - Produção do produto desejado: Álcool	37
3.3 - Produtividade e eficiência do processo.....	39

3.3.1 - Viabilidade econômica e ambiental da produção do bioetanol de resíduos de banana	39
3.3.2 - Eficiência do processo: Custo-benefício.....	43
4 - CONCLUSÃO	45
5 - REFERÊNCIAS BIBLIOGRAFICAS.....	46

1 - INTRODUÇÃO

O cenário atual revela um desenvolvimento crescente industrial. Neste sentido, a UNUBR (2014) apontou um crescimento anual global em 2014 de 3,7%, percentual maior do que o do ano de 2013. Isso ocorre devido ao fato das necessidades constantes da sociedade moderna que vivencia o consumismo, movimentando a comercialização dos produtos, que são, em sua maioria, de cunho industrial.

Esses produtos são originários da transformação de uma determinada matéria-prima através de processos ou/e operações. Contudo, é importante destacar que ao fim esses processos/operações ocasionam a produção de resíduos, o que é um dos problemas enfrentados pela humanidade neste século XXI (DEBAPRIYA; SUKUMAR; ADHIKARI, 1999). Esses resíduos podem ser representados por cinza, metais, borracha, fibras, etc., sendo oriundos de indústrias como a metalúrgica, petroquímica, madeiras, alimentícias, etc. Totalizam milhões de toneladas por dia (NAUMOFF; PERES, 2000).

Diante disso, surge a necessidade do desenvolvimento de mecanismos a favor da conscientização ambiental e da implantação de soluções capazes de amenizar os impactos decorrentes da disposição desses resíduos no ambiente e, ao mesmo tempo, reduzir os custos envolvidos nessa atividade (LUCAS; BENATTI, 2007). Porém, é importante destacar que essa preocupação vem crescendo devido ao fato da mudança na visão de que problemas de cunho ambiental se concentram apenas nos recursos hídricos e atmosféricos. Essa visão foi ampliada quando a disposição adequada de resíduos, o que passou a ser primordial, também, para a preservação ambiental (GIFFONI; LANGE, 2005). Desta forma, a reciclagem de resíduos se tornou fundamental para uma sociedade apoiada no desenvolvimento sustentável (ENBRI, 1994).

Dentro deste contexto, encontramos as agroindústrias alimentícias de mariola, cuja seus processos de produção não utilizam toda matéria-prima (banana), sendo assim descartados os chamados restos orgânicos - como cascas e bananas consideradas impróprias – somando, aproximadamente, três a quatro mil quilos diários de resíduos sólidos em cada indústria de médio

porte. Diante disso, é necessário que se busque soluções a favor do reaproveitamento sustentável deste resíduo. Uma das possíveis formas para que isso ocorra é através da transformação pela fermentação desse material em álcool (SCHLITTLER, 2012; HAMMOND, 2006; ARREDONDO et al., 2009), que poderá ser utilizado pela própria indústria como fonte de energia sustentável, uma vez que o fornecimento da energia sustentável é fundamental não apenas para o desenvolvimento e auxílio econômico, mas também para assegurar o bem estar do cidadão (ANDRIETTA et al., 2006).

1.1 - Desenvolvimento Industrial

A industrialização surgiu no século XVIII, na Inglaterra. Com o advento da revolução industrial, as condições econômicas da época que beneficiaram esse avanço modificaram o modo de produção, favorecendo o desenvolvimento de mecanização dos processos que, até então, eram manufaturados (GALVAN; FLÁVIO, 2007).

Esse desenvolvimento se trata de um processo complexo que provoca transformações nas esferas econômica, política, humana e social. Isso por que o desenvolvimento significa um crescimento que possa suprir as necessidades humanas, de forma diversa, como: alimentação, educação, habitação, saúde, etc. (OLIVEIRA, 2002).

O desenvolvimento industrial no Brasil possui marcos significativos e definidos, pontuados por políticas voltadas para a implantação de empresas estatais, planos econômicos, grandes subsídios e expansão da indústria de base (EMBAIXADA DO BRASIL EM TÓQUIO, 2015). É importante enfatizar que a indústria foi o motor do crescimento econômico brasileiro no período 1950-1980, quando o país constituiu uma estrutura industrial relativamente diversificada (SARTI; HIRATUKA, 2011).

Atualmente, o Brasil conta com 312 mil indústrias com um ou mais funcionários, empregando, assim, 8,6 milhões de pessoas, ou seja, uma média de 28 pessoas por empresa, (G1, 2013), sendo assim um dos setores que mais empregam.

A geração de capital pela indústria no ano de 2011 alcançou R\$ 679,3 bilhões, sendo que a fabricação alimentícia teve a maior participação (12,2%) na geração dessa riqueza, seguido pelos setores de extração mineral, fabricação de coque, de produtos derivados do petróleo, de biocombustíveis e pelo setor de fabricação de veículos (G1, 2013).

Contudo, todo processo de industrialização tem ao seu fim, além do produto desejado, uma série de resíduos maléficos ao meio ambiente ou até mesmo a saúde humana.

1.2 - Resíduos Industriais

Com a industrialização ascendente e o elevado aglomerado de habitantes residentes das grandes cidades, o descarte de materiais inutilizáveis passou a ser um incômodo.

O Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA) conceitua o resíduo industrial como sendo:

Resíduo sólido industrial: é todo o resíduo que resulte de atividades industriais e que se encontre nos estados sólido, semi-sólido, gasoso - quando contido, e líquido - cujas particularidades tornem inviável o seu lançamento na rede pública de esgoto ou em corpos d'água, ou exijam para isso soluções técnica ou economicamente inviáveis em face da melhor tecnologia disponível. Ficam incluídos nesta definição os lodos provenientes de sistemas de tratamento de água e aqueles gerados em equipamentos e instalações de controle de poluição. (RESOLUÇÃO n°.313, art. 2º§I)

ABNT (2012) ressalta que rejeitos apresentam periculosidade mediante suas características químicas, biológicas ou infectocontagiosas, alavancando riscos a saúde pública e ao meio ambiente.

BRASIL (2012) resume resíduos industriais como sendo aqueles oriundos de mecanismos produtivos e equipamentos industriais. Inclui-se nesse contexto a elevada quantidade de componentes perigosos, havendo a

necessidade de ser tratada pela potencialidade de gerar riscos a saúde e ao meio ambiente.

A ABNT (2012) classifica os resíduos em: perigosos (resíduos classe I), que exigem tratamento em função de características como: corrosivo, reativo, tóxico, patogênico e põem a saúde humana e o meio ambiente em estado de vulnerabilidade; não-perigosos (resíduos classe II), que se subdivide em: não inertes (resíduos classe II A), que apresentam solubilidade em água, são reconhecidos pela sua capacidade combustível e por serem biodegradáveis; inertes (resíduos classe II B), sendo estes resíduos que, mantendo contato com água destilada ou deionizada a temperatura ambiente, obedece aos critérios da ABNT NBR 10007 e ABNT NBR 10006, desde que a solubilidade de algum componente não modifique a potabilidade da água elevando a concentração dos mesmos.

No panorama mundial, nos Estados Unidos, se sabe que a população é responsável pela produção de muitos resíduos. O norte-americano entre 1980 e 1995 produziu cerca de 620 Kg resíduo/ano, o que é considerado elevado, visto que o europeu, em média, descartou 430 Kg resíduo/ano. O lixo descartado pelos norte-americanos é resultado do contínuo desenvolvimento econômico que, por sua vez, faz crescer a dependência de elevados consumo de energia e recursos naturais (MARCHI, 2011). Estima-se também que em 2009 o Japão gerava cerca de 470 milhões de toneladas de lixo (ABRAMOVAY; SPERANZA; PETITGAND, 2013 apud Ministry of the Environment, 2008).

No panorama brasileiro, a Abrelpe (2009) publicou uma informação alarmante de uma pesquisa sobre a quantidade de resíduos sólidos gerados no país, certificando que, de 2008 para 2009, a formação desses aumentou em 7,7%, enquanto a população aumentou em 1%. Seguindo essa estatística (ABRAMOVAY; SPERANZA; PETITGAND, 2013), infere-se que, baseados nos relatórios anuais divulgados pela Abrelpe, a quantidade de lixo no Brasil cresce em ritmo mais acelerado que o crescimento demográfico.

As informações disponíveis sobre os resíduos industriais no Brasil ainda não favorecem um diagnóstico completo sobre esses resíduos, já que a única forma de análise são os dados provenientes dos inventários estaduais.

Conforme proposto pela resolução CONAMA nº 6, esbarrou-se, então, em uma dificuldade, pois alguns estados da Unidade Federativa não criaram seus inventários. Os inventários coletados não apresentam, em sua maioria, uma padronização, sendo elaborados por cada estado, obedecendo às especificidades e os padrões dos setores existentes em cada Unidade Federativa. Por fim, os inventários não foram atualizados recentemente (BRASIL, 2012).

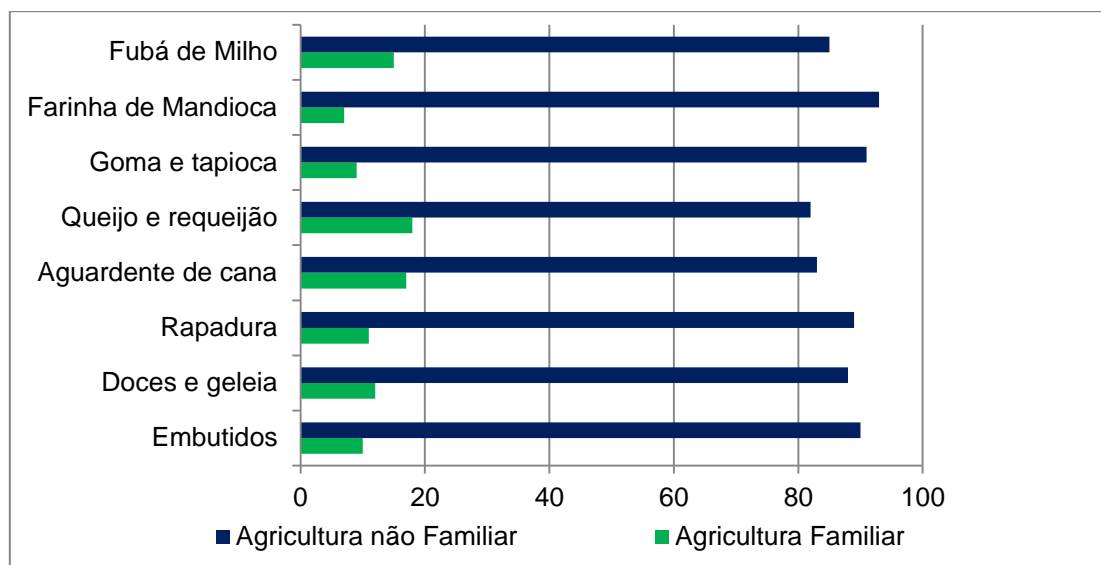
1.3 - Agroindústria

Segundo o Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE, 2006), a agroindústria se refere às atividades de transformação e beneficiamento de produtos agropecuários de origem animal ou vegetal, a partir de matéria-prima produzida no próprio estabelecimento agropecuário ou adquirida de outros produtores.

De acordo com Mior (2005), a agroindústria familiar é uma organização em que a família rural produz, processa ou transforma parte de sua produção agrícola ou pecuária, visando à produção de valor de troca que se realiza na comercialização. Oliveira et al. (2002) e Pelegrini e Gazolla (2008) afirmam que a agroindústria familiar consolidada são aquelas que mantiveram a tradição da produção de matérias-primas em alimentos diversificados e elaborados, tais como: embutidos, queijos, aguardente de cana, geleias, farinha de mandioca, pães e biscoitos, rapaduras, doces entre outros produtos.

Esses produtos são disponibilizados nos estabelecimentos e tendem a preferir no mercado de acordo como mostra o Gráfico 1.

Gráfico 1: Brasil – Número de estabelecimentos que agro industrializam alimentos segundo tipo de estabelecimento (2006)



Fonte: Fonte: Censo Agropecuário 2006 – tabulação especial realizada pelo IBGE (2010).
Elaboração: Ipea e Programa de Pós-graduação em Desenvolvimento Rural da Universidade Federal do Rio Grande do Sul de 2010-2011.

Como mencionado no parágrafo acima, os doces e geleias são produtos da agroindústria, sendo produzidos em 14.647 estabelecimentos pelo Brasil, somando, em média, 6.357 toneladas de produtos no ano de 2006 (Tabela 1).

Tabela 1: Doces e geleias – Número de informantes e quantidade produzida - 2006

	Número de estabelecimentos	%	Quantidade Produzida (t)	%
Norte	533	3,6	112	1,8
Nordeste	1358	9,3	1939	30,5
Sudeste	915	6,2	1219	19,2
Sul	11486	78,4	2842	44,7
Centro-Oeste	355	2,4	245	3,9
Brasil	14.647	100,0	6.357	100,0

Fonte: IBGE - Censo Agropecuário 2006

Dentro deste contexto, encontramos a produção agroindustrial de doces provindos da banana, como a bananada e mariola, que tem grande impacto nesse setor devido a grandes empresas e microempresas, como a DaColônia Alimentos Naturais, Guimarães Doces de Banana, Doces Fardin, entre muitos outros.

1.4 - Banana

1.4.1 - Caracterização da Banana

A banana é uma fruta nativa da Ásia Meridional. Logo, ela foi cultivada pela primeira vez no Hemisfério Ocidental em “Hispaniola” (atual República Dominicana). Atualmente, ela se encontra em todo mundo, se apresentando em aproximadamente quinhentos tipos diferentes, tendo como semelhança a identificação do nome científico *Musa*. Elas se apresentam com diferentes tamanhos, podendo até chegar a ter 1 quilograma e 50 centímetros, como é o caso da *Musa ingens*. Alguns historiadores suspeitam que a banana seja a fruta mais antiga do planeta, sendo disseminada pelo mundo por romanos (PINTO, 2015).

A banana é oriunda da bananeirae, sendo uma planta herbácea. A bananeira tem um aparente “tronco” que chega a 6 metros de altura denominado de pseudocaule, que é composto de lâminas foliares que saem de um broto em um órgão subterrâneo de armazenamento chamado rizoma. Cada planta possui flores macho e fêmea, das quais são fundamentais para a polinização. O fruto da bananeira se desenvolve de forma agrupada e não apresenta semente. Desta forma, a planta desenvolve brotos secundários subterrâneos para disseminar sua proliferação (CENTRO DE INFORMAÇÕES SOBRE O PARAQUAT, 2015).

Há muitas variedades de bananas, que vão desde a *Cavendish*, típica de deserto, até as exóticas. Porém, as mais conhecidas estão descritas na Tabela 2.

Tabela 2: Bananas mais conhecidas e consumidas no mundo

Nome Popular	Nome Científico	Características
Banana-Prata	<i>Musa paradisiaca</i> , L. <i>Musaceae</i>	Tem a vantagem de ser uma das mais duráveis, podendo ser conservada por até quatro dias após seu amadurecimento, tem 89 calorias a cada 100g, tem polpa consistente e pouco doce.
Banana-Nanica	<i>Musa cavendishii</i>	É o tipo mais popular no Brasil, tem 87 calorias a cada 100 g. O nome vem do pequeno tamanho da bananeira, ideal para dar estabilidade contra ventos fortes.
Banana-Maçã	<i>Musa acuminata</i>	Tem 100 calorias a cada 100g. Exala um perfume que lembra o da maçã, é recomendada para bebês e idosos, pois a variedade é de digestão é fácil.
Banana-da-Terra	<i>Musa sapientum</i>	Maior espécie brasileira, contém 122 calorias a cada 100g, é o tipo que mais possui a vitamina A e C.

Fonte: PINTO, 2015

1.4.2 - A produção e cultivo da banana

De acordo com a CEPA (2010), a banana é o quarto produto alimentar mais produzido no mundo, ficando atrás somente do arroz, trigo e milho, “(...) e, em muitos países, é a principal fonte de arrecadação e de geração de emprego e renda para uma parte expressiva da população” (SCHULZ, 2010).

A Australian Federation of AIDS Organisations (AFAO, 2014) aponta que a cultura da banana apresentou nas três últimas décadas um aumento significativo de 122% no volume mundial. Isso fica expresso quando analisamos dados estatísticos que apontam que, no ano de 2007, se tinha uma produção de 81,3 milhões de toneladas e, no ano de 2014, a produção alcançou 106,5 milhões de toneladas.

Vieira (2015) afirma que, atualmente, o continente asiático é o principal produtor de banana, com 58% do volume produzido. O continente americano

vem em segundo lugar, com 26%, sendo que a América do Sul tem 17% e a América Central, 8%, seguido do africano, em terceiro lugar, com 14%.

Em relação aos países, temos a Índia como o principal produtor dessa fruta, responsável por 26,8% da produção totalizadora, seguida pela China, com 9,0%; Brasil, com 8,7%; Filipinas, com 8,6%; Equador, com 7,5% e Indonésia, com 6,2% (CEPA, 2010).

Em território brasileiro, essa fruta possui uma forte aceitação por parte da população, tanto que no ano de 2005 o consumo nacional foi de 29,2 kg/habitante/ano, enquanto o consumo mundial foi de 9,1 kg/habitante/ano (FAO, 2005), o que ocasionou o fato de 11,6% de área mundial de plantação estar localizada no Brasil (CEPA, 2010).

De acordo com o Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), no ano de 2008 a área plantada ou destinada à colheita foi de 513,097 hectares, produzindo 6.998,150 toneladas que se dividiu entre os estados da seguinte forma (Tabela 3):

Tabela 3: Produção de banana por estado brasileiro no ano de 2008

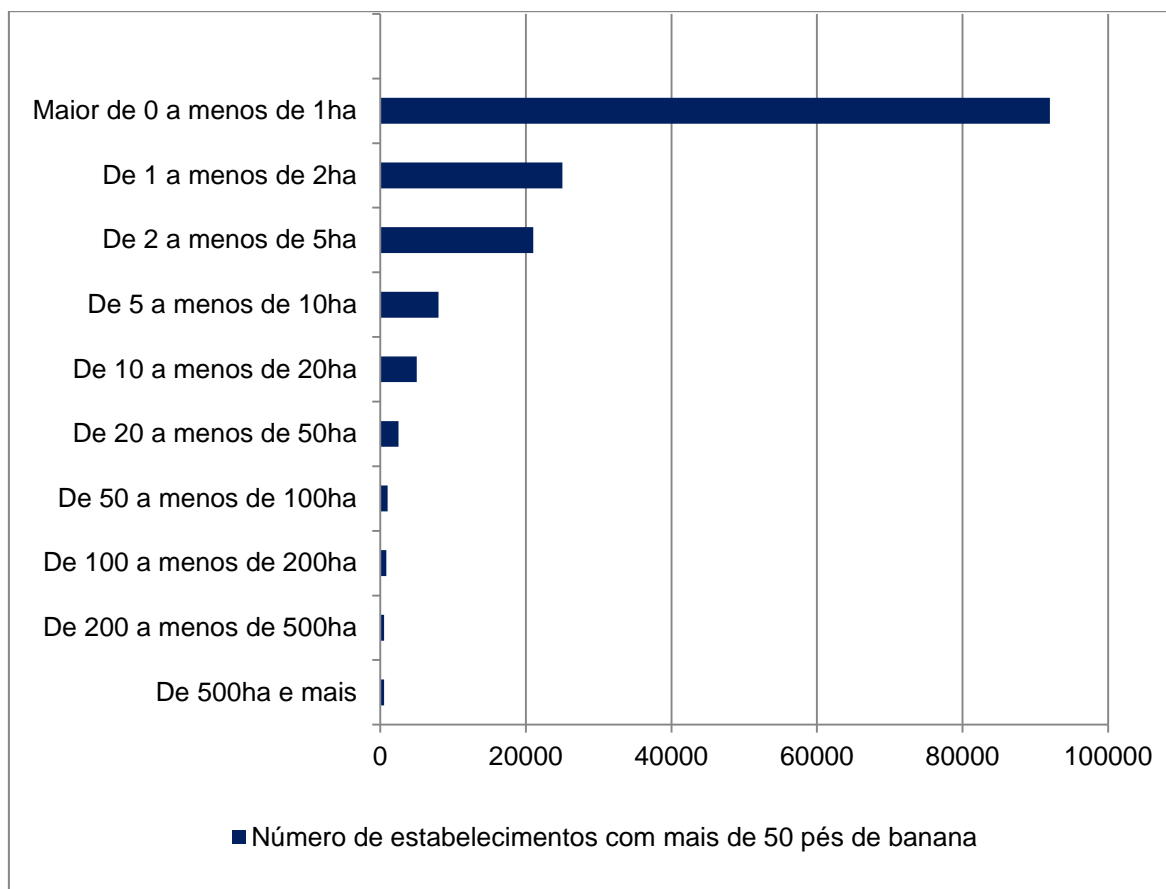
Unidades da Federação Brasileira	Área Colhida (ha)	Quantidade Produzida (t)
Acre	10.146	94.964
Alagoas	4.229	46.519
Amapá	1.287	4.364
Amazonas	14.321	90.247
Bahia	91.259	1.417.537
Ceará	43.511	423.016
Distrito Federal	206	4.364
Espírito Santo	20.009	189.734
Goiás	13.706	162.915
Maranhão	10.690	114.269
Mato Grosso	6.631	55.461

Mato Grosso do Sul	965	7.134 5
Pará	43.213	555.814
Paraíba	16.976	260.670
Paraná	9.923	248.320
Pernambuco	42.530	395.209
Piauí	1822	24.945
Rio de Janeiro	23.392	159.427
Rio Grande do Norte	5.174	115.200
Rio Grande do Sul	12.088	118.856
Rondônia	5.621	48.058
Roraima	3.970	36.454
Santa Catarina	30.931	575.798
São Paulo	56.224	1.225.083
Sergipe	3.871	56.239
Tocantins	4.030	31.921

Fonte: IBGE, 2008.

A banana é cultivada na maioria dos estados brasileiros devido às boas condições do clima local, temperatura, umidade relativa, precipitação e insolação adequadas que auxiliam para que a produção ocorra todo o ano, atendendo, de forma regular, às necessidades de consumo (VIEIRA, 2015). O censo do IBGE (2006) apresenta em suas estatísticas que 99% dos produtores de banana possuem área de cultivo inferior a 20 hectares, o que leva a concluir que essa porção de terra é referente a agricultores familiares. O Gráfico 2 mostra o número de propriedades produtoras de banana em relação a área de cultivo da referida planta no ano de 2006.

Gráfico 2: Número de propriedades produtoras de banana em relação a área de cultivo da referida planta no ano de 2006



Fonte: IBGE, 2006

A bananicultura é umas das preferências do agricultor familiar, por apresentar uma produção constante, fornecendo, assim, frutos todo mês, o que auxilia na renda mensal. Portanto, é uma das principais atividades econômica na organização da agricultura familiar.

1.4.3 - Impactos econômicos da produção da bananicultura

De acordo com o Centro de Informações sobre o Paraquat (2015), nesta última década, a produção mundial de banana cresceu mais de 40%, o que é de grande relevância social e econômica. Floravanço (2013) relata que esse tipo de produção serve como fonte de renda para muitas famílias, gerando

postos de trabalho no campo e na cidade e contribuindo para o desenvolvimento das regiões envolvidas em sua produção.

O mercado mundial de banana conta também com a presença de empresas multinacionais, tanto no setor produtivo, quanto no setor comercial, que são responsáveis por grandes plantações desta fruta. Algumas delas são: Chiquita BrandsInternational, DoleFoodCompany e Del Monte Foods, movimentando uma parte significativa do capital oriundo deste setor.

De acordo com o FAO (2013), a exportação de bananas é o fator decisivo para a geração de capital oriundo deste fruto. Desta forma, de 1991 a 2001, a quantidade total da fruta exportada aumentou em 35,8%, passando de 10.491 mil toneladas a 14.242 mil toneladas. O valor das exportações apresentou um crescimento de 30,2%, passando de US\$ 3.251 milhões para US\$ 4.234 milhões de capital obtido. Observa-se tais dados de forma mais detalhada na Tabela 4.

Tabela 4: Quantidade e Valor das Exportações Mundiais de Banana *in natura* e Principais Países Exportadores, 1991-92, 1996-97 e 2001-02.

País	Quantidade (1000L)			Variação (%)	Valor (US\$1000)			Variação (%)
	1991-92	1996-97	2001		1991-92	1996-97	2001	
Equador	2673	4164	3534	32,2	687767	1137879	828573	20,5
Filipinas	882	1198	2129	141,5	164246	226412	297371	81,0
Costa Rica	1634	2064	1959	19,9	433571	609941	501149	15,6
Colômbia	1444	1531	1485	2,8	406098	481178	407764	0,4
Bélgica/ Luxemburgo	38	839	972	2456,4	21440	737941	654638	2953,3
Guatemala	380	635	874	129,9	95500	153127	185048	93,8

Honduras	724	531	432	-40,4	300450	129419	196600	-34,6
Panamá	712	620	426	-40,2	197113	181936	122157	-38,0
Estados Unidos	367	414	407	10,9	193928	192202	162005	-16,5
Camarões	0,1	170	254	222796,5	48	56175	47748	100422,1
Costa do Marfim	121	197	227	87,5	39698	78034	54597	37,5
França	31	200	199	547,2	27488	124090	114566	316,8
Itália	0,7	94	147	20681,8	538	90382	97568	18052,2
Alemanha	27	67	142	436,3	16446	55092	108555	560,1
Rep. Dominicana	33	76	131	298,7	5790	11013	36173	524,8
Brasil	91	35	105	14,9	17511	7265	16036	-8,4
Mundo	10,491	14214	14242	35,8	32511441	4949133	4233762	30,2

Fonte: FAO (2013)

Fica assim nítido que, dentre as frutas *in natura* comercializadas nos principais centros consumidores mundiais, a banana apresenta o maior movimento financeiro, seguida por uva, maçã e laranja (VIEIRA, 2015).

1.4.4 - Resíduos oriundos da banana (produção de doces de bananas) e seu impacto no ambiente

Um dos principais usos do fruto da banana está relacionado à produção de doces. Contudo, as fábricas responsáveis não utilizam toda matéria prima,

descartando as cascas e bananas consideradas inapropriadas. A esse exemplo, Sena et al. (2011) afirma que atualmente essas mesmas fábricas geram um grande acúmulo de resíduo orgânico e, em média, descartam aproximadamente quatro toneladas por dia, cada uma.

Agrianual (2008), dentro deste mesmo contexto, afirma que a casca corresponde a 40% do peso da banana. Logo, as cascas que não são consumidas geralmente são descartadas de forma inadequada ao meio ambiente, causando sérios problemas ambientais (ZHANG et al., 2005).

A casca da banana apresenta diversos nutrientes como vitaminas, fibras, gorduras benéficas e substâncias antioxidantes. Além disso, ela também apresenta o maior teor de açúcar disponível em todo o fruto. Na Tabela 5, apresenta-se a composição da casca de banana.

Tabela 5: Composição da casca de banana (mg/kg)

Substância	%
Amido	35
Açúcares Totais	31
Umidade	65
Cinzas	13
Lipídios	10
Proteínas	8.80
Potássio	55,7
Sódio	67,4

Fonte: Medeiros et al., (2008)

Esse material é caracterizado como resíduo orgânico, culminando em problemas ao meio, pois, no processo de decomposição, este material produz o gás denominado de metano (CH₄), um dos gases intensificadores do efeito estufa, interferindo diretamente no agravamento do aquecimento global. Assim, produz-se também o chorume, que é característico por ser um líquido escuro e

de mau cheiro, poluindo o solo do qual está diretamente em contato e a água, pois o chorume é capaz de infiltrar no solo e alcançar os lençóis freáticos, além de atrair insetos indesejados (QUEIROZ, 2010). Esse tipo de resíduo também pode vir a saturar o solo com substâncias, como fosforo (P) e potássio (K) que, se depositado em um longo tempo no mesmo local, torna o mesmo impróprio para o cultivo.

Sendo assim, neste trabalho, buscou-se uma alternativa econômica e ambiental para a agroindústria de doces de banana reaproveitando seus resíduos, principalmente das indústrias de mariola, para produção de biocombustível através da conversão do açúcar em álcool via fermentação, como representado pela reação química abaixo:



A esse exemplo, temos Silva et al (2009) descrevendo que o emprego destes resíduos como substrato de fermentação é uma opção bastante atraente do ponto de vista da aplicação e valorização de resíduos, mostrando-se de alta potencialidade para uso na produção de bioálcool, com produtividade próxima ao produzido pela cana-de-açúcar.

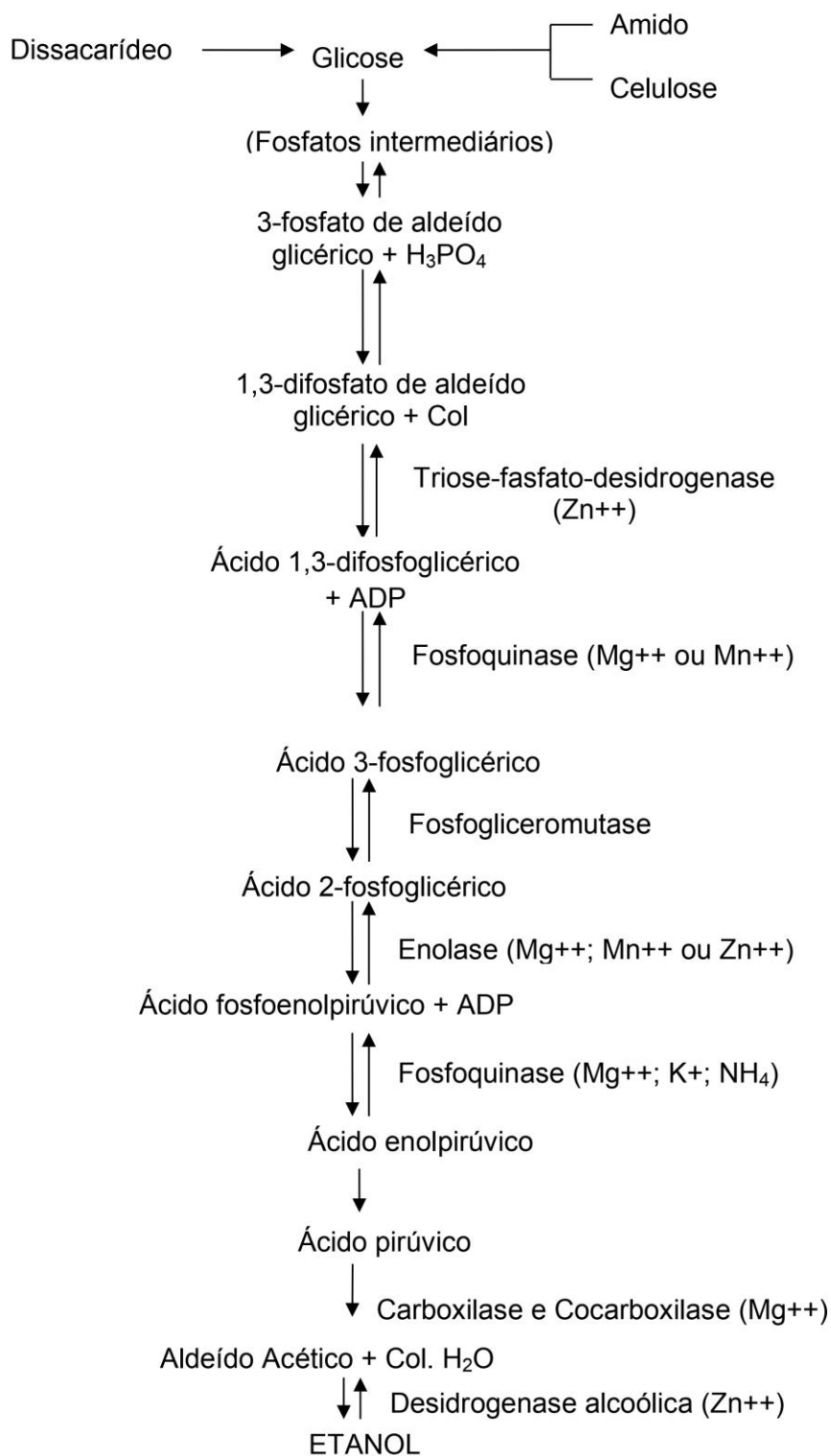
Além do mais, é importante enfatizar que existem outros estudos que viabilizam a utilização da casca de banana para a produção, como, por exemplo, de metano (BARDIYA et al., 1996; GUNASEELAN, 2004), para alimentação animal (ONWUKA et al., 1997), emprego como adsorventes para purificação de água (ANNADURAI et al., 2004) e na produção artesanal de cordas, cestos tapetes, chapéus, papéis e tecidos (SOFFNER et al., 1998).

1.5 - Fermentação do carboidrato para produção do etanol

É próprio do processo fermentativo a degradação da glicose em moléculas mais simples, a partir de reações enzimáticas. Na reação com o consumo do açúcar, temos a produção de etanol. Em uma visão geral sobre o processo fermentativo, no tratamento enzimático da sacarose, temos que o dissacarídeo consome uma molécula de água e decompõe-se em glucose e

frutose que, posteriormente, são reduzidos a álcool etílico (SANTO; RÊGO; SILVA, 2013) e (ARREDONDO 2009 apud CAMARGO, 1990), conforme reação (Figura 1).

Figura 1: Desenvolvimento das reações da fermentação alcoólica



Fonte: SCARTAZZINI, 2001 apud LIMA et al,1975.

Para produção de álcool com finalidade combustível ou para obtenção de bebidas alcoólicas, utiliza-se, nas indústrias em larga escala, o levedo do gênero *Saccharomyces*. Esse microrganismo é apropriado para essa finalidade, por possuir elementos indispensáveis para a realização do processo: decompor em rápido intervalo carboidratos em etanol, elevada flexibilidade ao produto obtido, resistência a vastas oscilações de temperatura e capacidade de operar em meio ácido. São essas particularidades que tornam esse fungo precioso para a efetuação do procedimento. (ANDRIETTA; STECKELBERG; ANDRIETTA, 2006).

Lima et al (2001) acrescenta que a principal função da levedura, ao metabolizar anaerobicamente o açúcar, é produzir adenosina trifosfato, necessário para manter a aptidão fisiológica do microrganismo, e biossíntese, importantes para o crescimento e a reprodução da espécie. O álcool e o monóxido de carbono produzidos são excretados, sem fins metabólicos para células em anaerobiose. Todavia, em condições de aerobiose, produtos de excreção como etanol, além de glicerol e ácidos são produzidos.

De acordo com Arredondo; Colorado e Junior (2009), para síntese do biocombustível, utilizam-se hidratos de carbono, entre eles: material lignocelulósico, amidos, ácidos graxos e açúcares. A matéria-prima definirá os processos a serem empregados. Os materiais ditos lignocelulósicos são carboidratos constituídos basicamente por celulose, hemicelulose e lignina, muito presente no fruto da banana. Diante disso, uma das possíveis soluções sob a ótica econômica e ambiental para resíduos da agroindústria da banana é a geração de um biocombustível que não origina impactos ambientais (SILVA et al., 2009).

Assim:

Os rejeitos e os resíduos agrícolas, em sua maioria contendo materiais lignocelulósicos, ocupam lugar de destaque entre a biomassa disponível, sobretudo em função da sua abundância e do caráter renovável. A biomassa lignocelulósica é composta, basicamente, por 40 a 60% de celulose, 20 a 40% de hemicelulose e 15 a 25% de lignina (SILVA et al, 2009 apud MOREIRA, 2005).

A celulose apresenta duas moléculas de glicose que se repetem ao longo da estrutura. Esta repetição é conhecida como celobiose, e inclui seis agrupamentos hidroxila que realizam ligações de hidrogênio intramolecular e intermolecular. Essas ligações, no entanto, fortalecem a propensão de a celulose formar cristais que tornam essa molécula totalmente insolúvel em água. Ainda, há de destacar que o grau de cristalinidade da celulose sofre variações, dependendo da origem e do processamento (SILVA; HARAGUCHI; MUNIZ; RUBIARA, 2009).

A hemicelulose, diferentemente da celulose, é composta por cadeias de diversos monossacarídeos, pelo fato de ser constituído por mais de um tipo de açúcar como: glucose, frutose e maltose. Assim, se forma uma cadeia linear e ramificada, conectados por ligação beta glicosídica (SCHULZ, 2010).

A lignina está agregada com a celulose e a hemicelulose no arranjo dos componentes lignocelulósicos, sendo um material lipossolúvel. Ela apresenta estrutura tridimensional, possui uma expressiva quantidade de ramificações e é de difícil caracterização (SILVA; HARAGUCHI; MUNIZ; RUBIARA, 2009).

Lima et al (2001) explica que a massa de materiais celulósicos disponível no país é expressiva e o processo de hidrólise é essencial para sacarificar a celulose. Na produção de álcool existem técnicas baseadas em materiais lignocelulósicos que abarcam na hidrólise de polissacarídeos em carboidratos simples e sua subsequente fermentação para, então, produzir o álcool, enfim, a biomassa passa por um pré-tratamento (SCHULZ, 2010).

Entre os materiais açucarados, faz-se uma distinção entre os que são diretamente fermentescíveis e entre os que não são diretamente fermentescíveis, que são os que contêm os dissacarídeos. Estes, por sua vez, fermentam após sofrerem hidrólise. Também conhecida por inversão, esse processo realiza-se espontaneamente por ação da enzima invertase. Essa enzima é gerada pelo agente de fermentação (LIMA et al., 2001).

Schulz apud Sahaetal explicitam que:

O objetivo principal do pré-tratamento é remover a lignina e a hemicelulose, reduzir a cristalinidade da celulose e aumentar a porosidade do material. Este processo deve melhorar também

a formação de açúcares ou habilidade de formação futura de açúcares por hidrólise, evitar degradação ou perda de carboidratos, evitar a formação de co-produtos que sejam inibitórios para a hidrólise subsequente e a fermentação, aliado a viabilidade econômica. (SCHULZ, 2010, p. 40 apud SAHA et al, 2005).

Acrescenta Lima et al (2001) que alguns fatores tendem a afetar a fermentação, podendo estes ser de ordem física, como a temperatura e a pressão osmótica; ordem química, como o pH, nutrientes minerais e orgânicos; e de ordem microbiológica, como: espécie, linhagem e concentração de levedura e contaminação bacteriana. Quando há uma intervenção por meio de um desses fatores, ocorre, normalmente, um decaimento na eficiência fermentativa de uma modificação na estequiometria da reação, ocasionando a crescente formação de produtos secundários.

Arredondo, Colorado e Junior (2009) apontam que o rendimento na produção de bioálcool teórico estabelecido pela estequiometria de reação é de 51%, sendo que, na realidade, esse rendimento pode atingir até 91%. No transcorrer do processamento, podem ser gerados outros compostos: aldeídos, ácidos graxos e biomassa residual.

Scartazzini (2001) ratifica que, para obter álcool etílico por fermentação, ocorrem três momentos diferentes: aprontar o substrato, a fermentação e a destilação. Na feitura do substrato, a matéria-prima é tratada para liberar açúcares fermentescíveis. A fermentação é a conversão dos açúcares em etanol e CO₂ e a destilação, ao fim, tem a finalidade de separar o álcool obtido, além de purificá-lo.

2 - METODOLOGIA

O experimento foi realizado no Laboratório Multidisciplinar do Centro Universitário São Camilo-ES, localizado na cidade de Cachoeiro de Itapemirim, na mesorregião Sul do Estado do Espírito Santo.

A pesquisa teve início com a apropriação de metodologias já citadas na literatura para o desenvolvimento da pesquisa.

2.1 - Coleta dos resíduos da agroindústria de mariola para a produção de álcool

Foram utilizados como produto da obtenção de álcool rejeitos de bananas de fábricas de mariola do município de Vargem Alta, na mesorregião Sul do Estado do Espírito Santo.

A fábrica disponibilizou 80 Kg de bananas que as mesmas consideravam inapropriadas para o processamento industrial, das 4 toneladas diárias descartadas (Figura 2).



Figura 2: Galpão de descarte da fábrica de mariola do município de Vargem Alta-ES

Os resíduos adquiridos foram depositados em uma sacola transparente desinfetada para evitar qualquer tipo de contaminação. Posteriormente, esse material foi encaminhado para o Laboratório Multidisciplinar da instituição de

ensino superior Centro Universitário São Camilo - ES para dar continuidade aos processos necessários.

2.2 - Caracterização da biomassa residual

A biomassa utilizada é constituída de bananas *Musa cavendishii*, popularmente conhecida como banana nanica, que não são utilizadas para o processamento agroindustrial do doce da fruta devido à má maturação ou presença de alguma deficiência causada por doenças fungicidas. Também faz parte desta biomassa as cascas da fruta das quais são descartadas durante tal processamento.

A banana e as cascas, quando retirado da agroindústria, não possui ponto de maturação definido. Assim, é necessário aguardar aproximadamente de 4 a 5 dias para o mesmo ser considerado um fruto maduro. Os frutos possuíam, em média, 19 cm de comprimento e 98 gramas e as cascas também, em média, 19 cm de comprimento, contudo, com 16 gramas.

A Figura 3 mostra as cascas e as polpas da banana nanica.

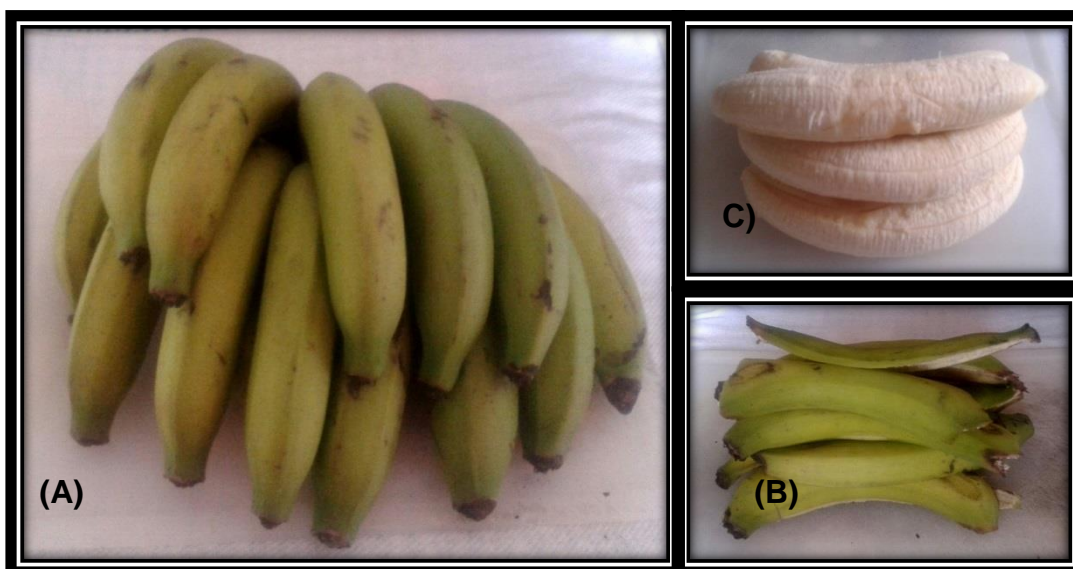


Figura 3 - Banana nanica (A), cascas (B), polpa (C)

2.3 - Ensaio realizados

Baseados na metodologia apresentada por Schulz (2010), realizamos ensaios voltados ao pré-tratamento da biomassa (hidrólise) e ensaios relacionados à fermentação. Além desses ensaios relatados, realizamos durante a pesquisa ensaios de destilação.

2.3.1 - Tratamento inicial da biomassa

O resíduo coletado foi previamente avaliado e higienizado com água da rede pública de abastecimento do município de Cachoeiro de Itapemirim – ES. Posteriormente, a polpa e a casca da *Musa cavendishii* foram cortadas manualmente com auxílio de uma faca em tamanhos médios de 1,5 cm e submetidos à trituração com água na proporção 1/2 em um liquidificador doméstico Arno de 600 W e 110V, com capacidade de 2 L, entre 1 e 2 minutos, até se obter um material de inspeção visual, com partículas sólidas de aproximadamente 3 mm.



Figura 4 - Banana nanica cortada e em processo de trituração

2.3.2 - Ensaio de hidrólise (dissolução)

O material macerado ficou dois dias exposto em água para a dissolução do açúcar disponível. Assim, esse açúcar, então, estará propiciando a ação enzimática da levedura. Nesta etapa, dispomos de 29,1968 Kg de banana nanica dissolvida em 87,5906 Kg de água destilada, ou seja, na proporção de 1/3, respectivamente.

2.3.3 - Ensaio de Fermentação

Para a efetuação da fermentação alcoólica, empregamos a levedura *Saccharomyces cerevisiae* presente no fermento Fermol Destiller MZ. O referido fermento é composto por sais de amônio, manganês, zinco, nitrogênio, fósforo, cloridrato de tiamina e a levedura *Saccharomyces cerevisiae*. E acrescentou-se nutriente para ativação e complementação da fermentação. Este nutriente trata-se do Fermoplus Destiller MZ, composto por sais de amônio, fósforo, manganês, zinco, nitrogênio e cloridrato de tiamina. A proporção utilizada foi de 20 g de nutriente Fermoplus Destiller MZ para 100 gramas de fermento Fermol Destiller MZ, adicionados diretamente na matéria a fermentar sob agitação manual, isso para cada 50 L da mistura.

Após dois dias sofrendo processo de dissolução, a biomassa é submetida à fermentação. Aos poucos, 11 L da mistura a cada 12 horas foram fermentados e armazenados em um tambor de plástico de 200 L com tampa rosca. Diariamente, aferimos a concentração de sacarose com auxílio de um sacarímetro, até a obtenção de um Brix próximo ou igual a 0° (zero grau).

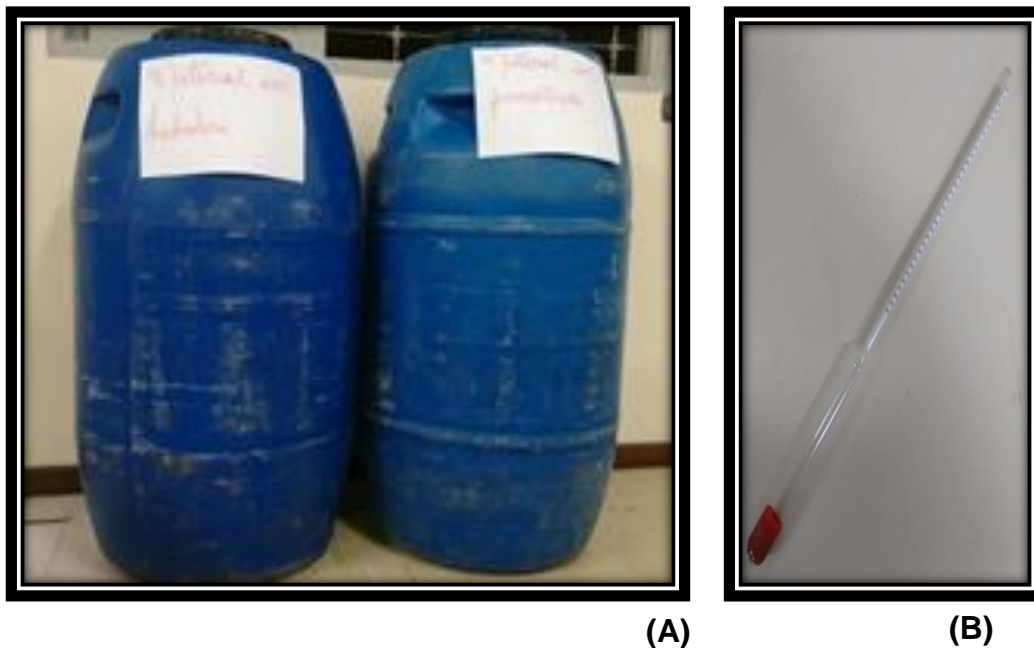


Figura 5: (A) Processo de hidrólise e fermentação; (B) Sacarímetro usado para aferindo Grau Brix

2.4 - Filtração

O processo de filtração teve início a partir do valor do Brix próximo a 0° (zero grau). Todo o conteúdo, antes centrifugado em água com massa igual a 29,1968 Kg de resíduo de banana, acrescentado de 87,5906 litros de água somando 116,7874 Kg de mistura, foi filtrado inicialmente em peneira para análise granulométrica de 850 mm/μm da marca Petrodidática. Em seguida, o material foi novamente filtrado em tecido de malha fina para se obter menor umidade do mesmo. Obteve-se um resíduo sólido úmido, que foi posto em estufa Spencer 110 V a 80 °C por, aproximadamente 72 horas, obtendo-se, assim, um resíduo sólido seco. O líquido resultante desse processo foi condicionado ao processo de destilação.

E2

2.5 - Destilação

Após a filtração, iniciou-se o processo de Destilação fracionada, visto a necessidade da separação de dois líquidos com pontos de ebulição diferentes, a vinhaça e o etanol.

2.5.1- Materiais utilizados na destilação fracionada

Os equipamentos e vidrarias necessários para tal processo seguem na descrição, a saber: Balão de destilação de fundo redondo Vidrolabor 500 ml, manta Fisatom 115 V, coluna de fracionamento Vidrolabor, termômetro Equitherm 300 °C, juntas e conexões de vidro, Erlenmeyer da marca Vibrolabor, tubo condensador Allhim sem junta e oliva 500 MM, mangueiras látex, rolhas de silicone, suporte universal e fluxo de água.

2.5.2 - Processo de destilação fracionada

Para a garantia da qualidade dos cálculos qualitativos e quantitativos do material desejado, os equipamentos e vidrarias foram esterilizados com cetona PA Laborquímica. No balão de vidro, foi colocada uma quantidade de 400 ml da mistura líquida que, por sua vez, é posto na manta térmica para ser aquecido. O balão de vidro é somado a outras vidrarias, formando, assim, um destilador (Figura 6). Com auxílio de um termômetro, controlou-se a temperatura a fim de mantê-la o mais próximo possível de 78 °C a 79 °C, intervalo no qual se situa a temperatura de ebulição do etanol, possibilitando a obtenção de um destilado com maior rendimento etanólico. Segundo Perry et al. (1980), este, ao entrar na coluna de destilação que está sendo refrigerada por um fluxo de água, se condensa, passando pela coluna e depositando-se no

Erlenmeyer. Ao final do processo, o Erlenmeyer conterá o etanol, enquanto que a vinhaça continuará no balão de vidro.



Figura 6: Material sendo destilado

2.5.3 - Caracterização do destilado

Para caracterizar o álcool produzido na destilação, usamos o método de espectrometria de infra vermelho. O espectro na região do infravermelho foi realizado no Laboratório de Ciências Químicas da Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro (UENF), no município de Campos dos Goytacazes, Estado do Rio de Janeiro. O procedimento foi realizado no aparelho de Espectrofotômetro no infravermelho da Shimadzu, Modelo FTIR-8300, a fim de obter as bandas que caracterizam os modos vibracionais das ligações que constitui os grupos constituintes dessa substância.

3 - RESULTADO E DISCUSSÃO

3.1 - Caracterização dos resíduos

Segundo Schulz (2010), a polpa e as cascas da banana *Musa Cavendishii* encontradas nos resíduos total do descarte das agroindústrias de processamento de banana apresentam as propriedades físico-químicas listadas na Tabela 6.

Tabela 6: Propriedades físico-químicas da polpa e da casca da *Musa Cavendishii*

Propriedades físico-químicas	Base úmida (% UM)	
	Polpa	Casca
Umidade	70,1±0,1	88,6±0,2
Lignina	2,2±0,1	2,05±0,4
Celulose	0,98±0,08	2,18±0,03
Sacarose (Scr)	4,1± 0,4	0,1±0,1
Glicose (Glc)	7,8±1,4	1,1±0,3
Frutose (Frt)	7,3±1,9	1,1±0,3

Fonte: SCHULZ (2010)

Em estudos realizados por Mohapatra (2010), a fruta apresenta maior teor de açúcar e menos amido na polpa quando estiver madura. Com base nos estudos de Hammond et al. (1996), a maior parte dos carboidratos na banana verde apresenta-se na forma de amido, que, com seu amadurecimento, se transforma em açúcar. Para Lima et al. (2000), a polpa da *Musa cavendishii* na forma madura oferece 1% de amido e 19% de açúcares, o que é similar aos apresentados por Schulz (2010), a saber que a soma dos valores médios dos teores de frutose, glicose e sacarose seja de 19,2% MU.

Durante o processo de produção do bioálcool, também são produzidos produtos secundários como álcoois superiores, gliceróis, aldeídos e uma quantidade considerável de gás carbônico.

3.1.1 - Resíduo Sólido

Do processo de filtração, é extraído o resíduo úmido que, após a secagem em estufa, produz um resíduo sólido de grande rigidez.

De toda a biomassa residual inicial (29,1968 Kg) coletada para a realização da pesquisa, foram produzidas 4,2020 Kg de resíduo úmido pós o processo de filtração. Esse material foi posto em estufa para secagem, resultando na perda de 3,5313 Kg de água, restando apenas 670,6920 g de resíduo sólido. Supondo que a agroindústria processadora de banana transformem as quatro toneladas diária de resíduo em álcool, teríamos, ao fim da transformação, um total de 91,8856 Kg de resíduo sólido seco diariamente, tendo um acúmulo de 1,837,7120 Kg mensais e uma porcentagem em massa bem menor que os 80.000 kg de resíduo bruto mensal que são descartados atualmente, na maioria das vezes, de forma inadequada no meio ambiente, tornando a área de descarte imprópria para qualquer outra atividade.

Pacheco et al. (2006) destacam os componentes de uma mistura utilizada no cultivo de mudas empregado em sua pesquisa, conforme mostra a Tabela 7.

Tabela 7: Componentes de mistura usada como adubo no cultivo de plantas

Parâmetros	Mistura solo, areia e compostagem de resíduo de banana
Nitrogênio (g/Kg)	4,2
Fósforo (g/Kg)	0,3
Potássio (g/Kg)	7,4
Cálcio (g/Kg)	1,2
Magnésio (g/Kg)	0,9

Enxofre (g/Kg)	0,2
Ferro (g/Kg)	14,9
C orgânico	165,4
Boro (mg/Kg)	52,8
Cobre (mg/Kg)	13,9
Manganês (mg/Kg)	273
Zinco (mg/Kg)	43,7
Umidade (%)	9,4
Ph	7,4
Relação C/N	39,1

Fonte: Pacheco et al., 2006

Observando a tabela acima, nota-se que a tal mistura é benéfica para o desenvolvimento de mudas. Isso ocorre porque a utilização de substratos provenientes de resíduos orgânicos apresenta o mesmo efeito de substratos fertilizados com adubos químicos, uma vez que a matéria orgânica presente nos substratos auxilia na retenção de água e nutrientes das plantas, além de aumentar a porosidade e redução da densidade do substrato (CALDEIRA et al., 2008). Logo, esses resultados apontam a possibilidade de usar os resíduos sólidos da produção do álcool como fertilizantes.

3.1.2 - Resíduo Líquido

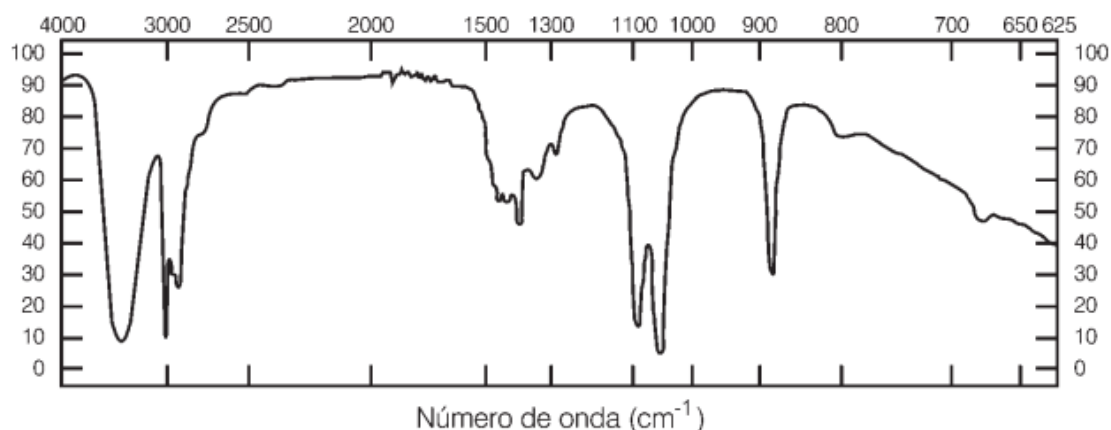
Após o processo de destilação, quando se é extraído o bioálcool, todo o líquido restante (cerca de 15.904,19 Kg por dia e 318.083,83 Kg por mês), conhecido como vinhaça, é reservado. Este apresenta uma alta demanda de oxigênio, sendo, assim, necessário um tratamento para possível reutilização. Esse resíduo proveniente da destilação pode ser usado como adubo orgânico na fertirrigação. No entanto, serão necessários alguns testes para verificação de suas propriedades para ter melhor destinação e empregabilidade.

3.2 - Produção do produto desejado: Álcool

3.2.1 - Caracterização do Destilado

As bandas que caracterizam os modos vibracionais das ligações que constitui os grupos constituintes do álcool etílico são mostradas no Gráfico 3.

Gráfico 3: Bandas e número de onda



As bandas observadas na região de 2800 a 3000 cm^{-1} referem-se ao modo vibracional dos grupos funcionais C-H, existentes nos grupos funcionais CH_2 e CH_3 . A banda que aparece em 1200 cm^{-1} é referente ao modo de vibração de vibração do grupo C-O, e o modo vibracional observado em 3400 cm^{-1} refere-se ao grupo funcional O-H. A banda em 1600 cm^{-1} caracteriza o movimento de deformação de ângulo das ligações CH_2 e CH_3 . Percebe-se que não há no espectro bandas associadas à ligação C-C, permitindo-nos afirmar que o movimento vibracional dessa ligação não afeta o momento de dipolo efetivo desse composto molecular.

3.2.2 - Rendimento

Manochio (2014) apresenta dados comparativos que permite a avaliação da produção de bioálcool a partir de matérias-primas variadas. A Tabela 8 traz uma síntese das informações expostas na literatura.

Tabela 8: Produtividade de bioálcool a partir de matérias-primas variadas

Matéria-prima	Tipo de Biomassa	Produtividade Média da biomassa (t/ha)	Rendimento Médio do etanol (l/t)
Cana-de-açúcar	Açucareira	60,00 – 120,00	90,00
Milho	Amilácea	7,5 – 10,00	460,00
Beterraba	Açucareira	50,00 – 100,00	100,00

Fonte: MANOCHIO (2014) apud BNDES e CGEE (2008)

Se tratando de raízes e tubérculos, destacamos as batatas, que apresentam 15% a 18% de componentes fermentescível. As batatas-doces possuem cerca de 22% de amido e 5% a 6% de açúcares redutores, e a mandioca contém 30% a 35%. Todos esses materiais feculentos são fontes para a produção de bioálcool. Em média, 1 tonelada de batata produz de 85 L a 95 L de álcool, ao passo que a batata doce produz até 150 L. (MACHADO; ABREU, 2006)

O teore alcoólico obtido por fermentados de banana foi de 11,28% m/m, segundo Arruda et al. (2003). Neste trabalho, foi obtido um rendimento de 1,87% m/m de bioetanol. Essa diferença, no entanto, precisa ser avaliada, pois a biomassa em questão é rejeito de agroindústria, que descarta mais cascas de fruta do que a fruta em si e as cascas apresentam baixo teor de açúcares fermentativos quando comparadas à polpa.

O rendimento de etanol proveniente de cana de açúcar é de 90 L/t (MACHADO; ABREU, 2006). Comparando os resultados de rendimento e produtividade obtidos, foi visto que uma tonelada de bananas e cascas residuais da agroindústria gera 23,2858 L de etanol por dia. Acredita-se que diferença encontrada ocorre devido ao teor de açúcares presente na biomassa. Na cana-de-açúcar, Machado e Abreu (2006) apontam que contém de 12% a 17% de açúcares totais, enquanto a concentração média de açúcar na banana é de 13,8%. Além disso, a banana apresenta em sua composição: celulose, lignina e hemicelulose. Infelizmente, a lignina apresenta pouco açúcar e reveste a hemicelulose e a celulose, dificultando a solubilidade desses em água. Outro fator a considerar, para a produção do bioetanol, é que se utilizaram mais cascas de banana do que polpa, pois a maioria das polpas é utilizada na geração de doce pela fábrica e as cascas apresentam cerca de 2,05% de lignina na casca (SCHULZ, 2010). Portanto, verifica-se como é

promissor a utilização de biomassa proveniente de descarte agroindustrial. Vale destacar, ainda, a vantagem da utilização de materiais celulósicos descartados de processos agroindustriais, como a banana, pois são de grande disponibilidade, além de ser material de baixo custo.

3.3 - Produtividade e eficiência do processo

3.3.1 - Viabilidade econômica e ambiental da produção do bioetanol de resíduos de banana

O etanol ganhou grande impulso no Brasil após o ano de 1970, devido o programa Próalcool, se tornando assim uma fonte de energia importante (RAMÍREZ, 2012).

De acordo com Chagas (2015), o etanol pode ser usado de diversas maneiras, sendo muito utilizado como combustível misturado à gasolina, em proporção obrigatória no Brasil de 20%, ou ainda no diesel, de forma opcional e que chega a aproximadamente 8%. O etanol hidratado (etanol com cerca de 5% de água) também é utilizado para combustível, sendo este vendido nos postos de abastecimento. Contudo, de acordo com a União da Indústria da Cana-de-açúcar (UNICA, 2014), o etanol também pode ser utilizado como fonte de eletricidade.

Diante disso, pode-se converter o álcool obtido dos resíduos agroindustriais de doces de banana em energia elétrica ou em combustível para uso interno da própria agroindústria.

Analisando um gerador trifásico a etanol de 42 kVA/200V, sendo constituído de um motor de combustão a gasolina, de seis cilindros igual ao de uma caminhonete Ford modelo F1000, modificado para operar com etanol, associado a um gerador da marca WEG, modelo GTA162AIVD, com os terminais de saída conectados na configuração estrela, provido de sistemas de excitação de campo e controle de velocidade automáticos (Figura 7), alcançou-se um consumo de 0,62 L por Kwh para se obter uma potência de 25,99 kW (RAMÍREZ, 2012).

Figura 7: Gerador da marca WEG, modelo GTA162AIVD



Fonte: RAMÍREZ (2009)

Desta forma, utilizando o álcool oriundo de resíduos agroindustriais de doces de bananas para alimentar esse gerador, teríamos, ao fim de cada dia, 93,13054 L de álcool sendo convertidos em 150,2105 kWh. Como essa mesma agroindústria consome em média 6.265,66 kWh de energia por mês (Tabela 9), logo, seriam necessários cerca de 1 mês, 11 dias e 2 horas de produção de álcool (convertidos em energia) para suprir sua necessidade, o que é significativo, pois economizariam R\$ 2.399,86 (Tabela 11) de energia paga a concessionária de abastecimento (EDP ESCELSA, 2015).

Da mesma forma, se analisarmos o uso dessa energia que é produzida diariamente para o abastecimento de residências, teríamos a cada três dias e 11 horas o abastecimento de uma residência rural de seis indivíduos com consumo médio de 524,166 kWh (é importante destacar que a energia dessa residência abastece também um moinho de fubá e de café, assim como também o bombeamento para irrigação da lavoura), ou seja, ao fim de um mês, a energia produzida com o bioálcool de resíduos da agroindústria de doces de banana abasteceria quase 6 casas com mesma estrutura. As Tabelas 9, 10 e 11 mostram, respectivamente, os dados de conta de energia da concessionária EDP Escelsa da agroindústria de doces de banana, os dados de conta de

energia EDP ECELSA de residência rural do mês de outubro de 2015 e o cálculo da economia da agroindústria de mariola em energia em um mês

Tabela 9: Conta de energia EDP ECELSA da agroindústria de doces de banana.

Dados Cadastrais					
Hist. Cons. (KWh)					
CRG Área Rural S/N					Ano 2015
29295-000 Comunidade / Vargem Alta - ES		Set 6571			
Classificação: 410-Rural		Ago6047			
Jul6556					
Descrição de Consumo Mês de Outubro		Jun	4857		
Metrodor:	Leit. Atu.(+)	Leit. Ante.(-)	Const.(x)	Consumo(=)	Mai 7177
ECXXXXX kWh	4XXX	3XXX	1,000	6571	Abr6386
Detalhamento de Faturamento					
Discrição		Quantidade X(TUSD + TE)			Total R\$
Importante de fornecimento de energia elétrica					XXX
Consumo BVW	6571KWh X (0,1362000+0,20035147)			2211,47	
Tributos	B. Cálculo	X	Aliquota		
PIS	3311,77	X	1,47%	3,01	
COFINS	3311,77	X	6,75%	223,54	
ICMS	3311,77	X	25%	827,94	
Consumo mês: 6571 KWh		Vencimento: 13/10/2015		Total a pagar: R\$3340,86	
Fonte: EDP ECELSA, 2015					

Tabela 10: Conta de energia EDP ECELSA de residência rural do mês de outubro de 2015.

Dados Cadastrais					
Hist. Cons. (KWh)					
CRG Área Rural S/NA	2015				
29295-000 Comunidade / Vargem Alta - ES	Set	489			
Cod. Físcal Operação 52.. – Tensão Nominal: 127 V Monofásico					Ago563
Classificação: 410-Rural	Jul464				
Descrição de Consumo Mês de Outubro					
	Jun	459			
Medidor: Leit. Atu.(+) Leit. Ante.(-) Const.(x) Consumo(=)	Mai	562			
ECQ27247 kWh	4120	3522	1,000	598	
Detalhamento de Faturamento					
Discrição	Quantidade X(TUSD + TE)				Total R\$
Importante de fornecimento de energia elétrica					225,00
Consumo BVW	598,00 KWh X (0,1322000+0,19678000)				199,13
Tributos	B. Cálculo	X	Aliquota		
PIS	225,01	X	1,34%	3,01	
COFINS	225,01	X	6,16%	13,86	
ICMS	75,00	X	12,00%	9,00	
Detalhe do Valor do Faturamento R\$					
Energia elétrica.....	107,19	Encargos Setoriais	41,38		
Transmissão.....	4,62	Impostos / Tributos	25,87		
Distribuição.....	45,94	Total:	225,00		
Consumo mês: 598 KWh Vencimento: 13/11/2015 Total a pagar: R\$225,00					
Fonte: EDP ECELSA, 2015					

Tabela 11: Cálculo da economia da agroindústria de mariola em energia em um mês

Cálculo	
Média da energia gasta em um mês.....(6265,77 KWh+ Juros)	R\$ 3340,00
Energia que o bioálcool supri em um mês.....(4506,31KWh)	R\$ 1514,12
Energia restante em um mês para ser paga.....(1759,35KWh).....	R\$ 591,14
Valor da energia restante + juros paga a ADP ECELSA em um mês	R\$ 941,83
Logo temos:	
Média da energia gasta em um mês-(menos) Valor da energia restante + juros paga a ADP ECELSA em um mês = Lucro de um mês o equivale á R\$ 2399,86	

No entanto, ao analisar o uso do álcool em pauta para o fornecimento de combustível para veículos flex, a agroindústria economizaria por mês R\$5.517,00, já que, de acordo com a Agência Nacional do Petróleo (ANP, 2015), o etanol no município de Cachoeiro de Itapemirim, Espírito Santo, apresenta um custo médio de R\$ 2,962.

3.3.2 - Eficiência do processo: Custo-benefício

As microdestilarias de álcool foram desenvolvidas para incluir pequenos agricultores no processo de produção de agroenergia sem prejudicar a produção de alimentos (COSTA; RUTZ; FREITAS, 2007). Assim, foi votado, no ano de 2011, o Projeto de Lei do Senado nº 252, que cria definitivamente o Programa de Microdestilarias de Álcool e Biocombustíveis (Promicro). Ficou definido que esta é uma unidade de produção de álcool com capacidade de até cinco mil litros diários, que atende prioritariamente aos agricultores familiares e o aproveitamento agrícola e industrial de biomassa para a autoprodução e cogeração de energia elétrica (BRASIL, 2011). Diante disso, percebe-se que a microdestilaria pode ser implantada nas agroindústrias de doce de banana visando o próprio consumo.

Baseando-se nos projetos de microdestilaria apresentada por Ramírez (2012), Silva e Nogueira (2009), foi realizado um levantamento para o custeio da instalação de uma mini usina de etanol de biomassa de banana. Logo, os equipamentos necessários estão apresentados na Tabela 12 abaixo juntamente com seu custo:

Tabela 12: Equipamentos usados para a produção de uma Microdestilaria:

Investimento			
Equipamento	Unidade	Quantidade	Valor (R\$)
Mesa de lavagem de alta pressão	Ud	1	9.500,00
Triturador	Ud	1	8.990,00
Dorna de diluição	Ud	1	1.500,00
Dorna de fermentação	Ud	4	7.000,00
Destilador	Ud	1	30.000,00
Tanque de armazenamento	Ud	1	2.000,00
Moto Bombas	Ud	2	1.300,00
Caldeira	Ud	1	15.000,00
Montagem	Ud	1	4.000,00
TOTAL:			79.290,00

Fontes: RAMÍREZ, 2009 ; Max Machine, 2015

Além do investimento dos equipamentos, segue na Tabela 13 o custo fixo mensal.

Tabela 13: Custos fixos mensais

Custos Mensais			
Item	Unidade	Quantidade	Valor (R\$)
Mão de Obra	Homem	1	788,00
Manutenção e energia	Ud	1	100,00
TOTAL:			888,00

Fontes: RAMÍREZ, 2009

Diante destas informações, podemos estabelecer relações e definir em quanto tempo a agroindústria começaria a lucrar com a instalação da microdestilaria. Logo, se o investimento fosse realizado para a produção de álcool visando a geração de energia, a agroindústria demoraria 4 anos e 4 meses para começar a lucrar. No entanto, se o álcool fosse destinado para ser usado como combustível de automóveis, o lucro começaria a ser contabilizado a partir de 1 ano e 5 meses.

Contudo, é importante destacar que o maior benefício desse processo se dá pelo aproveitamento total da matéria prima utilizada pela agroindústria (banana), deixando, assim, de descartar 80 toneladas de resíduo por mês que em sua maioria são descartados de forma inadequada, culminando em sérios problemas ambientais.

4 - CONCLUSÃO

A obtenção de etanol a partir do resíduo da agroindústria de doce de banana é tida como uma boa opção para amenizar impactos ambientais causados por este.

Utilizando de conhecimentos químicos e de metodologias específicas para a produção de álcool de banana, pôde-se obter um rendimento significativo em relação ao etanol oriundo de outras biomassas.

O produto adquirido pode ser utilizado pela própria empresa para amenizar custos, pois este pode ser convertido em energia elétrica por meio de um gerador ou ser utilizado como combustível de veículos. Ambas as opções apresentam um custo-benefício expressivo quando comparado ao investimento inicial da microdestilaria.

É importante destacar que, por mais que utilizamos os resíduos (cascas e bananas consideradas inapropriadas) para a produção do álcool, ainda temos, ao final do processo, resíduos líquidos e sólidos em menor proporção. Estes estão reservados no laboratório da Instituição de Ensino Superior São Camilo-ES para continuidade aos trabalhos do grupo de pesquisa.

5 - REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ADVFN (Brasil). **PIB Brasil 2015. 2015.** Disponível em: <<http://br.advfn.com/indicadores/pib/brasil/2015>>. Acesso em: 02 ago. 2019.

ALMEIDA, E, RIGOLIN, B. T. **Geografia Série Novo Ensino Médio.** São Paulo: Editora Ática, 2004.

ANDRIETTA, M. da G. S. et al. Bioetanol: Brasil, 30 anos na vanguarda. **Multiciência: Revista Interdisciplinar dos Centros e Núcleos da Unicamp,** Campinas, v. 1, n. 7, p.1-16, out. 2006. Disponível em: <https://www.multiciencia.unicamp.br/art02_7.htm>. Acesso em: 05 jun. 2019.

ARREDONDO, H. I. V. **Avaliação Exergética e Exergo-ambiental da Produção de Biocombustíveis.** 2009. 235 f. Dissertação (Doutorado em Engenharia Mecânica) – Universidade de São Paulo, São Paulo, 2009. Disponível em: <www.teses.usp.br/teses/disponiveis/3/3150/tde.../Versao_revisada.pdf>. Acesso em: 08 de ago. 2019.

ARREDONDO, H. I. V.; COLORADO A. A, RUIZ; J., S. O. Ethanol Production from Banana fruit and its Lignocellulosic Residues: Exergy and Renewability Analysis. **International Journal of Thermodynamics,** v. 12, n. 3, p. 155-162, sep. 2009. Disponível em: <http://webcache.googleusercontent.com/search?q=cache:jP_cxesL48MJ:ijoticat.com/article/download/1034000251/1034000233+&cd=1&hl=pt-BR&ct=clnk&gl=br>. Acesso em: 12 de ago. 2015.

BRASIL. Resolução do Conama nº 1, de 23 de janeiro de 1986. Dispõe sobre critérios básicos e diretrizes gerais para a avaliação de impacto ambiental. **Diário Oficial [da] União,** Brasília, DF, 23 jan. 1986. Seção 1, p. 2548-2549.

CAMPOREZ, P. **Agroindústria cresce no ES e aumenta renda de produtores.** G1. ES, 2015. Disponível em: <<http://g1.globo.com/espírito-santo/agronegocios/noticia/2015/10/agroindustria-cresce-no-es-e-aumenta-renda-de-produtores.html>>. Acesso em: 02 ago. 2019.

CALDEIRA, M. V. W. et al. Uso do resíduo de algodão no substrato para produção de mudas florestais. **Revista Acadêmica Ciências Agrárias e Ambientais,** Curitiba, v. 6, n. 2, p. 191-202, abr./jun. 2008.

CEPA - Centro de Socioeconomia e Planejamento Agrícola. Epagri, governo do estado de Santa Catarina. **Síntese Anual da Agricultura de Santa Catarina 2008-2009.** Disponível em: <www.cepa.epagri.sc.gov.br/Publicacoes/sintese_2009/banana_2010.pdf>. Acesso em: 03 jun. 2019.

CHAGAS, P. **Obtenção de produtos de conversão da glicerina por tratamento com catalisadores de nióbio e suas caracterizações por RMN**. 2010. 159 f. Dissertação (Mestrado em Química) – Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2010.

DEBAPRIYA, D.; SUKUMAR, M.; ADHIKARI, B. Reclaiming of rubber by a renewablere source material (RRM): II. Comparative evaluation of reclaiming process of NR vulcanizate by RRM and diallyl disulfide. **Journal of Applied Polymer Science**, v. 73, n. 14, p. 2951-2958, 1999.

DENIS, L; BENATTI, C. T. Utilização de resíduos industriais para a produção de artefatos cimentícios e argilosos empregados na construção civil. **Revista de Agronegócios e Meio Ambiente**, v. 1, n. 3, p. 405-418, 2008.

EMBAIXADA DO BRASIL EM TÓQUIO. **Desenvolvimento Industrial: Indústria de Etanol**. Disponível em: <http://www.brasemb.or.jp/portugues/info/industry_ethanol.php>. Acesso em: 28 jul. 2019.

ENBRI. **Development of a frame work for environmental assessment of building materials and components** (ENBRI Proposal to European Community BRITE EURAM Program). ENBRI, 1994.

EPE - Empresa de Pesquisa Energética. **Análise de Conjuntura dos Biocombustíveis 2014**: Produção de etanol bate recorde. Disponível em: <<http://www.epe.gov.br/Petroleo/Paginas/Produ%C3%A7%C3%A3odeetanolcr escepelos3%C2%BAanoconsecutivoebaterrecorde.aspx>> Acesso em: 12 out. 2019.

FAO. **FAOSTAT**. Disponível em: <<http://faostat.fao.org>> Acesso em: 27 de jul 2019.

FIORAVANÇO, J. C. Mercado mundial da banana: Produção, comércio e participação brasileira. **Informações Econômicas**, São Paulo, v. 33, n. 10, p. 16-27, 2003. Disponível em: <<http://www.iea.sp.gov.br/OUT/publicacoes/pdf/tec2-1003.pdf>> Acesso em: 16 ago. 2019.

FUNDAÇÃO BANCO DO BRASIL. **Desenvolvimento Regional Sustentável: Fruticultura Banana**. Brasília, 2010. Disponível em: <<http://www.bb.com.br/docs/pub/inst/dwn/Vol3FruticBanana.pdf>> . Acesso em: 18 jul. 2019.

GAZOLLA, M.; PELEGRINI, G. Novos mercados da agricultura familiar: o caso das pequenas unidades produtoras de alimentos. In: SCHNEIDER, S. GAZOLLA, M. **Os atores do desenvolvimento rural**: perspectivas teóricas e práticas sociais. Porto Alegre: Editora da UFRGS, 2011. p. 133-150

GIFFONI, P. de O.; LANGE, L. C. **A utilização de borra de fosfato como matéria-prima alternativa para a fabricação de tijolos.** Engenharia Sanitária e Ambiental, Rio de Janeiro, v. 10, n. 2, 2005.

GOVERNO DE MINAS (Minas Gerais). **Perfil da Fruticultura 2014:** Base de dados de 2012 e 2013. Disponível em: <http://www.agricultura.mg.gov.br/images/files/perfil/perfil_fruticultura_2014.pdf> Acesso em: 15 jun. 2019.

IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Censo agropecuário de 2006.** Sistema IBGE de Recuperação Automática (SIDRA). 2007. Disponível em: <<http://www.sidra.ibge.gov.br/bda/pesquisas/ca/>> . Acesso: 10 jul. 2019.

IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Estatísticas: Geociências.** Disponível em: <http://downloads.ibge.gov.br/downloads_estatisticas.htm>. Acesso em: 04 jun. 2019.

IPEA - Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada. **O Perfil da Agroindústria Rural no Brasil:** Uma análise com base nos dados do Censo Agropecuário 2006. Brasília: Ipea, 2013. 86 p. Disponível em: <<http://www.ufrgs.br/pgdr/arquivos/resultpesq/4.pdf>>. Acesso em: 16 ago. 2019.

JORNAL GLOBO. **Brasil tem 312 mil indústrias com um ou mais funcionários, diz IBGE.** G1. São Paulo, 21/06/2013. Disponível em: <<http://g1.globo.com/economia/noticia/2013/06/brasil-tem-312-mil-industrias-com-um-ou-mais-funcionarios-diz-ibge.html>>. Acesso em: 01 jul 2015.

LIMA, U. de A. et al. **Biotecnologia industrial:** processos fermentativos e enzimáticos. São Paulo: Edgard Blücher, 2001.

LIMA, U. de A. et al. **Tecnologia das Fermentações.** São Paulo: Blucher, 1975.

MACHADO, C. M. M.; ABREU, F. R. e. Produção de álcool combustível a partir de carboidratos. **Revista de Política Agrícola**, Brasília, n. 3, p. 64-78, jul./set. 2006. Disponível em: <<https://seer.sede.embrapa.br/index.php/RPA/article/viewFile/510/461>>. Acesso: 03 nov. 2019.

MANOCHIO, C. **Produção de Bioetanol de cana-de-açúcar, milho e beterraba:** uma comparação dos indicadores tecnológicos, ambientais e econômicos. 2014. 35 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Engenharia Química) – Universidade Federal de Alfenas, Poços de Caldas, 2014. Disponível em: <http://www.unifal-mg.edu.br/engenhariaquimica/system/files/imce/TCC_2014_1/Carolina%20Manochio.pdf>. Acesso em: 01 de nov. 2019.

MIOR, L. C. **Agricultores familiares, agroindústrias e redes de desenvolvimento rural**. Chapecó: Argos, 2005. 338 p.

NAUMOFF, A. F.; PERES, C. S. Reciclagem de matéria orgânica. In: PANOSSIAN, Z. **Corrosão e proteção contra corrosão em equipamentos e estruturas metálicas**. São Paulo: Instituto de Pesquisas Tecnológicas, 2000.

OLIVEIRA, J. A. V. de, PREZOTTO, L. L.; VOIGT, L. **Diagnóstico e potencial das agroindústrias familiares do Estado do Rio Grande do Sul**: relatório de estudo especial. Florianópolis: Cooperativa dos Engenheiros Agrônomos de Santa Catarina, 2002.

OMC - Organização Mundial do Comercio. Disponível em: <<https://www.wto.org/>> Acesso em: 27 de jul 2019.

ONU - Organização das Nações Unidas. **Agronegócio e desenvolvimento do empreendedorismo rural**. Disponível em: <<http://www.unido.org/agro.html>>. Acesso em: 19 jul. 2019.

ONUBR - Organização das Nações Unidas Brasil. **ONU: Crescimento industrial mundial fica mais lento devido às sanções econômicas recíprocas**. 2014. Disponível em: <<http://nacoesunidas.org/onu-crescimento-industrial-mundial-fica-mais-lento-devido-a-sancoes-economicas-reciprocas/>>. Acesso em: 12 ago. 2019.

PAIXÃO, J. F. da. et al. **Diagnóstico dos Resíduos Sólidos Industriais**: Relatório de Pesquisa. Brasília: Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada, 2012. Disponível em: <http://ipea.gov.br/agencia/images/stories/PDFs/relatoriopesquisa/120927_relatorio_residuos_solidos_industriais.pdf>. Acesso em: 01 jun. 2019.

PERRY, R. H.; CHILTON, C. H. **Manual de Engenharia Química, Guanabara Dois, 5ª edição, tradução de Horácio Macedo, Luiza M. Barbosa e Paulo Emídio de F. Barbosa**. Rio de Janeiro, 1980. 547 p.

PINTO, E. **Ketchup de goiaba**: Pesquisadores no RN desenvolvem um produto nutritivo e medicinal. Barcelona Portal Virtual - RN. Disponível em: <<http://www.barcelona.educ.ufrn.br/pomar.htm>> Acesso em: 07 jun 2019.

QUEIROZ, T. **Lixo orgânico**: Qual o problema? Recicloteca, 2010. Disponível em: <<http://www.recicloteca.org.br/filmes/lixo-organico-qual-o-problema/>> Acesso em: 03 jun 2019.

RAMÍREZ, K. de L. A. S. **Produção de energia elétrica a partir de etanol de cana de açúcar com vista a aplicações em comunidades**. 2012. 103 f. Tese (Doutorado em Engenharia Agrícola) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 2012.

RÊGO, E; CARVALHO, E; ANDRADE, M. O. de. **Fundamentos, reflexões e experiências em Educação Ambiental**. João Pessoa: Editora Universitária, 2006.

ROSSI, W. **A sustentabilidade da agricultura brasileira**. 2011. Disponível em:
<http://www.brasilagro.com.br/index.php?noticias/visualizar_impressao/14/34714>. Acesso em: 15 out. 2019.

ROSSO, S. R. **Aproveitamento do resíduo da agroindústria da banana: caracterização química e levantamento de parâmetros termodinâmicos**. 2009. 164 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Alimentos) – Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2012.

SANTOS, A. B. dos.; RÊGO, G. G. F. do.; SILVA, A. de M. e. Fermentação alcoólica: um processo biológico. **Química: ciência, tecnologia e sociedade**, Rio Grande do Norte, v. 2, n. 2, p. 16-24, 2013. Disponível em:
<<http://periodicos.uern.br/index.php/qcts/article/viewFile/1148/641>>. Acesso em: 05 ago. 2019.

SCARTAZZINI, L. S. **Utilização do Biorreator Airlift na Pré-Fermentação do Mosto de Uva**. Universidade Federal de Santa Catarina. 2001. 75 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Química) – Universidade Federal de Santa Catarina, Santa Catarina, 2001.

SCHLITTLER, L. A. F. S. **Mapeamento do conhecimento tecnológico da cadeia produtiva do etanol de segunda geração por rota bioquímica**. Escola de química Universidade Federal do Rio de Janeiro. RJ, 2012.

SCHULZ, M. A. **Produção de bioetanol a partir de rejeitos da bananicultura: polpa e cascas de banana**. 2010. 103 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Processos) - Universidade da Região de Joinville, Joinville, 2010.

SENA, F. H. S. de. et al. Compostagem com Cascas de Banana: Uma Solução para a Cidade de Janaúba/MG. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE AGROECOLOGIA, 7., 2011, Fortaleza. **Resumos...** Fortaleza: Associação Brasileira de Agroecologia, 2011.

SILVA, F. A. M. S.; VIDAL, T. C. M.; SILVA, R. B. **Compostagem de resíduos das agroindústrias da banana e pupunha no Vale do Ribeira – SP**. Vitória, 2009. Disponível em:
<<http://www.fundagres.org.br/biossolido/images/COMPOSTAGEM/05.pdf>>. Acesso em: 08 de ago. 2019.

SILVA, R. et al. Aplicações de fibras lignocelulósicas na química de polímeros e em compósitos. **Química Nova**, São Paulo, v. 32, n. 3, p. 661-671, 2009. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1590/S0100-40422009000300010>>. Acesso em: 03 de ago. 2015.

SILVA, T. et al. Banana fonte de energia. In: MOSTRA NACIONAL DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA E TECNOLÓGICA INTERDISCIPLINAR, 3., 2009, Camboriú. **Anais...** Camboriú: Instituto Federal Catarinense, 2009.

SILVA, J. de S.; NOGUEIRA, R. M. **Memorial descritivo:** microdestilaria de álcool combustível. 2009. Disponível em: <<http://docslide.com.br/documents/mini-usina-alcool-memorial-descritivo.html>> Acesso em: 15 nov. 2019.

SOCIEDADE NACIONAL DE AGRICULTURA. Alunos de Engenharia Química Produzem etanol a partir da casca da banana. **A Lavoura**, n. 674, p.12, out. 2009. Disponível em: <http://issuu.com/organicsnet/docs/revista_a_lavoura_674>. Acesso em: 11 jul. 2019.

SOUZA, O. et al. Energia alternativa de biomassa: bioetanol a partir da casca e da polpa de banana. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v. 16, n. 8, p. 915-921, 2012. Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?pid=S141543662012000800015&script=sci_arttext>. Acesso em: 10 de ago. 2019.

UNICA - União da Indústria da Cana-de-açúcar. **Escassez de chuva:** cana-de-açúcar é alternativa para geração de energia elétrica. Disponível em: <<http://www.unica.com.br/na-midia/9585364920341693540/escassez-de-chuva-por-cento3A-cana-de-acucar-e-alternativa-para-geracao-de-energia-eletrica/>> Acesso em: 15 nov. 2019.

VIEIRA, L. M. **Brasil é o terceiro maior produtor de banana.** 2015. Disponível em: <<http://www.revistacampoenegocios.com.br/brasil-e-o-terceiro-maior-produtor-de-banana/>>. Acesso em: 03 jun. 2019.

Danieli Grancieri Debona
Hudson da Costa Siqueira Bernardo
Miliam Polonini Moreli Peçanha
Otoniel de Aquino Azevedo
Caio Henrique Ungarato Fiorese
Gilson Silva-Filho
Gabrielli Machado Bindeli

PRODUÇÃO DE ÁLCOOL A PARTIR DE RESÍDUOS DA PRODUÇÃO DE DOCE DE BANANA

*PROPOSTA DE BENEFÍCIO ECONÔMICO
E RESPONSABILIDADE AMBIENTAL*