

## *Produção de bioetanol com base em cascas da manga espada verde (mangifera indica l.)*

*Production of bioethanol from mango peels green sword (mangifera indica l.)*

*Ana Cristina Alves Lins Maia<sup>1</sup>, José Alves de Lima Neto<sup>2</sup>, João Paulo Borges de Queiroz<sup>3</sup>, Jerdmiler Gomes de Paiva<sup>4</sup> e Andreza Tainá de Sá Soares<sup>5</sup>*

**RESUMO:** Nos últimos anos, a produção de biocombustíveis se tornou uma opção cada vez mais viável para a diminuição do uso de combustíveis fósseis, em escala mundial, tendo em vista que o uso exacerbado desses hidrocarbonetos, desenvolve uma ação nociva e poluente ao meio ambiente. Visando esse fato, o presente trabalho comprovou a viabilidade da produção de etanol a partir das cascas da manga, devido ao modo que esses resíduos vegetais são descartados sem nenhum aproveitamento energético. Nesse sentido, tal matéria orgânica foi submetida aos processos de secagem, pesagem, trituração, peneiração e hidrólise ácida, a qual foi realizada em três temperaturas, para fins comparativos, são elas 40, 60 e 80 °C. Após cada hidrólise, as soluções foram colocadas para fermentar, cada uma com 2% de fermento biológico (*Saccharomyces cerevisiae*), do total da solução. Em seguida, foi feita a fermentação alcoólica e realizado um cálculo do rendimento de etanol, o que resultou em uma estimativa teórica da quantidade de etanol produzida por tonelada da biomassa, neste caso, sendo a casca de manga. O melhor rendimento se apresentou a 80 °C, com 175,09 litros de etanol por tonelada de casca de manga.

**Palavras – chave:** Biocombustíveis. Bioetanol. Casca de manga. Fermentação. Hidrólise ácida.

**ABSTRACT:** In recent years, the production of biofuels has become an increasingly viable option for reducing the use of fossil fuels on a global scale, given that the excessive use of these hydrocarbons is harmful and polluting to the environment. With this in mind, this study proved the viability of producing ethanol from mango peels, given the way in which this vegetable waste is discarded without any energy use. In this sense, this organic material was subjected to the processes of drying, weighing, crushing, sieving and acid hydrolysis, which was carried out at three temperatures for comparative purposes, namely 40, 60 and 80 °C. After each hydrolysis, the solutions were put into fermentation, each with 2% of the total solution containing biological yeast (*Saccharomyces cerevisiae*). Alcoholic fermentation was then carried out and the ethanol yield calculated, resulting in a theoretical estimate of the amount of ethanol produced per ton of biomass, in this case mango peel. The best yield was found at 80 °C, with 175.09 liters of ethanol per ton of mango peel.

**Keywords:** Biofuels. Bioethanol. Mango peel. Fermentation. Acid hydrolysis.

**DOI:** 10.18378/rbga.v18i1.11252

<sup>1</sup>Formada em Contabilidade, pós-graduada em Gestão Pública e atualmente cursa Pedagogia. Atua nas áreas de administração e educação, com interesse em políticas públicas e gestão educacional. E-mail: cristinaalves.lm@gmail.com;

<sup>2</sup>Técnico em biocombustíveis pelo Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio Grande do Norte, campus Apodi. Atualmente cursando bacharelado em Engenharia de Petróleo pela Universidade Federal Rural do Semi-Árido. E-mail: jadlnalves@gmail.com;

<sup>3</sup>Mestrando em Gestão e Sistemas Agroindustriais pela Universidade Federal de Campina Grande, Pombal, Paraíba. Email: jpborges@gmail.com;

<sup>4</sup>Mestrando em Administração pela Universidade Federal Rural do Semi-Árido. E-mail: paiva.jerdmiler@ifrn.edu.br;

<sup>5</sup>Mestranda em Administração pela Universidade Federal Rural do Semi-Árido e Contadora. E-mail: andrezatainasoares@gmail.com.

## 1 INTRODUÇÃO

Os combustíveis fósseis, como petróleo, gás natural e carvão, são fontes de energia que têm sido amplamente utilizadas no mundo inteiro. No entanto, esses combustíveis têm impactos ambientais significativos, incluindo a emissão de gases de efeito estufa, como dióxido de carbono e metano, que contribuem para o aquecimento global e as mudanças climáticas. Outro fator é a dependência mundial dos combustíveis fósseis, que também tem implicações econômicas e políticas significativas (DE SOUSA, 2007).

O petróleo é o principal combustível fóssil atualmente, e apesar dos esforços governamentais de todo o mundo para reduzir a dependência desse elemento, ele continua sendo o combustível mais utilizado em todo o mundo. A cada dia que passa os danos ambientais devido ao uso desses combustíveis aumentam, uma vez que o consumo é crescente. Desse modo, com o fito de amenizar essa situação, outras fontes de energia devem ser criadas (SANTOS, 2013).

Os biocombustíveis, através de sua síntese advinda de biomassa renovável e de uma queima menos nociva à natureza, apresentam uma solução limpa para a situação gerada pelas altas emissões de carbono, desde o início da revolução industrial, até a intensificação do uso de combustíveis fósseis nos últimos cem anos (DE ANDRADE et al., 2010). O bioetanol, por exemplo, tem sua inserção significativa como combustível, em território brasileiro, na década de 1970, com o lançamento do PROÁLCOOL,

almejando amenizar a forte dependência humana de hidrocarbonetos como fonte de combustível. Contudo, somente nas três décadas, que compõem o final do século XX e início do XXI, o âmbito sustentável é posto como pauta principal, com a assinatura do Protocolo de Quioto, e a preocupação com o aumento das temperaturas globais submetem o ser humano a desenvolver métodos ambientalmente agradáveis de usufruir dos mais diversos setores da sociedade, em especial, do ramo automobilístico (DE CARVALHO, 2014).

Com o surgimento das problemáticas voltadas às causas ambientalmente amigáveis aliado ao desperdício de biomassa lignocelulósica cria-se uma alternativa para a diminuição da emissão de Gases do Efeito Estufa na atmosfera, o bioetanol. Ademais, é válido postular o pioneirismo brasileiro quando se trata da produção de frutas na América, dentre elas a manga, essa na qual a casca não tem um aproveitamento primordial na agroindústria, descartada após a despulpagem do fruto. Contudo, tal matéria-prima poderia ser aproveitada e certo valor atribuído a esse subproduto da manga, tendo em vista a quantidade de celulose e hemicelulose presentes nesta que se mostra interessante à produção do bioetanol (CARLOS et al., 2020).

Nesse sentido, o presente trabalho tem como principal objetivo avaliar as cascas de manga como produtora de etanol, visando pluralizar a matriz energética brasileira com o uso de fontes renováveis de energia, minimizando também o uso de hidrocarbonetos, nocivos ao meio ambiente.

## 2 REFERENCIAL TEÓRICO

### 2.1 MATRIZ ENERGÉTICA BRASILEIRA

De acordo com Korzeniewicz (2021) para realizar uma melhor análise da situação energética do Brasil, é válido salientar uma diferenciação entre matriz energética de produção e matriz energética de consumo. Tal explanação favorece o entendimento do Brasil como um país, que necessita da pluralização de suas fontes energéticas, tanto no aspecto de produção quanto no consumo nacional de energia.

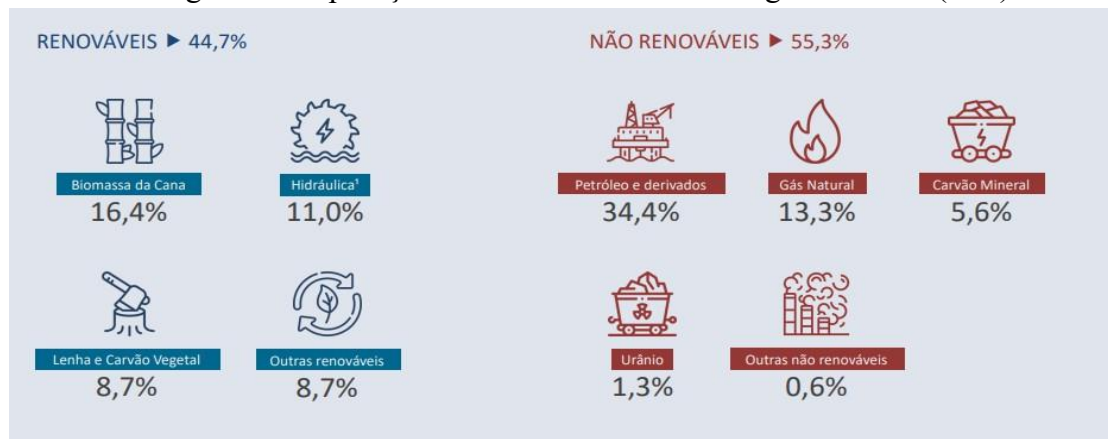
#### 2.1.1 Matriz energética de produção

Segundo a Empresa de Pesquisa Energética (EPE, 2018) a matriz energética de um país pode ser definida como o conjunto de fontes de energia, as quais esse detém e utiliza como forma de suprir à demanda de produção e consumo energético gerados pela sociedade e seus setores. A matriz energética de produção brasileira apresenta, em sua composição, uma utilização majoritária de fontes combustíveis não renováveis, sendo o petróleo e seus derivados, os principais desses suprimentos de energia utilizados no Estado, que compõe 34,4% da Repartição da Oferta Interna de Energia (OIE), no ano de 2021 (EPE, 2022).

A matriz energética global depende menos do petróleo, quando comparada com o Brasil, considerando que o percentual de participação desse hidrocarboneto representa 29,5% de sua composição. Todavia, o diferencial brasileiro se encontra na utilização significativa dos recursos renováveis como fonte energética indicando, uma menor produção de energia advinda de combustíveis fósseis em âmbito geral, assim, como constam os dados do relatório do Balanço Energético Nacional (BEN), onde tais recursos renováveis compõem 44,7% da matriz energética brasileira (EPE, 2018; EPE, 2022).

Os dados apresentados na Figura 1 explanam uma predominância da produção de energia brasileira através dos combustíveis fósseis, justificada pela exportação intensa de petróleo realizada pelo país. Contudo, mesmo que o consumo desse tipo de energia não seja efetuado no território brasileiro, os prejuízos dessa utilização não sustentável reverberam em escala global (KORZENIEWICZ, 2021).

Figura 1 - Repartição da Oferta Interna de Energia no Brasil (OIE) 2021

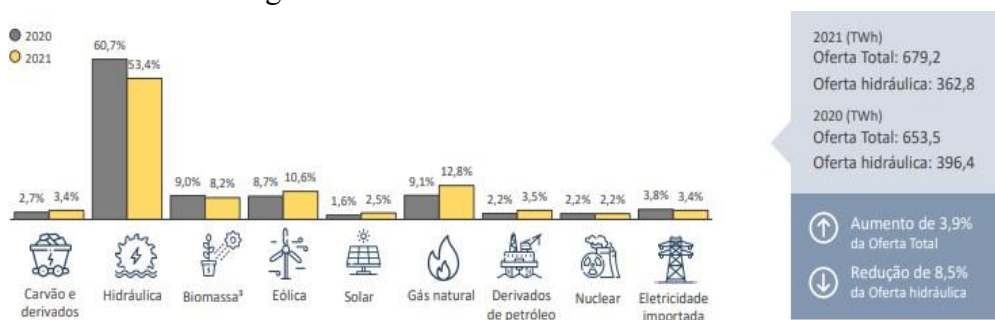


Fonte: EPE, 2022

### 2.1.2 Matriz energética de consumo

A matriz energética de consumo, corresponde as fontes de energia responsáveis somente pela produção de energia elétrica consumida no Brasil, ou seja, relacionada a produção e consumo nacionais internos de eletricidade, o que a torna parte da matriz energética de produção. A análise da matriz energética de consumo no país é muito positiva, pois suas fontes são, em sua grande maioria, renováveis, com uma forte presença das gerações de energia elétrica advinda de hidrelétricas, que correspondem a 53,4% da produção total do país, ilustrados na Figura 2, abaixo (EPE, 2018; EPE, 2022; KORNIEWICZ, 2021).

Figura 2 - Matriz elétrica brasileira no ano de 2021



Fonte: EPE, 2022

Contudo, apesar desse aspecto renovável estar atrelado a uma produção significativamente mais sustentável de eletricidade, a utilização exacerbada das hidrelétricas, no Brasil, pode revelar pontos negativos pautáveis. Para além dos reveses ecológicos que implicam na destruição da fauna e flora e o grande espaço de

tempo destinado à construção dessas usinas, ainda se postula uma instabilidade econômica e energética, ligada a possíveis condições meteorológicas adversas, como uma escassez hídrica, que diminuem as atividades dessas geradoras de energia, fazendo com que a matriz renovável tenha um déficit no país e sua produção seja mais cara. Além disso, essa forte dependência vai de encontro com as propostas realizadas na 21ª Conferência das Partes (COP 21), que tem em vista reduzir as emissões de Gases do Efeito Estufa (GEE) e pluralizar as matrizes energéticas dos países componentes, com fontes renováveis de energia, inserido, em especial, biocombustíveis (FERRAZ et al., 2017).

## 2.2 COMBUSTÍVEIS FÓSSEIS

Os combustíveis fósseis são a principal fonte de energia utilizada mundialmente, representando mais de 70% da demanda energética mundial (FOGAÇA et al., 2014). Formados pela decomposição da matéria orgânica, os combustíveis fósseis são uma grande classe de combustíveis não renováveis que levam milhões de anos para se formar.

Apesar de ainda serem predominantemente utilizados, a queima destes combustíveis emite monóxido de carbono (CO), dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>), metano (CH<sub>4</sub>) e partículas sólidas de sulfato, resultantes do processo de oxidação de dióxido de enxofre (SO<sub>2</sub>). Além disso, os combustíveis fósseis não são sustentáveis, ou seja, o que a longo prazo afetam o meio ambiente em proporções mundiais. Dentre os combustíveis fósseis, há três tipos principais, sendo eles: o petróleo, o carvão e o gás natural.

### 2.2.1 Petróleo

O termo petróleo designa uma grande variedade de misturas de hidrocarbonetos e outros compostos orgânicos, de diversas massas moleculares. Obtidos através da destilação fracionada do petróleo bruto em torres de fracionamento. Os combustíveis à base de petróleo - gasolina, óleo diesel, querosene - são os mais utilizados nas frotas veiculares sejam automotivas, marítimas ou aéreas (LUCCHESI, 1998).

### 2.2.2 Carvão

O carvão mineral é um combustível fóssil sólido formado a partir da matéria orgânica de vegetais depositados em bacias sedimentares. Por ação de pressão e temperatura em ambiente sem contato com o ar, em decorrência de soterramento e atividade orogênica, os restos vegetais ao longo do tempo geológico se solidificam, perdem oxigênio e hidrogênio e se enriquecem em carbono, em um processo denominado carbonificação. O mineral é principalmente utilizado para geração de energia elétrica por meio de usinas termelétricas e geração de calor no setor industrial (BORBA, 2001).

### 2.2.3 Gás natural

Sendo a terceira fonte de combustível fóssil mais utilizada no mundo, o gás natural é uma mistura de hidrocarbonetos leves que, à temperatura e pressão atmosféricas ambientes, permanece no estado gasoso. Na natureza, ele é originalmente encontrado em acumulações de rochas porosas no subsolo. (DOS SANTOS et al., 2007).

## 2.3 BIOCMBUSTÍVEIS

Segundo Liu et al. (2021), os biocombustíveis faziam parte do cotidiano humano, antes mesmo do uso do petróleo e seus derivados, principalmente para iluminar e aquecer. Contudo, com a chegada dos primeiros automóveis produzidos em larga escala pela Ford nos Estados Unidos, no início do século XX, gerou-se uma demanda exacerbada de bioetanol, utilizado para abastecer os veículos vendidos pela empresa. Então, a necessidade constante desse combustível tornou clara a insuficiência do esquema de produção de etanol da

época, pois esse não atendia tal demanda. Nesse contexto, o petróleo é inserido fortemente na indústria dos combustíveis, até sua crise no começo da década de 1970, o que impulsionou novamente o uso do etanol nos Estados Unidos da América.

No Brasil, o uso do petróleo foi influenciado na década de 1950, com a criação da Petrobrás, que inicialmente pretendia ampliar sua produção no país, visando tornar mínima as importações do hidrocarboneto. Contudo, o aumento do preço do petróleo, com a crise de 1970, também levou a economia brasileira a tentar desenvolver atividades nacionais relacionadas ao petróleo, no que tange sua busca em território canarinho, o que demonstrou o potencial brasileiro de desenvolver extrações offshore, ou seja, retirada do combustível fóssil em águas marinhas profundas ou ultra profundas. Em 2006, o Brasil se encontrava autossuficiente no quesito da produção de petróleo, mas a problemática em pauta se tornou o desgaste do meio ambiente, dado, principalmente, pelo uso exacerbado de hidrocarbonetos, e essa problemática perdura até a atualidade (GONÇALVES et al., 2019).

Os biocombustíveis, então, se apresentam como formas alternativas de energia ambientalmente agradáveis que podem substituir completa ou parcialmente a presença dos combustíveis fósseis no cenário energético mundial. Esse tipo de combustível verde é uma opção promissora para suprir tal demanda, pois, sua geração é acessível, principalmente no caso do Brasil, considerando sua extensão territorial e seu clima, que favorecem o desenvolvimento e geração de biomassa, essa sendo a principal matéria-prima utilizada para a produção de biocombustíveis (ANP, 2019; VIDAL, 2019).

As preocupações ambientais na modernidade, são as principais inibidoras do uso de combustíveis fósseis, pois as altas emissões de GEE causadores do aquecimento global, que assolam a fauna e flora mundiais, se apresentam em patamares alarmantes. Além disso, estudos realizados em áreas da engenharia química com os processos de fermentação se apresentam como alternativas positivas para um futuro sustentável. Vale ressaltar que, implantar e difundir os biocombustíveis como fonte energética, também mantém a matriz energética brasileira diversificada, protegendo essa de possíveis crises energéticas como a do petróleo e a crise hídrica brasileira (LIU et al., 2021).

Segundo a Agência Nacional do Petróleo, Gás Natural e Biocombustíveis, ANP (2020), o Brasil é pioneiro na utilização de bioetanol, fabricado através da fermentação de açúcares. O álcool, além de aditivo da gasolina, pode substituir sua utilização totalmente, caso o motor utilizado seja por ignição por centelha, também conhecidos como motores Ciclo Otto, o que destaca o bioetanol entre os demais biocombustíveis. Ademais, seu uso pode estimular a economia nas áreas rurais, pressupondo um aumento na quantidade de empregos nesses territórios, o que o torna um atrativo social, ambiental e econômico, principalmente, no que se refere ao bioetanol de segunda geração (GUIMARÃES et al., 2019; ROBAK et al., 2018).

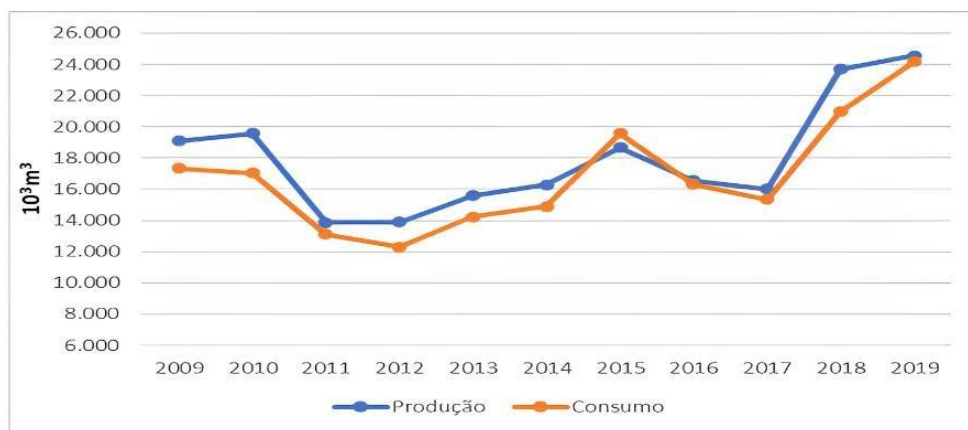
## 2.4 BIOETANOL

O etanol (álcool hidratado) é um biocombustível obtido através da fermentação controlada e da destilação de resíduos vegetais que possui uma crescente representatividade no mercado energético desde os anos 70, com o Programa Nacional de Álcool, conhecido como Proálcool. A principal matéria-prima do etanol é a cana-de-açúcar; mas o biocombustível pode ser obtido a partir do milho, beterraba, mandioca, batata e entre outras biomassas (CBIE, 2018).

### 2.4.1 Bioetanol no Brasil

O bioetanol possibilitou ao Brasil uma menor dependência dos combustíveis fósseis e tornou o Brasil referência mundial em tecnologias de produção de bioetanol. Esse biocombustível tem representado no país um importante papel econômico, social e ambiental, com estudos e políticas de sua expansão no país e para o resto do mundo, visando substituir a gasolina. Como forma de visualizar o que foi supracitado, tem-se a Figura 3 abaixo (DO AMARAL, 2021).

Figura 3 - Produção e consumo de etanol hidratado no Brasil, 2009-2019



Fonte: EPE, 2020

Apesar da sua inserção na matriz energética brasileira ao longo dos anos, o etanol ainda se encontra pouco utilizado frente aos combustíveis não renováveis, em função da baixa autonomia que o etanol confere aos veículos (DO AMARAL, 2021).

#### 2.4.2 Proálcool

Visando a grande produção de álcool por meio da cana de açúcar em potencial no Brasil e a grande crise energética devido a dependência de combustíveis fósseis prejudiciais à vida humana de diversas formas, aliado a grande demanda de novas fontes de energia renováveis e limpas, o Programa Nacional do Álcool (Proálcool) surge com intuito de produzir álcool para uso de veículos, entretanto, fatores como a estabilização do preço do barril de petróleo e a falta de gerência nas usinas junto da retirada dos subsídios, levaram a interrupção do programa (DE ANDRADE et al., 2009).

#### 2.4.3 Etanol de segunda geração

O etanol de segunda geração (também chamado de etanol 2G) é um biocombustível produzido a partir dos resíduos que são descartados do processo produtivo do etanol de primeira geração e também de resíduos vegetais lignocelulósicos. Como principais, destacam-se a palha e o bagaço da cana-de-açúcar e polpas e cascas de algumas frutas. No entanto, também podem ser utilizados resíduos de beterraba, trigo ou milho (PROPEQ, 2020).

### 2.5 BIOMASSA

Biomassa é toda matéria orgânica de origem animal ou renovável, que pode ser utilizada na produção de energia. A biomassa, para fins energéticos, é classificada em três categorias: florestal, agrícola e rejeitos urbanos e industriais. O potencial energético de cada um desses grupos depende tanto da matéria-prima quanto das tecnologias utilizadas no processamento. As razões pela qual a geração de energia da biomassa é tão buscada são: a redução da dependência energética e econômica de combustíveis fósseis como petróleo e carvão mineral e a diminuição das emissões dos Gases de Efeito Estufa (DA SILVA et al., 2021).

#### 2.5.1 Biomassa lignocelulósica

As biomassas lignocelulósicas são uma alternativa aos materiais açucarados que, atualmente, são muito utilizados na produção de etanol, estes sendo considerados vantajosos em relação aos demais métodos, pois, são uma fonte de energia renovável, sendo assim, não agredem o meio ambiente. Além disso, não competem com a

agricultura voltada para alimentação. Essas biomassas são compostas, principalmente, por uma estrutura aromática denominada lignina e polímeros de carboidratos, homopolissacarídeos denominada celulose, e heteropolissacarídeos denominados de hemicelulose. Contudo, a aplicação dos materiais lignocelulósicos requer etapas de pré-tratamento que promovem o fracionamento dos seus principais constituintes. A combinação de diferentes tipos de pré-tratamento é explorada visando aumento da recuperação dos açúcares e a liberação de substâncias com potencial ação inibitória ao metabolismo microbiano, que atrapalham a eficiência e produtividade do processo fermentativo (SANTIAGO, 2017).

## 2.5.2 Biomassa como alternativa sustentável

A questão energética é interdisciplinar, afetando não apenas o consumo local, mas também o nacional e o mundial. A produção de energia requer cada vez mais a implementação de novos caminhos, incluindo a utilização de fontes alternativas e renováveis. Além dos combustíveis fósseis, outras formas de energia precisam ser consideradas, tais como a energia nuclear, hidroelétrica, solar e geotérmica. Dentre as fontes alternativas, destaca-se a biomassa, que, apesar de ser considerada uma fonte primitiva, tem ganhado importância no cenário energético devido ao fato de ser limpa e renovável, atendendo às necessidades atuais de preservação ambiental. A utilização da biomassa contribui para a redução da emissão excessiva de gases poluentes na atmosfera, o que tem sido uma questão relevante nas discussões ambientais. A biomassa pode ser utilizada de várias formas, incluindo a contribuição orgânica de resíduos sólidos urbanos, bem como a produção de biocombustíveis sólidos, líquidos e gasosos. Atualmente, muitos países têm realizado pesquisas com o objetivo de aprofundar os conhecimentos sobre a extração de energia limpa e renovável, buscando encontrar as melhores formas de utilização da biomassa e de outras fontes alternativas de energia. Esse interesse nessa fonte energética tem dado ênfase, principalmente, nessa área de biocombustíveis, com a produção do bioetanol (MANTOVANI et al., 2022).

## 2.6 A FRUTICULTURA BRASILEIRA

O Brasil possui uma produção brasileira de frutas ultrapassa as 41 milhões de toneladas, ocupando em média 2,6 milhões de hectares, e possui um baixo índice de exportação. Dentre todas as regiões produtoras destacam-se o sudeste e nordeste, pois, essas possuem os resultados mais expressivos quando se fala de polos fruticultores tropicais, exemplos desses polos são os de Juazeiro na Bahia, Petrolina em Pernambuco, no vale do São Francisco, e o de Mossoró no Rio Grande do Norte. Dessas produções os destaques são a manga, melão, uva, banana e abacaxi. Quanto às regiões do centro-oeste destacam-se banana, limão, manga e mamão. Sendo manga e mamão os cargos chefes na produção e na exportação (FONSECA, 2022).

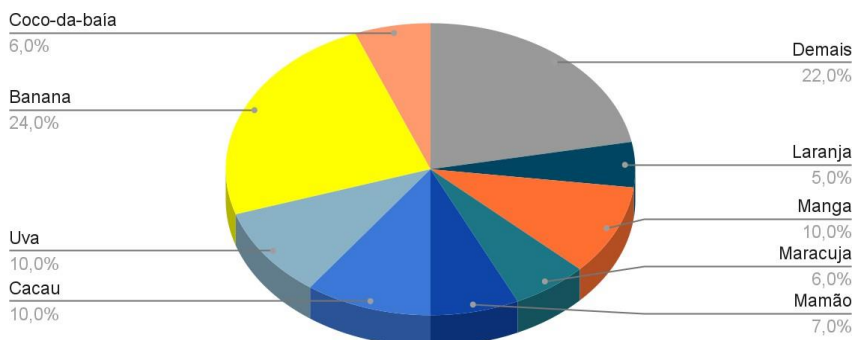
Além disso, de acordo com a Projeção do Agronegócio do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), presente no site da ABRAFRUTAS (2022), estima as maiores produções do ano de 2022 e para a próxima década, na qual é postulado um crescimento para a banana, uva e manga com aumentos de respectivamente 5,8%, 12,2% e 23,7%.

### 2.6. Fruticultura nordestina

O Brasil foi o terceiro maior produtor mundial de frutas no ano de 2016, com sua produção de frutas ficando atrás apenas da China e da Índia. Ainda no Brasil, no Nordeste apesar das dificuldades climáticas regionais, e restrição hídrica, essa região corresponde a 27% da produção nacional. Alguns fatores que explicam o alto desempenho da fruticultura no Nordeste são a luminosidade, umidade do ar e condições climáticas. (VIDAL; XIMENES, 2016).

Em 2020, a produção de banana foi a principal atividade frutícola explorada na área de atuação do BNB, estando presente em todos os estados e respondendo por 24% do valor total da produção de frutas. Além disso, a uva, a manga e o cacau também apresentaram participações significativas no valor da produção de frutas na região, cada uma com aproximadamente 10%, conforme mostra a Figura 4 (VIDAL, 2022).

Figura 4 - Principais culturas de frutas encontradas no Nordeste brasileiro



Fonte: Vidal, 2022

## 2.7 MANGA

A manga é uma fruta tropical originária da Ásia, especificamente do sul da China e do nordeste da Índia. Ela se espalhou para outras partes do mundo, como a África, América Latina e Caribe, e é amplamente cultivada hoje em muitos países tropicais. A história da manga é antiga, com relatos de seu cultivo datando de pelo menos 2000 a.C. na Índia. A fruta foi levada para a África pelos comerciantes árabes no século IX e para a América Latina pelos espanhóis no século XVI (MORTON, 1987).

### 2.7.1 Produção brasileira de manga

A produção de manga no Brasil é uma das mais importantes do mundo, sendo o segundo maior produtor global, atrás apenas da Índia, tendo uma média de 23 toneladas por hectare. A maior parte da produção ocorre na região Nordeste, especialmente nos estados de Pernambuco, Bahia e Ceará. Existem diversos tipos de manga produzidos no país, incluindo Tommy Atkins, Palmer, Haden e Espada (IBGE, 2019).

### 2.7.2 Manga espada

Uma das cultivares brasileiras mais antigas e comuns, é o cultivar de manga espada. A árvore é muito vigorosa, de porte elevado e muito produtiva. O fruto é verde intenso ou amarelo-esverdeado, de tamanho médio (em torno de 300 g), com casca lisa e espessa. A polpa tem muita fibra e coloração amarelada. Possui sabor de regular para bom (com teor de sólidos solúveis em torno de 18° Brix) e tem lugar de destaque no mercado interno; responde ao manejo da indução floral com o uso de paclobutrazol. É muito utilizada como porta-enxerto e a semente é poliembriônica, coberta com fibras (MOUCO et al., 2010).

## 2.8 RESÍDUOS DA AGROINDÚSTRIA

Os resíduos agroindustriais no Brasil representam um problema ambiental significativo devido à abundante carga gerada pelo setor agrícola. Esses resíduos incluem restos de colheita e outros subprodutos do processamento de alimentos. Se não gerenciados adequadamente, eles podem contaminar solos e corpos d'água, além de emitirem gases de efeito estufa e contribuir para a degradação da biodiversidade. Alguns exemplos de resíduos agroindustriais comuns no Brasil incluem bagaço de cana-de-açúcar, casca de arroz de mandioca e até cascas de manga (ALENCAR et al., 2020).

### 2.8.1 Casca de manga como resíduo

A casca de manga é um dos resíduos agroindustriais gerados em grande quantidade no Brasil, devido à importância da cultura da manga para a economia nacional. A casca de manga é gerada durante o processamento



de frutas para a comercialização e contém uma abundância de nutrientes, como fibras, proteínas, minerais e compostos antioxidantes. No entanto, esses resíduos são frequentemente descartados, representando uma perda de recursos valiosos e contribuindo para o problema de resíduos no país. Algumas possibilidades de aproveitamento dessa casca incluem a utilização como adubo orgânico e como fonte de energia na produção de bioetanol (DE LIMA et al., 2022).

## 2.9 FATORES IMPORTANTES NA FERMENTAÇÃO ALCOÓLICA

A fermentação alcoólica é um processo microbiológico, que acontece sem a presença de oxigênio, como parte essencial do processo de sobrevivência de organismos anaeróbios, tendo em vista que sua principal função, no que diz respeito à vida desses seres, que é a geração de energia em forma de adenosina trifosfato (ATP), através da metabolização de açúcares. Tal processo, apresenta como subprodutos o CO<sub>2</sub> e o álcool etílico, sendo esse último de interesse social, econômico e ambiental, em especial, por suas propriedades energéticas. Contudo, por se tratar de uma atividade microbiológica, a fermentação depende de diversos fatores que implicam diretamente na atuação desses microrganismos, fatores esses que estão fortemente relacionados com o ambiente ideal para a permanência desses seres no sistema de fermentação, o que torna imprescindível dedicar uma atenção especial a essas variáveis, as quais são, em especial, a temperatura, o potencial hidrogeniônico (pH) e a presença de nutrientes e inibidores (DE GÓES- FAVONI et al., 2018).

### 2.9.1 Temperatura

A temperatura, em definição, é uma medida que representa a energia cinética média das moléculas componentes da matéria. Tal fator é fundamental na atividade microbiológica, pois os seres vivos têm uma faixa de temperatura, a qual lhes permite um melhor desenvolvimento e atuação de seu metabolismo. Dessa forma, no caso da fermentação, o controle da temperatura durante seu acontecimento se faz de importante fator, pois, além de garantir um melhor rendimento da produção, poderá atuar como inibidora de agentes contaminantes, os quais atrapalham no processo fermentativo (SANTOS, 2022; NAVES et al., 2010). No caso da fermentação alcoólica realizada com a *Saccharomyces cerevisiae*, De Góes-Favoni (2018) afirmou que a temperatura ideal, teoricamente se enquadra na faixa entre 26 °C a 35 °C.

### 2.9.2 Potencial hidrogeniônico (pH)

O pH é uma escala sem dimensão, que representa a atividade do íon hidrônio em uma solução, indicando as características dessa, no que tange a sua alcalinidade ou acidez. Dessa forma, quanto menor o valor encontrado na solução maior será a acidez, analogamente quanto maior o valor do potencial hidrogeniônico maior a alcalinidade da solução. Vale ressaltar, que a solução avaliada se encontra em pH neutro, quando tal escala apresentar o valor 7 (SANTOS, 2022).

Sua influência durante a fermentação é significativa, pois, garantir um pH adequada no mosto, controla a contaminação bacteriana, influencia na velocidade do processo e ainda na formação de subprodutos. A faixa adequada para manter o pH está entre 4,5 e 5,5 (VELOSO, 2019).

### 2.9.3 Presença de nutrientes e inibidores

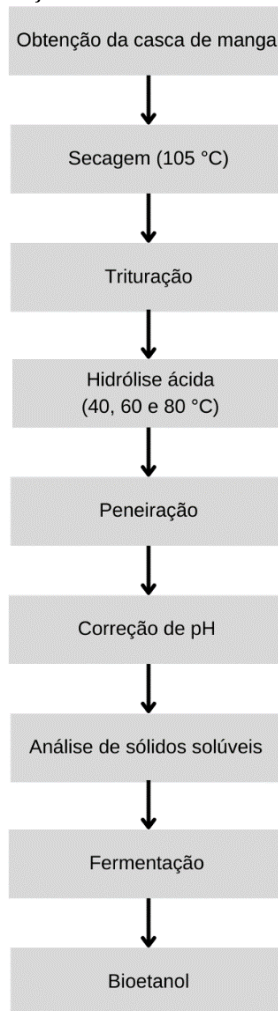
A quantidade de nutrientes no mosto é um fator importante, que se relaciona diretamente com o rendimento da fermentação, afetando a velocidade e a multiplicação das leveduras. Então, a avaliação dos níveis de nutrientes na solução é muito importante, pois concentrações muito altas ou baixas demais podem afetar na eficiência do processo, principalmente no segundo caso, considerando que a falta de nutrientes compromete o metabolismo dos agentes fermentadores (PEREIRA et al., 2020).

A criação de um ambiente favorável à reprodução das leveduras presentes no fermento biológico, a fim de garantir uma produção favorável de etanol, torna o mosto, destinado à fermentação, apto de possíveis contaminações por parte de outros micro-organismos, que inibem e afetam a atividade e o rendimento das leveduras. A presença de organismos contaminantes no mosto, pode diminuir a quantidade de nutrientes nesse e assim aumentar sua acidez e gerar subprodutos indesejáveis. Nesse sentido, manter o processo de infecção na fermentação alcoólica menor ou igual 105 células/ mL, com tratamentos com ácido sulfúrico no creme de levedura e até o uso de antibióticos, visando o controle bacteriano, pode ser crucial para uma boa produção de bioetanol (DE GÓES-FAVONI et al., 2018; VELOSO, 2019).

### 3 METODOLOGIA

A metodologia utilizada para a realização de todos os experimentos deste trabalho baseia-se nos métodos descritos por Carlos et al. (2020). Abaixo, na Figura 5, o fluxograma dos processos realizados.

Figura 5 - Fluxograma da produção de bioetanol através da casca de manga



Fonte: autoria própria (2023)

#### 3.1 OBTENÇÃO DA BIOMASSA

A coleta das mangas in natura foi realizada na região apodiense, pelos próprios discentes. Com o intuito de garantir uma maior eficácia dos processos seguintes, foram selecionados frutos com cascas em melhores

condições. Após a obtenção, elas foram removidas com o uso de facas convencionais de cozinha, e cortadas em pedaços iguais, visando facilitar a secagem. Na Figura 6, a espécie da manga utilizada no trabalho.

Figura 6 - Manga espada-verde



Fonte: arquivo pessoal (2023)

### 3.2 SECAGEM

A secagem foi realizada em uma estufa com circulação forçada de ar a 105°C, apresentada na Figura 7. Com o auxílio de bandejas de aço, as cascas de manga foram colocadas no equipamento, assim como mostra a Figura 8. A secagem foi realizada, pois, com a maior parte da água presente na composição da matéria-prima sendo retirada, a obtenção do pó da casca é facilitada.

Figura 7 - Estufa com circulação forçada de ar



Fonte: arquivo pessoal (2023)

Figura 8 - Cascas de manga após 1 hora na estufa



Fonte: arquivo pessoal (2022)

### 3.3 PESAGEM

A pesagem das cascas de manga foi efetuada com elas in natura e após a secagem, visando constatar uma massa constante da biomassa, que indicaria a quantidade água que foi evaporada de composição.

### 3.4 TRITURAÇÃO

Nesse trabalho, após a obtenção da massa constante, as cascas secas foram levadas a um moinho de facas de modelo STAR FT-50, tipo Willye, conforme a Figura 9, para que essas fossem processadas e transformadas em pó, desse modo, possibilitando a realização da etapa de hidrólise ácida. O pó das cascas está apresentado na Figura 10.

Figura 9 - Moinho de facas



Fonte: arquivo pessoal (2023)

Figura 10 - Pó da casca de manga



Fonte: arquivo pessoal (2022)

### 3.5 HIDRÓLISE ÁCIDA

Para a hidrólise ácida foi utilizada uma solução de ácido clorídrico (HCl) a 1%, por ser a concentração com resultados mais satisfatórios (CARLOS et al., 2020). A quantidade de biomassa utilizada na hidrólise seguiu

a proporção de 15 mL de solução ácida para 1 g de pó de casca (CARLOS et al., 2020). Contudo, após uma avaliação dos orientadores, constatou-se que a quantidade de ácido era muito alta.

A solução ácida foi produzida, adicionando-se a um balão volumétrico de 250 mL já contendo certa quantidade de água destilada, 2,5 mL de ácido clorídrico, logo depois, completando o volume da solução com água destilada até a marcação indicada na vidraria.

Foram realizados três ensaios de hidrólise por duas horas com temperaturas diferentes, assim como mostrado na Tabela 1. A influência do aquecimento na etapa de hidrólise foi analisada com a variação de 20 °C entre as temperaturas, conforme as instruções dos orientadores. Nos experimentos, foi utilizado um agitador magnético com aquecimento, disponível no laboratório do IFRN, conforme a Figura 11.

Tabela 1 - Hidrólises realizadas

Experimento	Temperatura (°C)
1	40
2	60
3	80

Fonte: autoria própria (2023)

As hidrólises se diferenciaram no quesito temperatura. A solução foi deixada em agitação e aquecimento constantes durante duas horas. As temperaturas foram alteradas em intervalos de 20 °C, para fins comparativos.

Figura 11 - Agitador magnético com aquecimento



Fonte: arquivo pessoal (2023)

### 3.6 PENEIRAÇÃO

No presente experimento, a peneiração foi realizada com uma peneira convencional devido à espessura do líquido resultante da hidrólise, que impossibilitou o uso de filtros de papel. Abaixo, na Figura 12, a peneira utilizada no processo.

Figura 12 - Peneira convencional



Fonte: arquivo pessoal (2023)

### 3.7 PRODUÇÃO DE BIOETANOL

#### 3.7.1 Correção de pH

No experimento, a correção do pH foi realizada com hidróxido de sódio (NaOH) e para essa etapa pesou-se cerca de 3g da base inicialmente e ao final da sua utilização realizou-se outra pesagem, visando mensurar a quantidade dessa, que foi adicionada à solução. A correção do pH do hidrolisado foi feita, visando a eficiência da atividade microbológica e para isso esse deve ser deixado entre 4 e 5, valores esses que foram constatados através do uso de fitas de pH disponibilizadas nos laboratórios do campus IFRN de Apodi. A quantidade de hidróxido de sódio utilizada na correção do pH variou entre valores de 1,1g e 1,7g de base, sendo essa adicionada diretamente ao hidrolisado.

#### 3.7.2 Análise de sólidos solúveis (°Brix)

Para medir os sólidos solúveis na solução foi utilizado um refratômetro digital da marca Hanna de tipo HI 96801. Tal medição é essencial no rendimento da fermentação, considerando que a presença desses açúcares na solução hidrolisada está diretamente relacionada com a atividade microbológica no mosto. Abaixo a Figura 13, que apresenta o refratômetro utilizado.

Figura 13 - Refratômetro

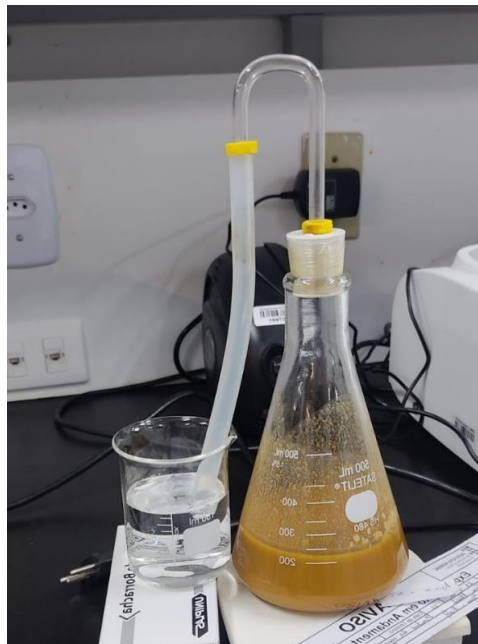


Fonte: arquivo pessoal (2023)

### 3.7.3 Fermentação

Inicialmente, antes do processo de fermentação foram realizadas pesagens com antecedência para que posteriormente fosse retirada a diferença entre as massas, após 24 horas. A fermentação teve início quando a solução hidrolisada se encontrava com o pH entre 4 e 5, e com a quantidade de sólidos solúveis adequada para a realização do processo, a qual segundo Do Espírito Santo et al. (2017), se encontra na faixa de 5 °Brix. O sistema, no qual ocorreu a fermentação, mostrado na Figura 14, foi inspirado em um, montado por Pavia et al. (2009). Para a realização dessa etapa foi utilizada a levedura *Saccharomyces cerevisiae* comprada em mercados da região apodiense.

Figura 14 - Sistema de fermentação



Fonte: arquivo pessoal (2022)

Vale ressaltar que a escolha da *Saccharomyces cerevisiae* como agente fermentador se deu, principalmente, pela facilidade de aquisição dessa e a grande gama de conhecimentos que estão disponíveis na



literatura acerca desse microrganismo, assim como afirmado por Parapouli (2020), o que o torna mais conhecido e acessível para a experiência realizada no presente trabalho.

Além disso, no que tange à quantidade de fermento, segundo Paiva et al. (2023), corresponde a 2% da quantidade de solução hidrolisada disponível após o aquecimento.

### 3.7.4 Cálculos do rendimento teórico de etanol

Como forma de avaliar e catalogar o rendimento dos processos efetuados, foi realizada uma série de cálculos.

O primeiro passo no cálculo do rendimento do etanol gerado pela fermentação foi a constatação da quantidade de dióxido de carbono liberado conforme a Equação 1.

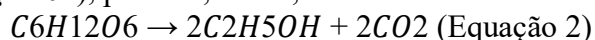
$$mCO_2 = m_{inicial} - m_{final} \text{ (Equação 1)}$$

$$mCO_2 = m_{inicial} - m_{final} \text{ (Equação 1)}$$

Onde:

- $mCO_2$ : Massa de  $CO_2$  (g);
- $m_{inicial}$ : Massa do sistema antes da fermentação (g);
- $m_{final}$ : Massa do sistema depois da fermentação (g).

Determinada a massa de  $CO_2$  e considerando os coeficientes da equação de fermentação balanceada (Equação 02), pode-se, assim, obter o valor da massa do etanol teórico gerado.



Através dessa equação, confirma-se que a quantidade de matéria do dióxido de carbono gerado na fermentação é igual ao de etanol, ou seja, ao encontrar a quantidade em massa de  $CO_2$ , através da variação no peso do sistema é possível constatar o valor que se refere à quantidade de matéria, tanto do gás carbônico quanto do etanol. Assim como mostra a Equação 3, com o cálculo da quantidade de matéria do etanol.

$$n_{C_2H_5OH}$$

$$= \frac{m_{C_2H_5OH}}{M_{C_2H_5OH}}$$

(Equação 3)

Onde:

- $n_{C_2H_5OH}$ : Quantidade de matéria do etanol (mol);
- $m_{C_2H_5OH}$ : Massa do etanol (g);

●  $MM_{C_2H_5OH}$ : Massa molar do etanol (g/mol).

Com a quantidade de matéria do etanol, consegue-se constatar a massa desse em gramas, através da Equação 3. Esse valor se faz importante, pois com ele, obtém-se o volume teórico de etanol produzido, a partir da Equação 4, que corresponde a um rearranjo da equação da densidade. Nesse sentido, usa-se a densidade do etanol (0,789 g/mL).

$$V_{C_2H_5OH}$$

$$= \frac{m_{C_2H_5OH}}{\rho_{C_2H_5OH}} \text{ (Equação 4)}$$

Onde:

- $V_{C_2H_5OH}$ : Volume de etanol produzido (mL);
- $m_{C_2H_5OH}$ : Massa do etanol (g);
- $\rho_{C_2H_5OH}$ : Densidade do etanol (g/mL).

Ao se obter o volume de etanol produzido na fermentação, consegue-se constatar o rendimento teórico do etanol, em relação a quantidade de biomassa utilizada, de acordo com a Equação 5. Contudo, tal equação fornecerá um rendimento em mL/g, então é necessário transformar o valor em L/Tonelada, a fim de se ter um valor mais adequado de análises comparativas, sendo necessário a multiplicação do resultado gerado da equação abaixo, por 1000.

$$R = \frac{V_{C_2H_5OH}}{m_{\text{casca de manga}}} \times 1000 \text{ (Equação 5)}$$

Onde:

- $R$ : Rendimento de etanol (L/Ton);
- $V_{C_2H_5OH}$ : Volume de etanol (L);
- $m_{\text{casca de manga}}$ : Quantidade biomassa utilizada no processo (Ton).

#### 4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Com o intuito de avaliar o comportamento das cascas de manga em diferentes metodologias de produção de etanol, o presente artigo atesta resultados distintos e compara essa biomassa com outras matérias-primas também produtoras de álcool, visando consolidar o potencial energético do subproduto da manga, em questão.

#### 4.1 INFLUÊNCIA DE DIFERENTES TEMPERATURAS

Para a compreensão da produção do etanol através da hidrólise ácida com aquecimento, foram realizados três diferentes experimentos com temperaturas distintas. Com intuito de comparar os resultados desses, a Tabela 2 demonstra, os diferentes aspectos das soluções, após a hidrólise aquecida e a suas respectivas variações de massa após a fermentação.

Tabela 2 - Diferenças entre os experimentos

Experimentos	Temperatura da hidrólise (°C)	Tempo de Fermentação (h)	Teor de Sólidos solúveis (°Brix)	Variação de massa do sistema (g)
01	40	24	6,1	1,6
02	60	24	7,6	1,8
03	80	24	7,7	2,2

**Fonte:** autoria própria (2023)

A Tabela 2 demonstra as diferenças entre os três experimentos realizados em 24 horas de fermentação, nos quesitos: temperatura de hidrólise, sólidos solúveis e a variação da massa do sistema.

O primeiro experimento realizado, correspondente a hidrólise efetuada a 40 °C, que apresentou um teor de sólidos solúveis acima do avaliado por Do Espírito Santo et al. (2017), no qual os autores constataram um teor de sólidos solúveis de 5°Brix. Uma menor variação na massa do sistema, respectiva ao experimento 1, foi constatada, o que tornou tal ensaio o de menor rendimento teórico de etanol.

O experimento 2, correspondente a hidrólise efetuada a 60 °C, obteve um resultado intermediário na variação de CO<sub>2</sub>, em comparação com os demais ensaios realizados. Seu brix, assim como mostrado, ainda se encontrou dentro do esperado, apesar de seu rendimento de etanol teórico intermediário.

O experimento 3, correspondente a hidrólise efetuada a 80 °C, obteve os melhores resultados entre os demais. Além disso, o seu teor de sólidos solúveis apresentou 2,7°Brix acima do constatado por Do Espírito Santo et al. (2017), conseqüentemente sua produção de bioetanol foi a maior.

Assim como mostrado acima, as diferenças nas temperaturas resultaram em uma concentração maior dos açúcares, avaliados com a medição dos sólidos solúveis das soluções antes da fermentação. Após o processo fermentativo, a variação de massa do sistema, entre os experimentos 1 e 3, apresentou aumento gradativo, seguindo uma proporção, na qual um teor de sólidos solúveis representou uma maior variação de massa, o que já era esperando, levando em consideração à melhor atividade microbológica em um sistema com maior quantidade de açúcares fermentescíveis.

#### 4.2 COMPARAÇÃO DO RENDIMENTO TEÓRICO DE ETANOL

Através do uso dos cálculos de rendimento demonstrados na metodologia, nas Equações 4 e 5, do presente trabalho, tendo como principal objetivo mensurar a quantidade de etanol teórica a ser produzida e a importância de fatores como °Brix e a temperatura da hidrólise em cada experimento foi possível avaliar os resultados conforme esses processos são demonstrados na Tabela 3.

Tabela 3 - Valor teórico de etanol produzido

Experimentos	Temperatura da hidrólise (°C)	Volume teórico de etanol gerado(mL)	Razão (mL/g)	Razão(L/ton)
01	40	2,12278	0,1273665	127,3665
02	60	2,38815	0,1432864	143,3864
03	80	2,91881	0,1750912	175,0912

Fonte: autoria própria (2023)

Na Tabela 3, as hidrólises apresentaram resultados gradativamente melhores na medida em que a temperatura aumentou. Tais resultados e a comparação com os valores constatados por De Nascimento (2022), em sua pesquisa sobre a produção de bioetanol através das cascas e da polpa da banana (166,6 L/ ton, seu melhor resultado), e Martins (2015), em sua pesquisa sobre a produção de etanol através da beterraba (100 L/ ton), permitem avaliar a casca de manga como uma matéria-prima promissora na produção de bioetanol.

Vale ressaltar, que as avaliações do etanol são teóricas, pois, para a realização da análise mais precisa da quantidade de álcool gerada, seria necessário o uso de uma coluna de destilação, a qual o campus não dispõe.

#### 4 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Considerando as complexidades existentes no ser humano e em todas as suas fases de desenvolvimento, destaca-se a importância de conhecer caminhos necessários para que ocorra uma maior interação entre o educador e aluno, sendo a Psicomotricidade uma delas, já que ela uni todos enquanto ensina, diminuindo drasticamente a discrepância que existia entre professores e alunos, e maneira que seja possível haver ensino e aprendizagem eficientes, em que ocorra a exploração de habilidades motoras no desenvolvimento de suas aulas e principalmente inclusão para todas as crianças, que sejam adaptas as suas necessidades específicas e portadoras de deficiências, formando uma sociedade mais justa e igualitária, em busca de uma melhor qualidade de vida para seus alunos, com muita equidade e respeito.

Neste sentido está monografia conta com um capítulo conclusivo que trata da importância dos movimentos e profissionais da aprendizagem, ligada a construção de uma relação afetiva e de qualidade para ambas as partes envolvidas sejam elas pelos estímulos sensoriais, que desencadeiam afeto e carinho entre educador e educando, ou pelos simples fato de

proporcionar maior entendimento do público alvo, fazendo uso da Psicomotricidade e das diversas vantagens listadas acima sobre sua utilização tanto dentro quanto fora das salas de aulas, no processo de ensino e de aprendizagem.

Acredita-se que o estudo e discussão sobre a psicomotricidade são essenciais como um caminho para uma prática docente centrada no desenvolvimento integral do aluno e foi enumerada expressivas vantagens dessas metodologias inovadoras, por se possível considerar uma realidade mutável e cheia de novas experiências que vão se enquadrar de acordo com cada indivíduo, no decorrer de todo o processo de ensino e aprendizagem, relacionada a suas necessidades individuais e coletivas.

O processo psicomotor passou a ser um dos meios que ligam a saúde a educação e dessa maneira se conclui que além de todos esses fatores a Psicomotricidade, melhorando a vida ativa dos pais e alunos e de todos os membros da escola e a sociedade, ainda envolve diversos fatores sociais e indispensáveis ao convívio em conjunto, sendo está de fato ligado diretamente como agente motivador no processo de ensino e aprendizagem, assim como um conjunto de ações capazes de incluir as crianças com necessidades especiais no processo educacional e promover uma interação de verdade entre eles e os demais alunos.

Sendo esse o ponto mais forte para que essa Psicomotricidade seja defendida e explicada cada dia mais nas salas de aulas, para que se atinja públicos e se criem compreensões, analisadas a partir de leituras e resultados de pesquisa, que nos deram a oportunidade de aprender que por mais que os movimentos sejam simples, eles ensinam e desenvolvem o ser em questão.

A sala de aula se torna o palco para o desenvolvimento sensorial e motor, porém essa ampliação inicia desde o nascimento da criança, quando ela chaga na fase da escola, irá aperfeiçoar ou descobrir técnicas, essas irão ajudar as novas habilidades.

Assim o movimento, a Psicomotricidade, a escola, a casa e o meio social devem ser trabalhados de forma unida, em prol de um processo de desenvolvimento do corpo.

## REFERÊNCIAS

ABRAMOVICH, Fanny. Literatura infantil: Gosturas e bobices. São Paulo: Scipione, 1989.

ALMADA, D. Arte: esta brincadeira é coisa séria. Revista Criança do Professor de Educação Infantil. Brasília: Ministério da Educação, n.32, 1999.

ALVES, Lynn. Relações entre jogos digitais e aprendizagem: delineando percurso. In: Educação, Formação & Tecnologias, vol.1(2); pp. 3-10, novembro de 2008, disponível no URL: <http://eft.educom.pt>.

ALVES, Rubem. O desejo de ensinar e a arte de aprender. Campinas: Fundação Educar D. Paschoal, 2004.

ANDRADE, A.; LUFT, B.C.; ROLIM, M. K. S. B. O desenvolvimento motor, a maturação das áreas corticais e a atenção na aprendizagem motora. Revista Digital, Buenos Aires, año 10, n. 78, p. 1-1, 2004. Disponível em: <http://www.efdeportes.com/efd78/motor.htm>

BARRETO, Sidirley de Jesus. Psicomotricidade, educação e reeducação. 2.ed. Blumenau: Livraria Acadêmica, 2000.

BETTELHEIM, Bruno. A psicanálise dos contos de fada. 14. ed. São Paulo: Paz e Terra, 2000.

BRASIL. Parâmetros curriculares nacionais: Educação física Secretaria de Educação Fundamental. Brasília: MEC/SEF 1997.

BRASIL. Parâmetros curriculares nacionais: Educação física Secretaria de Educação Fundamental. Brasília: MEC/SEF 2000.

BRASIL. Parâmetros curriculares nacionais: Educação física Secretaria de Educação Fundamental. Brasília: MEC/SEF 2019.

BRASIL, Secretaria de Educação Fundamental. Parâmetros Curriculares Nacionais: introdução. Brasília: MEC/SEF, 1997.

BRASIL. Parâmetros curriculares nacionais: Educação física Secretaria de Educação Fundamental. Brasília: MEC/SEF 1997.

BRASIL. Constituição Federal 1988. Constituição da República Federativa do Brasil. Brasília: Senado Federal, 1988. BRASIL. MINISTÉRIO DA AÇÃO SOCIAL. Estatuto da Criança e do Adolescente – Lei 8069/90. Brasília: Ministério da Ação Social, 1990.

BRASIL. MINISTÉRIO DA JUSTIÇA. Secretária dos Direitos Humanos. Departamento da Criança e do Adolescente. Plano Nacional de Enfretamento da Violência Sexual Infanto-juvenil. Coleção Garantia de Direitos. Série Subsídios. Tomo V. 3. ed. Brasília: SEDH/DCA, 2002.

BRASIL. MINISTÉRIO DA PREVIDÊNCIA E ASSISTÊNCIA SOCIAL. Secretária de Estado da Assistência Social. Diretrizes do Programa de Combate ao Abuso e à Exploração Sexual de Crianças e Adolescentes: Programa “Sentinela”. Brasília: SEAS, 2001.

BRASIL. MINISTÉRIO DO DESENVOLVIMENTO SOCIAL E COMBATE À FOME. Secretária Nacional de Assistência Social. Norma Operacional Básica de Recursos Humano/SUAS. Brasília, 2006.

BUSS PM. Globalização, pobreza e saúde. Cien Saude Colet 2007; 12(6):1575-1589.

- CAMPOS, Dinah Martins de Souza. “Psicologia da aprendizagem”. 30ª Ed. São Paulo: Editora Contexto, 1987.
- CASTELLS, M. A sociedade em rede. 8. ed. Rio de Janeiro: Paz e Terra, 1999. v.1. [ Links ]
- CONCEIÇÃO, J. F. “Como entender o excepcional deficiente mental”. Rio de Janeiro: Rotary Club, 1984.
- CURY, Augusto. “Pais brilhantes, professores fascinantes”. Rio de Janeiro: Sextante, 2003.
- FREIRE, João Batista. Educação de corpo inteiro. Teoria e prática da Educação Física. São Paulo: Scipione, 1991. Série Pensamento e ação no magistério.
- FREIRE, Paulo. Pedagogia do Oprimido. Rio de Janeiro: Paz e Terra, 2011.
- \_\_\_\_\_. Pedagogia da autonomia: saberes necessários à prática educativa. 7. Ed. Rio de Janeiro: paz e terra. 1998. (coleção leitura).
- FRITZEN, Celdon; CABRAL, Gladir da Silva (Org.). Infância: Imaginação e Infância em debate. Campinas: Papirus, 2007. (Coleção Ágere).
- GIL, Antônio Carlos. Métodos e técnicas de pesquisa social. 4. ed. São Paulo: Atlas, 1994.
- GIL, A. C. Como elaborar projetos de pesquisa. 5. ed. São Paulo: Atlas, 2010.
- GÓES, Lucia Pimentel. Introdução à literatura infantil e juvenil. 2. Ed. São Paulo: Pioneira, 1991.
- GUERRA, Yolanda. ; Forti, Valéria. . “Na prática a teoria é outra?”. In: Yolanda Guerra e Valéria Forti. (Orgs.). Serviço Social: temas, textos e contextos. 1. ed. Rio de Janeiro: Lumen Juris Editora, 2010.
- GUERRA, Yolanda. Instrumentalidade no trabalho do assistente social. In: Capacitação em Serviço Social e Política Social. Mod. 04: O trabalho do assistente social e as políticas sociais. Brasília: UNB/CEAD, 2000.
- \_\_\_\_\_. A Instrumentalidade do Serviço Social. 6. ed. São Paulo, Cortez, 2007.
- GADOTTI, Moacir. Perspectivas Atuais da Educação. São Paulo em Perspectivas, 2000.
- GIL, Antônio Carlos. Métodos e técnicas de pesquisa social. 4. ed. São Paulo: Atlas, 1994.
- GIL, A. C. Como elaborar projetos de pesquisa. 5. ed. São Paulo: Atlas, 2010.
- GOMES, S. S. Brincar em Tempos Digitais. Presença Pedagógica, Belo Horizonte, n. 113, p. 44-51, 2013.
- GOMES, Elaine Messias. Uma experiência com o uso da Lousa Digital Interativa por profissionais da educação infantil. ETD, Campinas, 2011.
- GREGOLIN, I. V. (Org.). Linguagem, educação e virtualidade [online]. São Paulo: Editora UNESP; São Paulo: Cultura Acadêmica, 2009. p.29-51. Disponível em: <Disponível em: <http://books.scielo.org/id/px29p/pdf/soto-9788579830174-03.pdf>>. Acesso em: 20 Ago. 2023.
- HAYDT, Regina. CHAUI, Marilena. Ensaio: Ética e Violência. In: FUNDAÇÃO PERSEU ABRAMO. Teoria & Debate. out-dez/1998. Disponível em: . Acesso em 22 SET, 2023.
- \_\_\_\_\_. Violência e Serviço Social: notas críticas. Revista Katálysis, 2008, vol.11, no.2, p.265-273.
- Célia Cazaux. “Didática I”. Ed. 8ª. São Paulo: Ática, 2006.
- KYRILLOS, Michel Habib M.; SANCHES, Tereza Leite. Fantasia e criatividade no espaço lúdico: educação física e psicomotricidade. In: ALVES, Fátima. Como aplicar a psicomotricidade: uma atividade multidisciplinar com amor e união. Rio de Janeiro: Wak, 2004. p.153-175.
- LAKATOS, Eva Maria e MARCONI, Marina de Andrade. Técnicas de pesquisa: planejamento e execução de pesquisas, amostragens e técnicas de pesquisas, elaboração, análise e interpretação de dados. 3. ed. São Paulo: Atlas, 1996.
- LÉVY, Pierre. Cibercultura. 3 ed. São Paulo, 2010.

\_\_\_\_\_. .. Cibercultura. São Paulo: 34, 1999.

LL, D. Docência virtual: uma visão crítica. Campinas: Papyrus, 2012.

LIBÂNEO, José Carlos. DIDÁTICA. São Paulo: Cortez, 1994. (Coleção magistério). Série formação do professor.

\_\_\_\_\_. Organização e gestão da escola: teoria pratica. Ed 5. Goiânia

LIBÂNEO, José Carlos. “Didática”. Ed. 33°. São Paulo: Cortez, 1990.

LOPES, Maria da Gloria. O Jogo na educação: “Criar, fazer e jogar”. 2. Ed. São Paulo: Cortez. 1999.

MENDONÇA, Raquel Marins de. Criando o ambiente da criança: a psicomotricidade na educação infantil. In: ALVES, Fátima. Como aplicar a psicomotricidade: uma atividade multidisciplinar com amor e união. Rio de Janeiro: Wak, 2004. p.19-34.

MILL, D. Educação virtual e virtualidade digital: trabalho pedagógico na educação a distância na Idade Mídia. In: SOTO, U.; MAYRINK, M. F.;

MORAES, Roberto Marques. Recreação e Jogos escolares: “O movimento Infantil”. 8º edição, CEITEC, Florianópolis-SC, 2002.

OLIVEIRA, Gisele de Campos. Psicomotricidade: educação e reeducação num enfoque psicopedagógico. 16. Ed. Petrópolis, RJ: Vozes, 2011

PANIAGO, M. C. L. Narrativas eclipsadas e resignificadas de docentes e discentes sobre/na cibercultura. R. Educ. Públ., Cuiabá, v.25, n.59, p.382-395, maio/ago. 2016.

RESWELL, J. W. W. Projeto de pesquisa: métodos qualitativo, quantitativo e misto. 2. ed. Porto Alegre: Bookman, 2010.

RODRIGUES, Alessandra. Ensino remoto na Educação Superior: desafios e conquistas em tempos de pandemia. SBC Horizontes, jun. 2020. ISSN 2175-9235. Disponível em: <<http://horizontes.sbc.org.br/index.php/2020/06/17/ensino-remoto-na-educacao-superior/>>. Acesso em: 06 Ago. 2023.

RODRIGUES, A. Narrativas digitais, autoria e currículo na formação de professores mediada pelas tecnologias: uma narrativa-tese. 2017. 274 f. Tese (Doutorado em Educação: Currículo) – Pontifícia Universidade Católica de São Paulo, São Paulo, 2017. Disponível em: <<tede2.pucsp.br/handle/handle/20196>>. Acesso em: 20 jul. 2023.

RESWELL, J. W. W. Projeto de pesquisa: métodos qualitativo, quantitativo e misto. 2. ed. Porto Alegre: Bookman, 2010.

ROSA NETO, F. Manual de avaliação motora. Porto Alegre: Artmed, 2002.

SILVA, Maria Liduína de Oliveira e. O Estatuto da Criança e do Adolescente e o Código de Menores: continuidades e descontinuidades. Serviço Social e Sociedade, São Paulo: Cortez, v. 83, p. 30-48, 2005.

SEVERINO, Antônio Joaquim. “Metodologia do trabalho científico”. 23º Ed. São Paulo: Editora Cortez, 2014.

TELES, Maria Luiza Silveira. “Aprender Psicologia”. 3º Ed. São Paulo: Editora Brasiliense, 1990.

VEEN, Wim; WRAKING, Bem. Educação na era digital. Revista Pátio, Jul/Set-,2011 – p. 4-7. 3.

