

BIOCOMBUSTÍVEIS E SEUS IMPACTOS NA SOCIEDADE

RODRIGUES, Marina de Campos¹; TAMBOR, José Humberto Machado^{1,2}

jose.humberto@eniac.edu.br

1- Centro de Pós-Graduação Oswaldo Cruz

2- Centro Universitário ENIAC

Resumo: A crise energética e ambiental é assunto muito discutido, tanto entre acadêmicos, líderes políticos ou a população em geral e em todos esses círculos as opiniões se divergem. Enquanto alguns se preocupam com o bem estar do planeta, pessoal e das futuras gerações, outros analisam o impacto na economia. Os biocombustíveis, combustíveis produzidos a partir de fontes renováveis, tais como biodiesel e bioetanol, são o foco deste trabalho. Com levantamento de estudos já realizados sobre os impactos que estes podem causar no meio ambiente e na sociedade, focando principalmente no meio ambiente, segurança alimentar e impactos socioeconômicos foi possível analisar prós e contras e concluir que a questão econômica é o fator principal para seu desenvolvimento ou esquecimento e que faltam ainda muitos estudos com dados reais sobre o que a produção e utilização dos biocombustíveis podem causar, principalmente a longo prazo.

Palavras-chave: Biocombustíveis, Bioetanol, Biodiesel, Segurança Alimentar, Meio Ambiente

Abstract: The energy and environmental crisis is a issue that is always debated, whether among academics, political leaders or the general population, and in all these circles the opinions are different. While some care about the well being of the planet, personal and future generations, others look at the impact on the economy. Biofuels, fuels produced from renewable sources, such as biodiesel and bioethanol, are the focus of this paper. Analyzing studies already carried out on the impacts that these can cause in the environment and in society, with a focus on the environment and food security of the population, it was possible to analyze pros and cons and to conclude that the economic question is the main factor for its development or oblivion and that there are still many studies with real data on what the production and use of biofuels can cause, especially in a long term.

Key words: Biofuels, Bioethanol, Biodiesel, Food Security, Environment

1 INTRODUÇÃO

Os riscos ambientais estão se tornando cada vez mais importantes à medida que o acúmulo de intervenções humanas na natureza, em escalas globais, começam a ameaçar o desenvolvimento estável da sociedade e dos ecossistemas naturais. A globalização dos mercados comerciais e políticos, superpopulação, novas oportunidades tecnológicas e as ameaças ambientais aumentam os níveis de incertezas e mudam as definições de

sustentabilidade e riscos. As apostas estratégicas erradas, intencionais ou não, da comunidade global, têm um peso como nunca antes. (OBERSTEINER *et al.*, 2001)

A redução da emissão dos gases causadores do efeito estufa é a maior motivação para o uso dos biocombustíveis. Em 2009, no Brasil, foi aprovada a lei que determina o aumento da adição de óleo vegetal no diesel. Isto deve incentivar as pesquisas de produção de biocombustíveis (POMPELLI *et al.*, 2011). Contrariando essa ideia, Omena, Souza e Soares (2013) acreditam que a dependência energética, instabilidade política dos países produtores de petróleo e o temor de novas altas nos preços do barril ameaçando o fluxo dos mercados energéticos, exercem maior influência na busca pelos biocombustíveis do que as questões ambientais.

Biocombustível: substância derivada de biomassa renovável, tal como biodiesel, etanol e outras substâncias estabelecidas em regulamento da ANP, que pode ser empregada diretamente ou mediante alterações em motores a combustão interna ou para outro tipo de geração de energia, podendo substituir parcial ou totalmente combustíveis de origem fóssil. (BRASIL. Lei nº 12.490, de 16 /09/2011)

O uso da energia de biomassa gera controvérsias em todas as partes do mundo. Há os que veem nessa fonte uma solução enquanto outros discutem questões como o monocultivo, segurança alimentar, direito dos trabalhadores, entre outros (OMENA; SOUZA; SOARES, 2013). Assim seguirá esse trabalho, buscando os prós e contras de diferentes aspectos do uso e produção dos biocombustíveis.

2 BIOCOMBUSTÍVEIS

2.1 Biocombustíveis

Os biocombustíveis, assim como qualquer combustível são classificados como primário e secundário. São primários quando utilizados diretamente para obtenção de energia, ou seja, não precisam ser processados como as lenhas. Já os biocombustíveis de secundários passar por algum tipo de transformação e depois podem ser usados para gerar energia por exemplo nos veículos, processos industriais. Dentro dos biocombustíveis secundários existe ainda outras divisões, podem ser separados de acordo com seu tipo (sólidos, líquido, gasosos), sua fonte de origem (florestas, agricultura, lixo, etc), ou a tecnologia e biomassa usada em sua produção podendo ser de primeira, segunda ou terceira geração. Essas divisões são demonstradas na Figura 1. (NIGAM; SINGH, 2010)

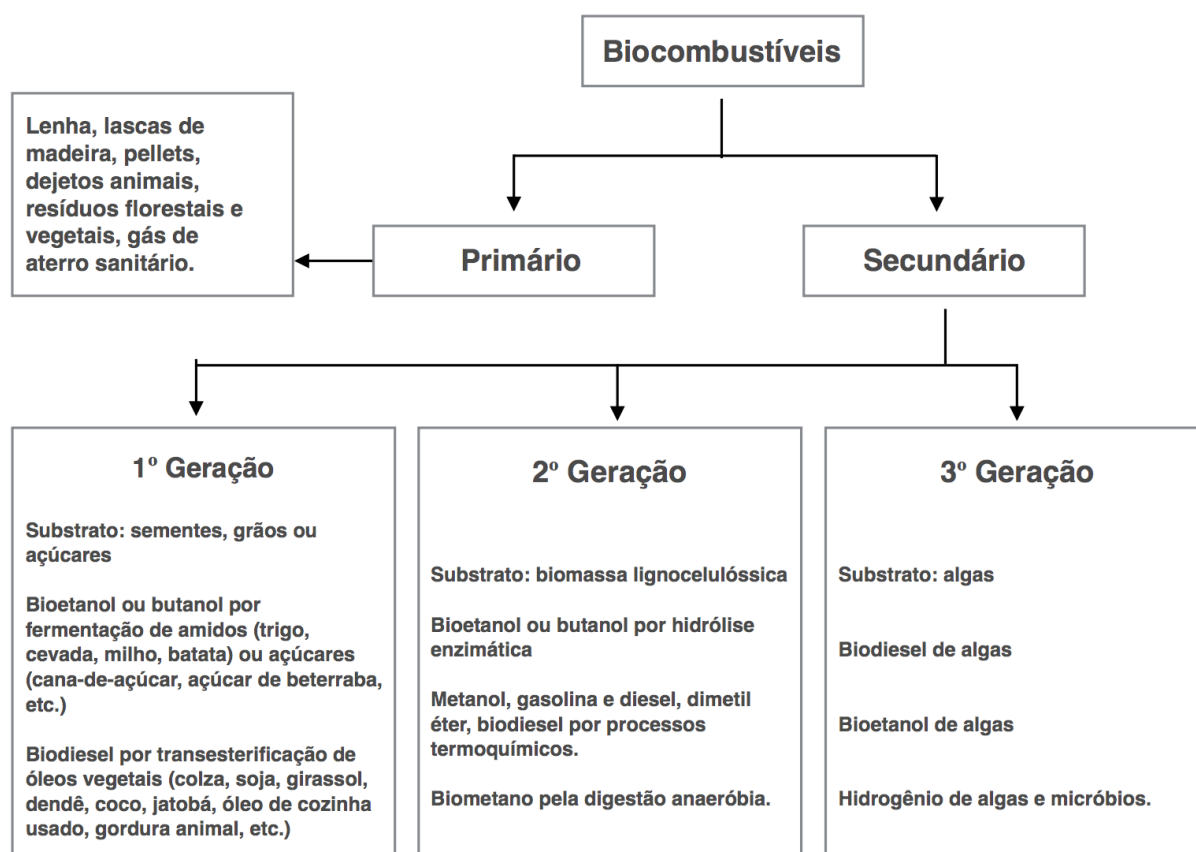


Figura 1 Classificação dos biocombustíveis

Fonte: adaptado de Nigam; Singh (2010)

2.2 Bioetanol

O principal biocombustível produzido no Brasil é o etanol ou bioetanol que segundo a Agência Nacional do Petróleo, Gás Natural e Biocombustíveis (ANP) é definido como uma substância química com fórmula molecular C_2H_6O , produzida especialmente via fermentação de açúcares. Pode ser utilizado em motores de combustão interna com ignição por centelha (Ciclo Otto) em substituição à gasolina ou na forma anidra como componente de mistura na formação da gasolina.

No Brasil, a produção de bioetanol é feita a partir da cana-de-açúcar. As áreas de plantio e colheita para produção de etanol expandiram nos últimos anos e com aumento da produtividade, alcançaram valores recordes. Devido às discussões sobre energias renováveis, o Brasil considerou a retomada do Programa Pró-Álcool. Em 2002, foi apresentado o primeiro veículo com motor flex-fuel (movido a gasolina, etanol ou mistura dos dois). (KOHLHEPP, 2010)

Ainda de acordo com Kohlhepp (2010) o potencial do biocombustível no Brasil garante sua pretensão de líder político na América Latina. Além disso, devido aos preços recordes do petróleo, o país busca a substituição da gasolina no mercado interno e foca na chance de fornecimento do etanol em grande escala para o mercado internacional. Porém, o mesmo autor, cita ainda a dificuldade da entrada do etanol brasileiro no mercado europeu, principalmente com base em informações errôneas como a destruição das florestas tropicais

na Amazônia, uso das áreas de plantio para produção de combustíveis ao invés de alimentos e dúvidas quanto a real sustentabilidade da produção deste combustível.

Na busca pelas energias alternativas ao petróleo, Masiero e Lopes (2008) colocam os países latino-americanos como potenciais fornecedores, enquanto os países asiáticos seriam os maiores consumidores. E apesar das resistências, diz não existir certeza de que grandes mercados como o americano, europeu e japonês permanecerão fechados para os biocombustíveis brasileiros.

Apesar da boa posição do Brasil nesse assunto, Meneghin e Nassar (2013) falam da crise vivida pelo setor sucroenergético. Segundo eles, de 2007 a 2012, 41 usinas deixaram de produzir açúcar e etanol e mais 12 poderiam parar na próxima safra. Explicam que desde as safras 2007/2008 e 2008/2009 o setor tem operado com rentabilidade negativa mas que ainda assim, a área plantada de cana-de-açúcar nunca deixou de crescer.

O setor ainda carece de maior segurança para voltar a investir. Falta uma definição mais objetiva da participação do etanol na matriz energética do futuro: se ele será um mero carburante misturado à gasolina ou se abastecerá diretamente os motores de ciclo Otto. (MENEKHIN; NASSAR 2013)

2.3 Biodiesel

Outro biocombustível produzido no Brasil é o biodiesel que de acordo com definição da ANP é um combustível renovável obtido pelo processo de transesterificação, reação entre triglicerídeos (óleos e gordura animal) e álcool primário (metanol ou etanol) gerando glicerina e um éster. Após processo de purificação, este éster é comercializado como biodiesel, sendo sua aplicação principal em motores de ignição por compressão (ciclo Diesel).

Devido movimento mundial, no final da década de 1990, o Brasil deu atenção à pesquisa do biodiesel, porém somente a partir do lançamento do Programa Nacional de Produção e Uso do Biodiesel (PNPB), em dezembro de 2004, pelo Governo Federal, este biocombustível realmente avançou. O objetivo do PNPB, em sua etapa inicial, foi introduzir o biodiesel na matriz energética brasileira, com enfoque na inclusão social e desenvolvimento regional. Em janeiro de 2008, passou a ser obrigatória a mistura de 2% de biodiesel no diesel fóssil. Esse percentual foi ampliado pelo Conselho Nacional de Política Energética (CNPE) até atingir 5% em 2010, antecipando a meta prevista pela Lei nº 11.097, de 13 de janeiro de 2005. (PORTAL BRASIL, 2011) A última atualização (LEI Nº 13.263, DE 23 DE MARÇO DE 2016) prevê aumento do percentual para 8% até 2017, 9% até 2018 e 10% até 2019.

Segundo o Governo Federal, desde o lançamento do PNPB até o fim de 2011, o Brasil deixou de importar 7,9 bilhões de litros de diesel equivalente a ganho de aproximadamente 5,2 bilhões de dólares na balança comercial brasileira. No país, sua comercialização é feita por meio de leilões públicos promovidos pela ANP.

Em apoio ao programa, pelo Decreto nº 5.297, de 6 de dezembro de 2004, foi instituído o Selo Combustível Social concedido ao produtor de biodiesel que cumpre certos critérios (descritos na Portaria nº 337, de 18 de setembro de 2015) como: adquirir um percentual mínimo de matéria prima dos agricultores familiares; assegurar capacitação e assistência técnica aos agricultores familiares; etc. Esse selo gera ao produtor de biodiesel, por exemplo, incentivos comerciais e de financiamento.

Silva (2013) mostra que o Brasil se tornou o segundo maior produtor mundial de biodiesel em 2010 com potencial para ser o primeiro, já que a Alemanha apresentava queda na produção, podendo se tornar líder do mercado de bioenergia. Cita também o fato de a participação do agricultor familiar ter crescido ao longo desse período. Porém outros objetivos do PNPB não foram atingidos pois o aumento da produção não impediu o

crescimento do volume de diesel importado e a soja ainda representa cerca de 94% das aquisições realizadas pelo programa.

3 IMPACTOS

3.1 Ambientais

O clima é regido por seus próprios mecanismos e também por fatores externos. Já é reconhecido que o aquecimento global é a próxima grande consequência das ações humanas, e as variações esperadas disso incluem: a mudança da intensidade e distribuição das chuvas, elevação do nível dos oceanos e aumento da frequência e intensidades dos fenômenos climáticos. Com isso, os biocombustíveis são vistos por muitos como uma solução para a diminuição da emissão dos gases causadores do efeito estufa. (ESCOBAR et al., 2008).

Ainda de acordo com os autores supracitados, apesar da viabilidade e menor emissão de poluentes pelos biocombustíveis, é preciso atenção em sua produção pois pode gerar grandes impactos ambientais como o uso de grandes quantidades de água, destruição das florestas e aumento da degradação do solo. Além desses efeitos deve-se atentar para o uso de grandes quantidades de combustíveis fósseis em toda sua cadeia de produção.

Tilman e Sunday (2007) também apontam como o etanol de milho, produzido pelos Estados Unidos, não é realmente uma energia limpa, já que apenas 20% do produzido seria “energia nova” levando em consideração toda energia fóssil gasta para sua produção. Usando a mesma quantidade de gasolina, esse etanol só reduziria em 15% a emissão dos gases do efeito estufa. O biodiesel de soja se sai um pouco melhor reduzindo 40%. Já o etanol proveniente da cana-de-açúcar do Brasil alcançaria uma redução significativa de 80%.

Para Barbosa (2007) a agroenergia está entre as principais ameaças à biodiversidade, com destaque para o biodiesel, conhecido pelo movimento ambientalista como “diesel do desmatamento” e a monocultura de eucalipto e cana-de-açúcar que provocam o avanço ilegal sobre imensas áreas de cerrado e florestas; a expulsão de pequenos agricultores de suas terras e concentração fundiária, gerando conflitos rurais e acentuando a pobreza rural e urbana; e o uso de produtos agrotóxicos e agroquímicos, que levam a contaminação de rios, aquíferos e nascentes, sem falar da contaminação do solo.

Já em 2008 Escobar et al concluíram que a melhor solução seria o desenvolvimento de tecnologias para a viabilidade dos biocombustíveis de segunda e terceira geração, assim como as outras alternativas de energias renováveis como eólica, solar, geotérmica e de marés

Embora seja o mais divulgado, aceito e aparentemente o mais óbvio, Omena, Souza e Soares (2013) apontam que a preocupação com a questão ambiental não é a principal razão da busca por novas matrizes energéticas, haja visto que na intrincada trama do mercado energético internacional ter controle sobre a energia significa possuir poder e controle sobre o território. Ainda assim, seria um retrocesso pensar na questão ambiental sem relacioná-la à questão econômica, da mesma forma que negar a importância da energia de biomassa seria andar na contramão do desenvolvimento.

3.2 Segurança Alimentar

Em 1943, quarenta e quatro governos se reuniram e criaram a Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO) que estabelece: “Existe segurança alimentar quando as pessoas têm, a todo momento, acesso físico e econômico a alimentos seguros, nutritivos e suficientes para satisfazer as suas necessidades dietéticas e preferências alimentares, a fim de levarem uma vida activa e sã.” (1996)

A preocupação com a segurança alimentar continua a ser tema recorrente pois é afetado por diversos parâmetros. Na 37ª sessão do Comitê de Segurança Alimentar (CFS) da FAO, ocorrido em Roma, foi discutido a relação do crescimento do mercado de biocombustíveis com a volatilidade dos preços dos alimentos e acordado que os governos devem levar a segurança alimentar em consideração na implementação de suas políticas de biocombustível. (FAO, 2011)

Em 2007 a Organização para Cooperação e o Desenvolvimento Econômico (OCDE) e a FAO divulgaram o relatório “Panorama Agrícola 2007-2016” mostrando que a utilização de cereais, oleaginosas e vegetais para produção de biocombustíveis é responsável por mudanças em seus preços, gerando alteração no valor das rações animais e da alimentação humana, o que gera grande preocupação principalmente para os países em desenvolvimentos e para as populações mais pobres. Enquanto os países produtores de agroenergia afirmam que a segurança alimentar mundial não será abalada pois o desenvolvimento tecnológico aumenta a produtividade das sementes sem necessidade de expansão das plantações. (BARBOSA, 2007)

México já foi afetado pelo aumento do preço do milho, grão mais consumido no país e utilizado para produção de etanol nos Estados Unidos, onde também houve protestos por parte dos produtores de gado, laticínios e aves, que usam milho como principal fonte de alimento dos animais. A solução para esse problema poderia ser o cultivo das espécies para agrocombustíveis nos terrenos menos férteis, já degradados pela agropecuária, isso diminuiria a competição com os alimentos. (TILMAN e SUNDAY, 2007)

Barbosa e Jordão (2015) citam a possível influência que a produção de biocombustíveis teria nos preços dos imóveis rurais, o que conseqüentemente geraria alteração no valor dos alimentos. Outra preocupação seria a troca de cultura feita pelos produtores para conseguir maior lucro do que se teria com a produção de alimentos. Apontam também a importância do governo e de políticas públicas para que a policultura seja atraente aos produtores. Os biocombustíveis, de fato, entram como mais uma variável apta a provocar mudanças na oferta e acesso da população aos alimentos e deve ser colocado no mesmo lado da balança em que se encontram as pragas e catástrofes.

Abramovay e Magalhães (2007) também acreditam que sem intervenção governamental é muito difícil a inserção de substitutos da soja na matriz produtiva de óleos vegetais mesmo com os seguintes inconvenientes: baixo teor de óleo, concorrência com o óleo comestível – o que traz insegurança em sua oferta para a produção de combustíveis - e dependência, na valorização do produto, dos preços do farelo, cujo mercado é totalmente independente daquele em que se formam os preços do biodiesel.

Laine (2008) demonstra com cálculos simples e superficiais que, teoricamente, o mundo suportaria a produção de biocombustíveis sem prejudicar a de alimentos. Supondo que a população global seja de 6×10^9 e a superfície de terra igual a 15 Gha (não levando o mar em consideração) e esses 15 Gha estão divididos em três partes de 5 Gha cada, sendo uma parte de terras férteis, outra de zonas inférteis (desertos, pântanos, etc) e outra de florestas (Amazonas, Sibéria, Canadá). Adotando também que uma pessoa precisaria de 3000 kcal por dia para sobreviver e utilizando o açúcar como parâmetro de alimento, tem-se que seria necessário 0,3 Gha de terra para alimentar toda população humana, ou seja, menos que 10% da superfície disponível.

O autor fez ainda outro cálculo levando em consideração as condições mais extremas, na época, que seriam a baixa produtividade da Etiópia e o alto consumo da Holanda, assim seriam necessários 2,4 Gha, representando pouco menos que 50% do disponível. Já para produção do biocombustível (etanol proveniente da cana-de-açúcar) necessário para substituir todo petróleo utilizado no mundo, os cálculos mostraram que seria necessário utilizar 1,5 Gha de área de cultivo, equivalente a 30% da área total disponível. Sendo assim, ainda existiria 20% de terras férteis disponíveis.

Silva (2013) aponta que a predominância da soja na produção do biodiesel no Brasil pode causar problemas na segurança alimentar e no custo dos alimentos, principalmente derivados da soja, mas mostra que em relatório divulgado pela FAO em 2008 as terras agricultáveis brasileiras estão divididas de maneira que não teria risco de insegurança alimentar.

Forest e Costa (2015) fizeram um estudo sobre o uso da terra em Mato Grosso do Sul com o objetivo de verificar se a cultura para agrocombustíveis causou insegurança alimentar. Levaram em consideração as culturas que atendem de alguma maneira as necessidades alimentares, seja direta ou indiretamente. Em um primeiro momento, foi observada redução na área de produção de alguns alimentos (sorgo, arroz, trigo, feijão e áreas de pastagem) com a expansão da cana-de-açúcar, mas essas perdas foram compensadas pela maior produtividade adquirida. Concluíram então que não houve ameaça a segurança alimentar. Vale lembrar que a produção neste estado está mais voltada para o mercado de exportação e não para o mercado interno de produção alimentar.

Como visto, existem diversos estudos pró e contra o uso de biocombustíveis em relação a segurança alimentar mas, não são conclusões definitivas e ao final admitem que o maior problema em relação a fome no mundo é a má distribuição dos alimentos produzidos e não outros fatores.

3.2 Socioeconômicos

O maior impulso para a expansão do programa de biocombustíveis é a possibilidade dos países em desenvolvimentos melhorarem suas economias e alcançarem a seguridade energética. Para o Brasil em especial, é a possibilidade de liderar o mercado internacional dos biocombustíveis. (OLIVEIRA; NEDER; FILHO, 2010)

Costa, Guilhoto e Moraes (2011) estudaram o impacto causado pelo aumento do consumo de etanol em detrimento ao consumo de gasolina e concluíram que o resultado econômico é positivo para o Brasil, tanto o número de empregos quanto o valor da remuneração aumentaram. Esse resultado pode ser explicado pelo fato da indústria canavieira empregar grande número de pessoas com baixa escolaridade, os quais provavelmente teriam dificuldades para entrarem em outros ramos da atividade econômica. No entanto, as condições de trabalho geram controvérsias quanto ao impacto social dessa indústria.

Um dos problemas gerados está relacionado à posse da terra. Oliveira, Neder e Filho (2010) analisaram dados do IBGE sobre o índice de concentração fundiária no Brasil. Este melhorou mas, em Minas Gerais, houve uma piora significativa nos municípios produtores de cana-de-açúcar (matéria prima do bioetanol). Ao contrário do que se imagina, a usina de cana não emprega nas mesmas proporções no sentido de compensar esse efeito, mesmo considerando os efeitos indiretos no meio urbano. Ou seja, a expansão da cana de açúcar pode aumentar o desemprego agrícola, agravar a pobreza dos pequenos produtores e aumentar o êxodo rural.

Silva e Rodrigues (2017) aplicaram o pensamento sistêmico para identificar os impactos sociais da produção da soja para biocombustíveis em Porto Nacional-TO. Utilizaram o IDH como variável chave e a renda, número de empregos, investimento privado em infraestrutura e educação foram alguns dos pontos de alavancagem, ou seja, exercem maior influência sobre o IDH. Concluíram que a gestão pública da cidade se tornou dependente desta estrutura pois o evidente aumento da infraestrutura da cidade (construção de posto de saúde, creche, pavimentação) só se deu devido ao aumento da receita municipal proveniente dos tributos da usina.

Mas, apesar de acreditarem que socialmente a usina foi um fator positivo para a cidade, ou autores supracitados enfatizam a necessidade da mitigação dos impactos negativos

encontrados. A migração de mão de obra ou de pessoas buscando emprego para a região aumentou o índice de violência, os casos de DST's, gravidez, roubos e furtos tanto em área rural quanto em área urbana.

Uma forte interferência do Estado através de políticas públicas, incentivo aos pequenos produtores, uma reforma agrária efetiva e mais ampla do que a que vem sendo implementada são sugestões para amenizar os impactos negativos gerados pela expansão do programa de biocombustíveis. (OLIVEIRA; NEDER; FILHO, 2010)

4 A BIOTECNOLOGIA COMO MITIGADORA DOS IMPACTOS

De acordo com a ONU: “Biotecnologia significa, qualquer aplicação tecnológica que utilize sistemas biológicos, organismos vivos, ou seus derivados, para fabricar ou modificar produtos ou processos para utilização específica.” (1992). Esta é uma ciência multidisciplinar com aplicação nas mais diversas áreas como produção de biopolímeros, alimentos, fármacos, tecidos, terapias medicinais, diagnósticos, combustíveis, tratamento e recuperação do meio, etc. Alguns exemplos de ferramentas são manipulação genética, transgenia e bioinformática. (UNIFESP, 2012)

Uma das contribuições da biotecnologia para melhorar a produção dos biocombustíveis é o desenvolvimento de novas linhagens de microrganismos fermentativos. Schenberg (2010) estuda o desenvolvimento de uma linhagem da levedura *Saccharomyces*, que possui excelentes qualidades fermentativas mas que também seja capaz que excretar no meio uma substância bactericida, como a lisozima, combatendo assim a contaminação do meio fermentativo e aumentando a produtividade do processo.

A biomassa lignocelulósica é o substrato para a produção dos biocombustíveis de segunda geração, pode ser proveniente de diferentes fontes de baixo custo como resíduos municipais, industriais e da agricultura, no entanto, por ser um material de alta recalcitrância, sua produção ainda requer muito investimento. A produção de bioetanol, por exemplo, passa por quatro estágios: pré-tratamento, hidrólise, fermentação e destilação. Novamente a biotecnologia atua para melhorar os processos genéticos e enzimáticos e tornar esses estágios economicamente viáveis. (LIMAYEM; RICKE, 2012)

Os autores supracitados exemplificam pesquisas a respeito do pré-tratamento, umas das etapas mais caras atualmente, responsável por quebrar a barreira mais resistente, formada por lignina, e expor as moléculas de celulose. Para resíduos agrícolas e madeiras duras é indicado o uso de pré-tratamentos envolvendo explosão de vapor com catalisador ou cal. Já para as madeiras mais macias (cujo pré-tratamento citado é ineficaz) poderia-se usar o pré-tratamento com sulfito pelo seu baixo custo e alta eficiência energética. O próximo passo importante é o desenvolvimento e melhoria na etapa de hidrólises, responsável por quebrar as moléculas de celulose em glicose que serão fermentadas e convertidas em etanol. A efetividade desta etapa está intimamente ligada a realização de um bom pré-tratamento, mas também ao desenvolvimento de enzimas específicas, resistentes e com baixo custo de produção, trabalho realizado pela biotecnologia.

Defendendo os biocombustíveis de terceira geração Varela et al (2014) falam sobre estudo no Centro de Ciências do Mar do Algarve (CCMAR) de desenvolvimento de uma metodologia para o rastreio de algas com capacidade de produzir elevados níveis de lipídios, levando ao isolamento de uma espécie com perfil adequado para a produção de biodiesel. No entanto, eles deixam claro a necessidade da implementação do conceito da biorrefinaria para que os combustíveis de terceira geração se tornem viáveis comercialmente, ou seja, toda biomassa algal deve ser utilizada, se não como combustível, como proteínas para rações e vários compostos bioativos com aplicação biomédica.

Ainda de acordo com os autores acima, a utilização de algas acabaria com problemas ambientais e de segurança alimentar, uma vez que não é necessário utilizar grandes quantidades de água e nem terras aráveis para sua produção. O maior problema ainda está no preço do seu cultivo e extração, necessitando mais estudos e desenvolvimento biotecnológico como a manipulação genética para desenvolvimento de linhagens com alta produtividade de lipídios, resistentes e de tamanhos adequados para sua extração do meio de cultura.

Sendo a biotecnologia a maior aliada para solucionar os problemas relacionados a sustentabilidade, crises ambientais e os obstáculos para produção e viabilização da bioenergia, Nascimento et al (2007), trazem um ponto importante. Através de levantamento e análise crítica dos cursos de pós-graduação e mestrado no Brasil, mostraram a falta de profissionais qualificados nessa área. Desenvolveram na Faculdade de Tecnologia e Ciências de Salvador – FTC, em 2007, o Mestrado Profissional em Bioenergia pensando em uma plataforma dinâmica e multidisciplinar unindo a tecnologia de produção aos aspectos ecológicos, através da biotecnologia, assim como a gestão destes processos.

5 CONCLUSÃO

A busca por novos combustíveis será constante, uma vez que é algo essencial ao ser humano tanto para o funcionamento de suas células como para abastecer as novas invenções e a busca por novas descobertas. Até o momento, a questão econômica ainda é o fator principal para o desenvolvimento de novas tecnologias e as mudanças na sociedade.

Os estudos atuais tendem a elencar mais pontos positivos do que negativos e deixam os biocombustíveis em posição de destaque, principalmente em relação a recuperação dos danos ambientais causados pelo homem. Neste ponto, o grande vencedor certamente é o bioetanol proveniente da cana-de-açúcar brasileira que ganhará ainda mais destaque quando os estudos avançarem e o etanol de segunda e terceira geração forem uma realidade.

Embora muitos pesquisadores tenham mostrados dados que indicam a influência negativa da produção de soja e cana-de-açúcar para fins energéticos nos preços dos alimentos, na teoria, a segurança alimentar não aparenta ser uma grande preocupação, o grande problema é a má distribuição dos alimentos e não a quantidade produzida. Mas, olhando os números da população mundial que sofre com a fome é preocupante que se tenha tão poucos estudos e em sua maioria muito superficiais acerca desse assunto.

Tratando-se das questões socioeconômicas, todos os artigos, se não discutido diretamente, esboçaram ao menos uma preocupação com a concentração fundiária e a monocultura que os agrocombustíveis geram ou podem gerar, o que também gera riscos ambientais. Sendo quase sempre sugerido como solução a intervenção do Estado e criação de programas para incentivo dos pequenos produtores o que acaba indo na contramão da evolução que busca novas tecnologias para melhorar o desempenho e automatizar ao máximo as produções.

Para solucionar grande parte desses problemas tem sido aplicada diversas técnicas biotecnológicas para aumentar a produtividade, buscando principalmente o desenvolvimento de tecnologias para que os biocombustíveis de segunda e terceira geração passem a ser economicamente viáveis. A maioria dos estudos está focado no estágio de pré-tratamento, pois ainda é a etapa mais cara e que pode aumentar significativamente a produtividade. Além disso, é dado bastante foco também na produção de enzimas, muito utilizadas na área médica, entram como parte importante nas hidrólises da biomassa lignocelulósica. Nas etapas de fermentação e destilação, a biotecnologia é aplicada buscando eliminar as pequenas perdas de produção existentes com possíveis contaminações.

Apesar da utilização do bioetanol já estar consolidada em muitos países, sendo o Brasil um pioneiro, e muitas pesquisas apontarem o biodiesel como boa opção, cada vez mais

viáveis com os avanços tecnológicos, faltam ainda muitos estudos sobre seus reais efeitos e o que sua produção e utilização causarão a longo prazo tanto no meio socioeconômico quanto ambiental.

REFERÊNCIAS

ABRAMOVAY, R.; MAGALHÃES, R. O acesso dos agricultores familiares aos mercados de biodiesel: parcerias entre grandes empresas e movimentos sociais. *Fundação Instituto de Pesquisa Econômica*, São Paulo, jun. 2007. Disponível em: <http://downloads.fipe.org.br/content/downloads/publicacoes/textos/texto_06_2007.pdf> Acesso em: 3 fev. 2017

BARBOSA, C. V.; JORDÃO, L. R. A produção de agrocombustíveis e o enlaço com a segurança e soberania alimentar. *Revista de Direito Agrário e Agroambiental*, v.1, nº 2, Minas Gerais, jul./dez. 2015. Disponível em: <<http://www.indexlaw.org/index.php/rdaa/article/view/322/pdf>> Acesso em: 5 dez. 2016

BARBOSA, L. M. Agroenergia, biodiversidade, segurança alimentar e direitos humanos. *Conjuntura Internacional*, ano 4, nº 33, Minas Gerais, set. 2007. Disponível em: <http://200.229.43.1/imagadb/conjuntura/CBO_ARQ_BOLET20070925212324.pdf> Acesso em: 14 jan. 2017

BRASIL. Lei nº 12.490, de 16/09/2011. *Diário Oficial da União*, Brasília, DF, 19 set. 2011. Disponível em: <https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/ato2011-2014/2011/lei/112490.htm>. Acesso em: 30 nov. 2016

BRASIL. Lei nº 13.263, de 23/03/2016. *Diário Oficial da União*, Brasília, DF, 24 mar. 2016. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/ato2015-2018/2016/lei/L13263.htm>. Acesso em: 7 fev. 2017

COSTA, C. C.; GUILHOTO, J. J. M.; MORAES, M. A. F. D. Impactos Sociais do Aumento de Demanda de Etanol Hidratado versus Gasolina C na Economia Brasileira. *Revista Econômica do Nordeste*, v.44, nº 01, Janeiro-Março, 2013. Disponível em: <https://www.bnb.gov.br/projwebren/Exec/artigoRenPDF.aspx?cd_artigo_ren=1363> Acesso em: 1 set. 2017

ESCOBAR, J. C. et al. Biofuels: Environment, technology and food security. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, v.13, 2009. Disponível em: <http://www.grid.unep.ch/FP2011/step1/pdf/004_Escobar_2009.pdf> Acesso em: 07 dez. 2016

FOREST, R.; COSTA, J. S. A expansão da cana-de-açúcar e seus impactos sobre a segurança alimentar. *Organizações Rurais e Agroindustriais*, v.18, nº 3, Lavras, 2016. Disponível em: <revista.dae.ufla.br/index.php/ora/article/download/968/531> Acesso em: 7 fev. 2017

KOHLHEPP, G. Análise da produção de etanol e biodiesel no Brasil. *Estudos Avançados*, v.24, nº 68, São Paulo, 2010. Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0103-40142010000100017&lang=pt> Acesso em: 03 dez. 2016

LAINE, J. Los bio-combustibles y la alimentación humana. *Interciencia*, v.33, nº 1, Caracas, 2008. Disponível em: <http://www.scielo.org.ve/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0378-18442008000100015&lang=pt> Acesso em: 15 jan. 2017

LIMAYEM, A.; RICKE, S. C. Lignocellulosic biomass for bioethanol production: Current perspectives, potential issues and future prospects. *Progress in Energy and Combustion Science*, v.38, agosto, 2012. Disponível em: <https://www.researchgate.net/publication/257171121_Lignocellulosic_biomass_for_bioethanol_production_Current_perspectives_potential_issues_and_future_prospects> Acesso em: 6 nov. 2017

MASIERO, G.; LOPES, H. Etanol e biodiesel como recursos energéticos alternativos: perspectivas da América Latina e da Ásia. *Revista Brasileira de política internacional*, v.51, nº 2, Brasília, jul/dec. 2008. Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0034-73292008000200005&lang=pt> Acesso em: 03 dez. 2016

MENEGHIN, F.; NASSAR A. M. A cana vai voltar a crescer? *O Estado de São Paulo*, p.2, 15 mai. 2013. Disponível em: <<http://acervo.estadao.com.br/pagina/#!/20130515-43674-nac-2-opi-a2-not>> Acesso em: 03 dez. 2016

NIGAM, P. S.; SINGH, S. A. Production of liquid biofuels from renewable resources. *Progress in Energy and Combustion Science*, 2010. Disponível em: <<https://helhaph12010-02.wikispaces.com/file/view/Production+of+liquid+biofuels+from+renewable+resources.pdf>> Acesso em: 4 out. 2017

OBERSTEINER, M. et al. Managing climate risk. *Science* 294, 786-787, 2001. Disponível em: <https://www.researchgate.net/profile/Yoshiki_Yamagata/publication/11672278_Managing_climate_risk_3/links/0912f50e7a23abb94a000000.pdf>. Acesso em: 17 nov. 2016

OLIVEIRA, I. C. C.; NEDER, H. D.; FILHO, N. A. Impactos Sociais da Expansão do Programa de Biocombustíveis sobre o estado de Minas Gerais. *Anais do XIV Seminário sobre a Economia Mineira*, Minas Gerais, 2010. Disponível em: <http://www.cedeplar.ufmg.br/seminarios/seminario_diamantina/2010/D10A023.pdf>. Acesso em: 20 set. 2017

OMENA, L. A.; SOUZA, R. R.; SOARES, M. J. N. O papel dos biocombustíveis na nova configuração geopolítica. *Revista Geopolítica*, v.4, nº 1, p. 79-97, jan./jun. 2013. Disponível em: <<http://www.revistageopolitica.com.br/index.php/revistageopolitica/article/view/78/77>>. Acesso em: 23 nov. 2016

POMPELLI, M. F. et al. Crise energética mundial e o papel do Brasil na problemática de biocombustíveis. *Agronomía Colombiana*, v.29, nº 2, Bogotá, jun./ago. 2011. Disponível em: <http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0120-99652011000200009&lang=pt> Acesso em: 17 nov. 2016

SCHENBERG, A. C. G. Biotecnologia e desenvolvimento sustentável. Estudos avançados, vol. 24, nº 70, São Paulo, 2010. Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?pid=S0103-40142010000300002&script=sci_arttext&lng=pt> Acesso em: 4 out. 2017

SILVA, J. A. Avaliação do Programa Nacional de Produção e Uso do Biodiesel no Brasil - PNPB. *Revista de Política Agrícola*, ano XXII, nº 3, Brasília, jul./ago./set. 2013. Disponível em: <<https://seer.sede.embrapa.br/index.php/RPA/article/viewFile/763/720>> Acesso em: 15 jan. 2017

SILVA, T. L. A.; RODRIGUES, L. H. Avaliação sistêmica dos impactos sociais da produção da soja para biocombustíveis em Porto Nacional – TO. *GE- PROS. Gestão da Produção, Operações e Sistemas*, Ano 12, nº 1, p. 141-166, Bauru, jan-mar/2017. Disponível em: <<http://revista.feb.unesp.br/index.php/gepros/article/view/1613/760>> Acesso em: 22 set. 2017

TILMAN, D.; HILL, J. Corn can't solve our problem. *The Washington Post*, p. B01, 23 mar. 2007. Disponível em: <<http://www.washingtonpost.com/wp-dyn/content/article/2007/03/23/AR2007032301625.html>> Acesso em: 3 fev. 2017

UNIFESP. Insitituto de Ciência e Tecnologia, São José dos Campos, Brasil, 2012. Disponível em: <http://biotec_ict.sites.unifesp.br/biotec_ict/> Acesso em: 10 nov. 2017

VARELA, J.; PEREIRA, H.; SANTOS, E.; MONTEIRO, I.; TOCHA, C.; CUSTÓDIO, L.; BARREIRA, L. Os oceanos e a biotecnologia marinha: um novo desafio para Portugal. *Boletim de Biotecnologia*, série 2, nº 5, Portugal, jul. 2014. Disponível em: <https://www.spbt.pt/downloads/bulletins/Boletim_2-5.pdf#page=10> Acesso em: 4 out. 2017