

UNICESUMAR - CENTRO UNIVERSITÁRIO DE MARINGÁ
CENTRO DE CIÊNCIAS EXATAS TECNOLÓGICAS E AGRÁRIAS
CURSO DE GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA DE PRODUÇÃO

**ASPECTOS DA PRODUÇÃO E IMPORTÂNCIA DO ETANOL DE SEGUNDA
GERAÇÃO**

JEFFERSON DE OLIVEIRA LIBERATO

MARINGÁ – PR
2019

Jefferson de Oliveira Liberato

**ASPECTOS DA PRODUÇÃO E IMPORTÂNCIA DO ETANOL DE SEGUNDA
GERAÇÃO**

Artigo apresentado ao Curso de Graduação em Engenharia de Produção da UNICESUMAR – Centro Universitário de Maringá como requisito parcial para a obtenção do título de Bacharel em Engenharia de Produção, sob a orientação do Prof. Ana Carolina Neves Carnelossi.

MARINGÁ – PR

2019

**CURSO DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO / REGULAMENTO DE TCC
ANEXO II - ATA DE AVALIAÇÃO DO TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO**

Ao(s) 17 dia(s) do mês de Outubro de 20 19, às 11:60 horas, nas dependências do polo de Alto Alegre do Centro Universitário de Maringá, o acadêmico do Curso de Engenharia de Produção Jefferson de Oliveira Liberato apresentou os resultados de seu Trabalho de Conclusão de Curso, na forma de artigo científico e apresentação oral, à Banca Examinadora composta pelos seguintes membros:

Orientador Acadêmico (Presidente): Ana C.N. Carneloni

Membro 1: Paulo Otávio Fiorato

Membro 2: Deivid Oliveira dos Anjos

Título do Artigo: Aspectos da Produção e Impolência do Oand

de Segunda Geração

Após a análise do Artigo, da Apresentação Oral do Acadêmico e da Arguição, a Banca Examinadora atribuiu a seguinte nota: 9,0

Em função das notas recebidas o acadêmico foi considerado:

- Aprovado - Corrigir o artigo e entregar ao orientador em 10 (dez) dias.
 Reprovado - Repetir o trabalho.

Nada mais havendo a constar, a sessão foi encerrada às 11:45 horas e esta ATA assinada pelos membros da Banca Examinadora.

Presidente: Ana C.N. Carneloni

Membro 1: Paulo Otávio Fiorato

Membro 2: Deivid Oliveira dos Anjos

Maringá - PR, 17 de Outubro de 20 19.

ASPECTOS DA PRODUÇÃO E IMPORTÂNCIA DO ETANOL DE SEGUNDA GERAÇÃO

Jefferson de Oliveira Liberato

RESUMO

Neste período de incertezas e transformações, no meio ambiente e nas empresas, cabe a reflexão sobre a importância do papel da produção limpa e eficiente. Nesse sentido, o presente estudo objetivou apresentar como o etanol de segunda geração pode refletir ou contribuir para a produção dos biocombustíveis de modo a fornecer um subproduto das usinas que pode substituir os combustíveis fósseis. Para isso foi utilizado como procedimento a pesquisa bibliográfica em livros e artigos sobre os aspectos da produção e importância do Etanol de Segunda Geração. Como resultados foi possível explicar o que é o resíduo da cana de açúcar e analisar os cenários do processamento desse produto para apresentar os obstáculos dessa produção. Também, foi possível perceber a importância da gestão de resíduos e demonstrar a importância da reciclagem, reutilização e transformação de produtos lignocelulósicos, objetivando a proteção ao meio ambiente. Enfim, resultados apontaram que existem muitos benefícios no reaproveitamento dos resíduos e na fabricação do etanol 2G visto que com a geração de mais etanol a partir da mesma quantidade de cana de açúcar, há redução do impacto ambiental e, em tese, redução do custo do etanol tanto para a empresa quanto para o consumidor final.

Palavras-chave: Etanol 2G. Biocombustíveis. Gestão de Resíduos.



1 INTRODUÇÃO

O etanol de segunda geração é mais conhecido como etanol celulósico e é gerado a partir do bagaço da cana de açúcar, que são basicamente produzidos pela produção de açúcar, etanol e energia de biomassa, e o etanol de segunda geração por sua vez passa por um pré-tratamento chamado hidrólise enzimática.

De forma geral, o mais comum dos produtos relacionados aos biocombustíveis é o Etanol de primeira geração, com o nome popular Álcool, que atende à necessidade energética através de sua produção nas usinas sucroalcooleiras. Com isso o mercado inova constantemente as suas diretrizes com a criação e melhoria de novos produtos e serviços, sendo necessárias estratégias para o melhoramento da produção, e buscando soluções inteligentes para o pré-tratamento do etanol de segunda geração.

O mercado tem buscado cada vez mais atender às necessidades dos consumidores, buscando produtos e serviços que garantem um custo benefício além da satisfação no atendimento, na qualidade e até mesmo nas questões ambientais, aonde o etanol de segunda geração vem ganhando visibilidade e investimentos de outros setores para expansão e estudos do mesmo.

O trabalho de conclusão de curso estrutura-se em seis capítulos, apresentando-se no primeiro a história e definições acerca do uso do bagaço de cana na visão de vários autores, além da evolução e importância. No segundo as referências que embasam os conhecimentos específicos desta pesquisa. O terceiro capítulo caracteriza através da metodologia da pesquisa. No capítulo quatro é apresentada a análise dos resultados da produção desse produto, envolvendo origem, conceitos e mencionando a importância da mesma na produção do etanol de segunda geração proveniente do bagaço da cana-de-açúcar. No quinto capítulo abordamos a conclusão da pesquisa e por fim no capítulo seis trazem as referências bibliográficas exploradas.

2 METODOLOGIA

Devido aos fins práticos de um estudo sobre o Etanol de Segunda Geração foi utilizada a pesquisa aplicada. "A pesquisa aplicada objetiva gerar conhecimentos para aplicação prática

dirigida à solução de problemas específicos. Envolve verdades e interesses locais." (Gil, 1994, p. 207).

A pesquisa foi desenvolvida e classificada para que fosse possível atingir o objetivo central de forma coesa e objetiva. Esse estudo assume, em geral, a forma de levantamento exploratório e descritivo, devido à pesquisa ser embasada em fontes bibliográficas e para que fosse possível descrever todo o processo e seus benefícios.

Esta pesquisa é bibliográfica, por ser elaborada a partir de material já publicado, como livros, artigos e a Internet, como instrumentos para coleta de dados foram analisados vários autores, organizando as ideias principais pertinentes ao tema e apresentando-as durante o estudo.

Devido à base da pesquisa ser uma produção mais limpa e eco eficiente dentro das indústrias, tem-se como raciocínio o hipotético-dedutivo, onde a pesquisa científica inicia-se com um problema, passando pela formulação de hipóteses e busca de uma solução viável. Strauss e Corbin (1998) conceituam pesquisa qualitativa como:

Qualquer tipo de pesquisa que produz descobertas não obtidas por procedimentos estatísticos ou outros meios de quantificação. Pode se referir à pesquisa sobre a vida das pessoas, experiências vividas, comportamentos, emoções, sentimentos, assim como funcionamento organizacional, fenômenos culturais e interações entre as nações (...) e a parte principal da análise é interpretativa (STRAUSS E CORBIN. 1998, p.10-11).

3 ETANOL DE SEGUNDA GERAÇÃO

3.1 VISÃO SOBRE OS RESÍDUOS DO BAGAÇO DE CANA-DE-AÇÚCAR

As fontes renováveis de energia representam um tema importante na atualidade, com a escassez das reservas de petróleo e a iminência do fim dos combustíveis fósseis, as energias renováveis surgem como uma importante alternativa para a prosperidade do país. E os materiais lignocelulósicos como, por exemplo, o bagaço de cana-de-açúcar, o sabugo de milho e as aparas de eucalipto representam os recursos orgânicos renováveis mais abundantes da terra, representando a maior porção do carbono total fixado por fotossíntese (ARISTIDOU; PENTTILÄ, 2000).

Segundo Pimentel (2001 apud DRABER, 2013, p.8), ao redor de 40,5 bilhões de toneladas de biomassa são produzidos no ecossistema terrestre e somente 50% é usada para a alimentação, construção civil ou como combustível, causando sérios problemas na biodiversidade. Porém, em comparação a outros países, o Brasil possui uma Matriz Energética bastante limpa e é um dos países que mais se destaca em relação ao uso de fontes de energia renováveis.

O Brasil é líder no ranking da produção de cana de açúcar, tendo como maiores produtores os estados de São Paulo, Minas Gerais e Goiás. Minas Gerais ocupou o segundo lugar, tendo o Triângulo Mineiro e Alto Paranaíba, como os detentores da maior produção do estado, segundo dados do IBGE (2010). É interessante, aliás, constatar que o Brasil foi o primeiro a desenvolver o etanol de segunda geração que, por utilizar resíduos da cana-de-açúcar e do milho, esse combustível consegue reduzir os resíduos industriais e aumentar a eficiência da linha de produção, extraíndo mais combustível da matéria-prima.

Segundo o Sebrae (2008), as perspectivas de expansão da cadeia a jusante aumentam pelas inovações tecnológicas, que estão gerando novos produtos a partir dos resíduos: plásticos biodegradáveis (a partir do bagaço da cana), pirólise de biomassa destinada à 18 Cadeia produtiva da indústria sucroalcooleira fabricação de óleos combustíveis verdes para pequenos geradores de energia, etanol (a partir da biomassa), créditos de carbono, etanol como combustível verde e alimentador de térmicas estacionárias, biodiesel e glicerina para produção de solventes na indústria de tintas. O autor deixa claro que são prolixas as formas de sustentabilidade na empresa sucroalcooleira.

Conforme mencionado pelo autor às pesquisas vêm avançando, e o bagaço da cana-de-açúcar que antes era considerado rejeita, sendo queimado, poluindo o meio ambiente, vem ganhando novas utilidades no mercado. A gestão dos resíduos gerados pelo cultivo da cana-de-açúcar deve considerá-los não como lixo, mas como produtos de valor econômico, devido ao seu reaproveitamento.

3.2 USINAS SUCROALCOOLEIRAS

A agroindústria, ao se instalar em uma região antes ocupada por um ecossistema deve priorizar a manutenção do ecossistema e um desenvolvimento sustentável, principalmente o setor sucroalcooleiro. O processamento industrial da cana de açúcar apresenta uma cadeia

produtiva em que várias de suas etapas, se não gerenciadas adequadamente, podem provocar impactos ambientais indesejados principalmente associados ao solo e à água (ANA, 2009).

No Brasil, a cana-de-açúcar chegou logo após o descobrimento do país. A manufatura cresceu economicamente a partir do século XVI, quando os engenhos do nordeste iniciaram sua produção. Segundo Gurgel (2012), no cenário brasileiro, a cana de açúcar ocupa, hoje, cerca de 8 milhões de hectares, ou cerca de 2,3% de toda a terra arável do país, que é o maior produtor mundial, seguido por Índia, Tailândia e Austrália. Projeções ainda indicam que o país deverá produzir, em 2020, aproximadamente um bilhão de toneladas de cana de açúcar, frente aos 598 milhões produzidos na safra 2009/2010.

Conforme explicado acima é interessante, expor que de acordo com a Conab (2007), a estimativa da produção nacional de cana-de-açúcar destinada à indústria sucroalcooleira é de 475,07 milhões de toneladas, das quais 47% (223,48 milhões) são para a fabricação de açúcar e 53% (251,59 milhões) para a produção de álcool. Onde são produzidos aproximadamente milhões de toneladas de resíduos industriais que são, segundo Rebelato (2016), a água da lavagem da cana e efluentes da lavagem de pisos e equipamentos, entre outros, o bagaço, as cinzas das caldeiras, a torta de filtro, a palha e a vinhaça.

Como demonstrado anteriormente o setor sucroalcooleiro está em constante crescimento no país, o Brasil é o maior produtor mundial em todos os segmentos: cana-de-açúcar, açúcar e álcool. A manufatura gera uma alta quantidade de resíduos sólidos, mas que podem ser reaproveitados de várias formas. Segundo Gámes et al. (2006), a utilização do briquete de biomassa excedente poderia suprir o energeticamente a usina sucroalcooleira, com vantagens socioambientais e econômicos, onde o bagaço pode ser utilizado pelas usinas no aquecimento de caldeiras e geração energética.

Tanto a produção de cana-de-açúcar, cada vez mais de alto padrão, sem impurezas e cristais uniformes, quanto à fabricação do etano são processos altamente geradores de resíduos sólidos. Para cada tonelada de cana esmagada ou moída, obtêm-se 120 kg de açúcar e 14 L de álcool, porém o número de resíduos também é significativo: 100 a 400 kg de torta de filtro, 800 a 1000 L de vinhaça e 260 kg de bagaço de cana. Ou seja, o resíduo industrial, caso não seja gerenciado de maneira adequada, pode gerar problemas para o meio ambiente. “Esse fato criou um cenário de necessidade de tratamento desses e de outros tipos de resíduos sólidos, bem como a de uma legislação para normatizar as formas de tratamento desses resíduos” (FERREIRA, 2009, p.135).

O autor deixa claro na citação acima a necessidade da criação de uma legislação para a gestão de resíduos no setor sucroalcooleiro. Assim, uma das primeiras normatizações sobre

tratamento dos resíduos sólidos foi a NBR 10004/2004, deixando claro que “todo resíduo no estado sólido e semissólido, que resultam de atividade de origem industrial, doméstica, hospitalar, comercial, agrícola de serviços e de varrição”.

Por conseguinte tem-se, a fim de normatizar o tratamento dado aos resíduos sólidos, a resolução do Ministério do Meio Ambiente por meio do CONAMA, nº 313, de 29 de outubro de 2002, Art. 2 e a Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS), instituída pela Lei nº. 12.305, de 02.08.2010 que regulamenta normas, leis e diretrizes à série de problemas causados pelos resíduos gerados por uma indústria, abrindo uma perspectiva para redução, reutilização, reciclagem, tratamento e destinação adequada, com vistas a uma vida saudável, sustentável, voltada ao bem-estar social e econômico (SINNOTT, 2012).

3.3 PAPEL DO SETOR EM RELAÇÃO À PRODUÇÃO DO ETANOL DE SEGUNDA GERAÇÃO

Segundo Arias et al. (1999), o termo etanol refere-se ao álcool etílico de fórmula C_2H_5OH . É um líquido incolor, transparente, volátil, de cheiro etéreo, sabor picante e miscível na água e em diferentes líquido orgânicos. É comercializado em duas formas, hidratada (95 a 96%) e anidra (> 99% de volume).

A produção ocorre por meio da fermentação de vegetais ricos em açúcar. No Brasil a principal matéria prima para a extração do álcool é a cana-de-açúcar, nos estados unidos utiliza-se o milho para obtenção do etanol, porém outros vegetais podem ser utilizados, por exemplo, a beterraba, mandioca, arroz, frutas e celulose extraída da madeira principalmente dos eucaliptos (ARIAS et al.1999).

O etanol é um combustível de fácil acesso e baixo custo, e em 2003 foi lançado o carro com motor flex no Brasil, permitindo a utilização de qualquer mistura etanol hidratado/gasolina entre 20% e 100%, gerando grande demanda pelo biocombustível, principalmente devido a alta do petróleo.

Com o aumento da produção mais resíduos são gerados e nem sempre os resultados são alcançados. Devido a isso, observa-se a necessidade de se viabilizar a produção deste combustível a partir de outras matérias-primas, por exemplo, o bagaço de cana-de-açúcar. O uso desta matéria-prima poderá elevar em 30%, no mínimo, a produção de etanol no Brasil, sem a necessidade da expansão da área de plantio (DRABER, 2013, p. 12).

Atualmente, o país é destaque na produção de etanol, devido as tecnologias e políticas altamente avançadas, pela pioneira utilização do etanol, obtido a partir da cana-de-açúcar e do bagaço da mesma, como combustível. O etanol da cana, obtido através da fermentação alcoólica da sacarose, assim como o obtido a partir do amido de milho é denominado de etanol de primeira geração. A obtenção de etanol celulósico a partir dos polissacarídeos da parede celular vegetal é denominada de etanol de segunda geração (BUCKERIDGE et al., 2010).

Conforme citado acima, a utilização de matéria prima não específica classifica o etanol 2G como combustíveis de segunda geração. Esse avanço tecnológico representa uma alternativa para o uso energético da biomassa, por ser produzido através da hidrólise enzimática de materiais lignocelulósicos, apresentando vantagens econômicas e ambientais. A produção do etanol de segunda geração consiste em pré-tratamento, hidrólise enzimática e fermentação (SUN e CHENG, 2002):

3.4 PRODUÇÃO DE ETANOL DE SEGUNDA GERAÇÃO

A evolução tecnológica relativa aos biocombustíveis já são realidade no Brasil, a participação da cana-de-açúcar nesse cenário leva em consideração não apenas o álcool consumido pelos veículos automotores, mas também a utilização do bagaço nas usinas para energia nas formas térmica, mecânica e elétrica. Vários governos e entidades privadas estão financiando novas usinas para produção de etanol de segunda geração, integrado ao processo de produção de etanol de primeira geração ou não, ou renovando plantas já existentes preparando-as para essa nova tecnologia visando a otimização da produtividade, CTBE (2012 apud DRABER, 2013, p. 39).

Fundada em 2011, a GranBio é uma empresa brasileira de biotecnologia industrial, pioneira na produção de etanol de segunda geração (2G), a companhia é a única do setor que atua do começo ao fim da cadeia produtiva - da matéria-prima à distribuição do produto final -, integrando tecnologias próprias e de parceiros.

Para Buckeridge et al. (2010), um dos grandes gargalos para a comercialização de etanol de segunda geração são as dificuldades operacionais. Outra dificuldade é a necessidade de neutralizar a solução contendo açúcares, para proceder à fermentação, onde usa-se o hidróxido de cálcio, matéria não reaproveitável. O autor deixa claro que a obtenção do etanol

de segunda geração ocorre por hidrólise ácida, onde o objetivo é “desmontar” a parede celular para utilizar os polissacarídeos como fonte de açúcares fermentáveis.

Na manufatura do etanol 2G, o material lignocelulósico é pré-tratado para abrir a sua estrutura ligno-celulósica, lignificar o material, hidrolisar as pentoses e atingir uma catálise enzimática mais eficiente, a qual será posteriormente reduzida a moléculas menores (glicose) e fermentada. De acordo com a definição de BNDES e CGEE (2008), o pré-tratamento: “visa à limpeza e à “quebra” do material, a fim de causar a destruição da sua estrutura celular e torná-la mais acessível aos tratamentos químicos ou biológicos posteriores. A etapa seguinte consiste na remoção da lignina e na hidrólise da hemicelulose, que também pode ser denominada pré-tratamento. “Para essa etapa, existem diversos tipos de processos, com diferentes rendimentos e efeitos distintos sobre a biomassa e consequente impacto nas etapas subsequentes. ” (BNDES; CGEE, 2008, p. 126).

Para que a manufatura continue é necessário, conforme explicado acima, do preparo correto do bagaço da cana-de-açúcar e o pré-tratamento mais relevante é a explosão a vapor, onde os materiais lignocelulósicos são, inicialmente, tratados em um reator com vapor, à pressão e temperatura elevadas (geralmente na faixa de 160 a 240 °C), durante um tempo de aproximadamente 20 minutos. Após isso, a pressão é reduzida, o que causa uma mudança repentina na temperatura, levando à ruptura das ligações entre a lignina, hemicelulose e celulose e a solubilização da hemicelulose que possui como foco separar os componentes (celulose, hemicelulósico e lignina) e aumentar a suscetibilidade à hidrólise (PITARELO et al., 2012).

Após a etapa de pré-tratamento do material lignocelulósico, o próximo passo da produção do etanol de segunda geração é a hidrólise propriamente dita, originando, a partir dos polissacarídeos constituintes da biomassa, monossacarídeos, glicose no meio reacional. Há vários processos para hidrolisar a celulose em glicose, mas as duas principais técnicas de hidrólise empregadas são a hidrólise ácida e a enzimática, diferindo-se pelo catalisador utilizado (BALAT et al., 2008).

Segundo Vásquez (2007), a hidrólise enzimática utiliza enzimas de atuação específica como catalisador da reação de quebra das moléculas dos polissacarídeos em monossacarídeos. As enzimas que hidrolisam a celulose são chamadas genericamente de celulases. Ainda, a hidrólise ácida consiste na aplicação de ácido forte para que este ataque as ligações existentes entre os monossacarídeos dos polissacarídeos, podendo ser usado ácido sulfúrico, clorídrico ou trifluoracético (BUCKERIDGE et al., 2010).

Após a hidrólise, o material deve ser submetido ao processo fermentativo, onde o etanol será produzido a partir dos açúcares diretamente fermentescíveis presentes no meio reacional, este pode ser sintetizado em 4 etapas básicas: a preparação do meio fermentativo; a fermentação propriamente dita, com o uso de microrganismos (bactérias, fungos); tratamento do produto final, com a verificação da conformidade deste com o padrão almejado; e tratamento dos resíduos do processo.

Conforme citado acima, o processo de produção do etanol celulósico ainda apresenta empecilhos, por ser complexo e apresentar procedimentos que não encontram-se ainda totalmente estabelecidos, por exemplo, pré-tratamento, hidrólise, desintoxicação do hidrolisado e fermentação, possui difícil controle operacional e não alcança a produção teórica da qual as matérias-primas são capazes, encarecendo o produto final.

3.5 IMPORTÂNCIA DO ETANOL 2G

Segundo o Instituto de Economia Agrícola (IEA, 2014), os benefícios do etanol celulósico incluem: redução da demanda de combustíveis fósseis, onde o biodiesel pode ser misturado com o diesel comum e comercializado em postos por preços menores; redução dos gases de efeito estufa, pela potencialidade de emissão de CO e SO₂ serem menores quando comparadas aos demais combustíveis; benefícios no desempenho do veículo, devido ao etanol possuir um alto valor de octanagem ele pode ser usado para aumentar a octanagem da gasolina, conseqüentemente o rendimento dos motores à explosão e, ainda, a produção do etanol 2G beneficia a natureza e a manufatura da indústria.

Em virtude das vantagens do etanol 2G, apresentadas anteriormente, várias pesquisas encontram-se em desenvolvimento, e são realizadas nos centros acadêmicos e nas empresas do setor sucroalcooleiro, visando minimizar os pontos fracos hoje existentes na manufatura desse biocombustível.

Atualmente, o desenvolvimento do etanol celulósico trouxe vantagens ambientais e econômicas, um exemplo dessas vantagens compõe o caso do Brasil, em que a produção de etanol de segunda geração representa a possibilidade de aumentar a produção de etanol sem expandir a área plantada em cana-de-açúcar (JARDINE et al., 2009). O investimento em biocombustível reforça uma tendência irreversível no mercado de combustível do Brasil. Além de uma alternativa para suprir a demanda do País, a geração de etanol com resíduos,

antes poluentes, proporciona uma redução considerável no descarte de resíduos industriais e um avanço tecnológico para o meio ambiente.

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Este estudo teve como propósito apresentar como o conhecimento da produção de etanol de segunda geração pode refletir ou contribuir para a produção dos biocombustíveis fornecendo um subproduto das usinas de etanol que pode substituir os combustíveis fósseis, bem como identificar e descrever os processos de manufatura do etanol 2G e os obstáculos dessa produção. A premissa feita a partir do problema foi que a produção de um artigo sobre o etanol celulósico poderia esclarecer dúvidas sobre o assunto e incentivar a inovação tecnológica no setor.

Na visão de Ometto (1998), devido os agravamentos das problemáticas ambientais e econômicas que o mundo vivência, por em prática, o uso de álcool combustível na matriz energética brasileira é de suma importância. O autor deixa claro que, devido à alta de preços dos combustíveis fósseis e da poluição por eles causada, o etanol tem sido considerado como alternativa para diminuir os impactos ambientais.

Assim, durante o artigo, ficou claro que o bagaço é o resíduo lignocelulósico gerado durante a extração do caldo de cana-de-açúcar, atualmente usado principalmente na geração de energia para as indústrias, mas dentre as diversas aplicações propostas para o bagaço, a obtenção de açúcares a partir do bagaço para produção do etanol apresenta-se sustentável e rentável. Investigou-se durante a pesquisa bibliográfica a utilização do bagaço de cana-de-açúcar para a produção de etanol celulósico. O Brasil é exemplo de sustentabilidade, enquanto a média mundial utiliza apenas 14% de fontes renováveis, o Brasil utiliza 46,8% (EPE, 2011).

Pôde-se observar que a produção de etanol de segunda geração está superando as dificuldades técnicas que retardaram o seu desenvolvimento e os projetos tecnológicos acerca da produção de biocombustíveis e como agora é possível gerar mais etanol a partir da mesma plantação, a usina pode produzir mais sem que isso acarrete grandes aumentos no custo. Conseqüentemente, o preço do etanol cai, reduzindo custos tanto para os postos de combustível quanto para o consumidor final.

Vale destacar que, segundo Teixeira (2018) o custo estimado da produção de etanol de segunda geração, calculado por pesquisadores em 2014, gira em torno de 1,50 por litro,

enquanto o preço do etanol de primeira geração é de, aproximadamente, 1,15. Porém, o preço atual do barril de petróleo é de 70 dólares, tornando o etanol 2G competitivo no mercado.

Por fim, com a pesquisa foi possível analisar os cenários do processamento do bagaço da cana-de-açúcar e foram apresentados os obstáculos da produção de etanol 2G, onde, com o uso materiais que antes eram considerados dejetos, reduz-se o impacto ambiental da manufatura. De acordo com Scaramuzzo (2014), as empresas produtoras de etanol celulósico no país são apenas duas, a Granbio, primeira fábrica brasileira, com capacidade inicial de produção de 82 milhões de litros de etanol por ano e a Raizen, uma joint venture entre a Shell e a Cosan com sua usina em Piracicaba, no Estado de São Paulo.

O resultado da pesquisa teve como base a interpretação de leitura e revisão literária dos mais reconhecidos livros sobre biocombustíveis e de vários autores por meio de uma pesquisa bibliográfica e um apanhado geral acerca do tema. Ficou claro que, a demanda energética aumenta continuamente ano após ano, e o petróleo é ameaçado de esgotamento, por isso, é importante o uso de energias renováveis. Como, por exemplo, a energia eólica, o biodiesel, o biogás, a energia solar e o etanol de segunda geração. Verifica-se por meio do estudo realizado neste trabalho, que o bioetanol representa uma alternativa viável. Porém, a produção de etanol a partir da lignocelulose, etanol 2G, é feita com tecnologias ainda em fase de aperfeiçoamento (PACHECO, 2011).

Diante disso, é possível afirmar que mesmo após tantos avanços tecnológicos, o etanol de segunda geração ainda não representa um produto competitivo no mercado. Por outro lado, o Brasil possui vantagens na produção de etanol, tais como existência de investimentos no processo de produção do etanol, abundância de terra e mão-de-obra e extensa área de agricultura pré-existente. Posteriormente, com a continuidade das pesquisas e avanços na área estudada, tais vantagens podem levar o etanol 2G a dominar o mercado de combustíveis.

5 CONCLUSÃO

O desenvolvimento do presente estudo possibilitou uma análise de como o conhecimento da produção de etanol de segunda geração pode refletir ou contribuir para a produção dos biocombustíveis. Proporcionou uma reflexão acerca dos benefícios da criação de tecnologias eco eficientes e fornecer um subproduto das usinas de etanol que pode substituir os combustíveis fósseis.

De modo geral, o bioetanol no Brasil está bem estruturado e a produção de biocombustível oriundo da cana-de-açúcar é sustentável e rentável, levando a uma emissão justificada de CO₂, pois há o sequestro de carbono da atmosfera durante o desenvolvimento da planta, neutralizando as emissões e ao aproveitamento máximo da matéria-prima por meio da empresa. Assim, há a expectativa de que, influenciados pelo exemplo do país, outras pátrias adotem a fabricação e uso do etanol 2G.

Vê-se que a produção de etanol de segunda geração está superando as dificuldades técnicas que retardaram o seu desenvolvimento e agora é vista como competitiva comercialmente, com os preços do petróleo perto dos 70 dólares o barril, os biocombustíveis celulósicos, são vistos como o futuro dos combustíveis verdes, tendo como empecilho o preço e a capacidade de produção em escala suficiente para suprir parte do mercado.

Durante a produção do presente artigo, foi possível, por meio de pesquisas bibliográficas e comparação dos estudos de vários autores, explicar o que é o resíduo da cana de açúcar, conhecer sobre a produção de etanol de segunda geração, analisar os cenários do processamento desse produto e apresentar os obstáculos dessa produção, concretizando assim todos os objetivos e alcançando um resultado satisfatório na pesquisa.

Dada à importância do tema, torna se necessário o desenvolvimento de projetos que visem o aperfeiçoamento da manufatura do etanol 2G e a diminuição do custo de produção do etanol celulósico, tornando a tecnologia economicamente viável e aumentando a produção do mesmo.

Por fim, é importante ressaltar que para alcançar um cenário de desenvolvimento sustentável o biocombustível deve se tornar uma realidade. É imprescindível manter parcerias entre grupos de pesquisa e grandes empresas, a fim de perpetuar os projetos já existentes, aperfeiçoando não apenas as empresas, mas o modo com que o consumidor percebe o combustível, produzindo a partir do material lignocelulósico um mundo mais sustentável.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ANA. **Manual de conservação e reuso da água na agroindústria sucroenergética.** Agência Nacional da Águas – FIESP – ÚNICA- CTC – Brasília, 2009.

ARIAS, M. S.; REVILLA, J. L. G.; CARRECEDO, G. B.; GARLOBO, C. M. S. **Álcool.** In: ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DAS INSTITUIÇÕES DE PESQUISA.

ARISTIDOU, A.; PENTTILÄ, M. **Metabolic engineering applications to renewable resource utilization.** *Current Opinion in Biotechnology*, v. 11, 2000.

BALAT, M.; BALAT, H.; Z, C. **Progress in bioethanol processing.** *Progress in Energy and Combustion Science*, v. 34, p. 551-573, jan. 2008.

BUCKERIDGE, M. S.; SANTOS, W. D.; SOUZA, A. P. **As rotas para o etanol celulósico no Brasil.** In: CORTEZ, L. A. B. *Bioetanol de cana-de-açúcar: P & D ENCICLOPÉDIA BIOSFERA*, Centro Científico Conhecer - Goiânia, v.9, N.16; p. 2013 541 para produtividade e sustentabilidade. São Paulo: Blucher, 2010.

BNDES E CGEE - BANCO NACIONAL DO DESENVOLVIMENTO E CENTRO DE GESTÃO E RECURSOS ESTRATÉGICOS. **Bioetanol de cana-de-açúcar: energia para o desenvolvimento sustentável.** 1ª. ed. Rio de Janeiro: BNDES, 2008.

CTBE, **Laboratório Nacional de Ciência e Tecnologia do Bioetanol.** Disponível em: <<http://www.bioetanol.org.br/noticias>>. Acesso em: julho de 2019. Apud DRABER; K. M. M.. *Etanol de segunda geração já é realidade.* Orientador Luís Fernando Figueiredo Faria.— Lorena, 2013.

EMPRESA DE PESQUISA ENERGÉTICA - EPE. **Balço Energético Nacional 2011: Ano base 2010.** – Rio de Janeiro: EPE, 2011.266 p. 180.

FERREIRA, L.F.R. **Biodegradação de vinhaça proveniente do processo industrial de cana-de-açúcar por fungos.** Piracicaba, Tese (Doutorado em Agronomia) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”. Universidade de São Paulo, 2009. 135 p.

GÁMES, F., et al. **Study of the hydrolysis of sugar cane bagasse using phosphoric acid.** *Journal of Food Engineering*, v. 74, p. 78-88, 2006.

GIL, A.C. **Métodos e técnicas de pesquisa social.** 4 ed. São Paulo: Atlas, 1994.

GURGEL, Marcilio Nogueira do Amaral. **Tecnologia para aproveitamento de resíduos da agroindústria sucroalcooleira como biofertilizante organomineral granulado.** Campinas, SP: 2012.

IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Tabelas e relatórios da produção Agrícola municipal do censo.** 2010.

IEA. **Biofuel for transport: an international perspective,** 216 p., 2014.

JARDINE, J. G.; DISPATO, I.; PERES, M. R. **Considerações sobre o bioetanol lignocelulósico para subsidiar a elaboração de conteúdo da Árvore de Conhecimento Agroenergia**. Campinas, SP: Embrapa Informática Agropecuária, 2009. 28 p.: il. – (Documentos / Embrapa Informática Agropecuária; 95).

PACHECO, T. F. **Produção de Etanol: Primeira ou Segunda Geração? Circular técnica**. EMBRAPA. ISSN 2177-4420 Brasília, DF Abril, 2011.

PIMENTEL, D. **Limits of Biomass Utilization**. Encyclopedia of Physical Science and Technology, v.2, p.1-3, 2001. Apud DRABER; K. M. M.. Etanol de segunda geração já é realidade. Orientador Luís Fernando Figueiredo Faria.—Lorena, 2013.

REBELATO, M.G.et al. **Análise do desempenho ambiental das usinas sucroenergéticas localizadas na Bacia Hidrográfica do Rio Mogi Guaçu**. Revista Scielo, Engenharia Sanitária e Ambiental, Vol.21, nº.3. Rio de Janeiro, Julho/setembro.2016.

REVISTA FAPESP. **Superenzimas para o etanol de segunda geração**. Agosto 2013. Apud DRABER; K. M. M.. Etanol de segunda geração já é realidade. Orientador Luís Fernando Figueiredo; Faria. Lorena, 2013.

SCARAMUZZO, M. **GranBio inicia produção de etanol 2G**. Revista Estadão. O Estado de São Paulo, 25 de setembro de 2014.

SUN, Y., CHENG, J. **Hydrolysis of lignocellulosic materials for etanol production: a review**. *Bioresource Technology*, 83: 1-11, CTBE, Laboratório Nacional de Ciência e Tecnologia do Bioetanol, 2002.

SINNOTT, A. P. **A aplicabilidade da lei nº. 12.305/10 sob o viés do princípio da responsabilidade compartilhada**. Rio Grande do Sul; Monografia. Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul, 2012.

SILVA, Edna Lúcia da.; MENEZES, Estera Muszkat. **Metodologia da pesquisa e elaboração de dissertação**. Florianópolis: UFSC/ PPGEP/LED, 2000, 118 P.

TECNOLOGICA-ABIPTI. **Manual dos derivados da cana-de-açúcar: diversificação, matérias-primas, derivados do bagaço, derivados do melaço, outros derivados, resíduos, energia Brasília**. Brasília-DF Cap. 4.1 p 229-243. 1999

VÁSQUEZ, M. P. **Desenvolvimento de Processo de Hidrólise Enzimática e Fermentação Simultâneas para a Produção de Etanol a Partir de Bagaço de Cana de Açúcar**. 2007. 205 p. Tese (Doutorado em Ciências) - Escola de Química da Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro - RJ, 2007.