

**Biorrefinarias integradas como oportunidade de desenvolvimento econômico sustentável no Brasil**

## **RESUMO EXECUTIVO**

A economia do mundo todo foi afetada pela emergência sanitária causada pela Covid-19. Numa sociedade pós-pandêmica é de se esperar que simultaneamente todos os países tentem se recuperar economicamente. O Brasil, que já apresentava baixo crescimento econômico, teve queda em seus mercados de produtos primários durante a pandemia. Para garantir o desenvolvimento sustentável do Brasil no médio e longo prazo é preciso atrair investimentos estrangeiros e se valer do seu desenvolvimento agrícola. Tendo em vista as características climáticas do país e as características inerentes a biomassa, um recurso altamente sustentável capaz de gerar energia, combustíveis e produtos químicos de alto valor agregado, sugere-se que a implementação de biorrefinarias no Brasil, possa ser um meio de garantir desenvolvimento econômico, segurança energética, além de contribuir para diminuição de emissão de gases estufa. Neste contexto, o principal objetivo deste ensaio é discutir a viabilidade da implantação de biorrefinarias integradas no país.

## **INTRODUÇÃO**

Economias do mundo todo foram afetadas pela extensão e duração da pandemia causada pelo Sars-Cov-2. A necessidade de isolamento social levou a uma pausa em diversos setores, além também, da mudança de consumo da população mundial. O que sugere que todas essas economias tentarão se recuperar o mais brevemente possível. Neste cenário, buscar atrair investimentos estrangeiros faz-se totalmente necessário, uma vez que acelera o crescimento da economia e gera maior competitividade de mercado. No entanto, é primordial pensar no desenvolvimento sustentável, uma vez que a exploração desenfreada de recursos naturais tem, comprovadamente, desencadeado uma série de problemas ambientais (FAO, 2000).

Há quase 30 anos, em 1992, chefes de mais de 100 países se reuniram no Rio de Janeiro para discutir como seria possível promover o desenvolvimento econômico e social e garantir o futuro das próximas gerações, na Conferência das Nações Unidas sobre o Meio Ambiente e o Desenvolvimento. Esse evento ficou conhecido como Rio-92 e a partir dele surgiu a Agenda 21, um documento que buscava promover, em escala planetária, o desenvolvimento sustentável. Nos anos seguintes novas reuniões aconteceram e mais países seguem aderindo ao compromisso de garantir melhores condições de vida para as gerações futuras e conservação meio ambiente, registrado na Agenda 2030 (AGENDA 2030, 2015).

A crise do petróleo dos anos 70 mostrou a fragilidade da dependência de combustíveis fósseis, que podem ter suas reservas esgotadas nos próximos 50 anos. Além disso, o crescimento da preocupação ambiental aliado à busca pela redução da utilização de combustíveis fósseis e às propostas de crescimento sustentável fizeram com que houvesse um aumento na utilização da biomassa, como uma alternativa para a produção de energia elétrica e de biocombustíveis (SCHOBERT, 2013; MAMMAN et al. 2008). Para muitos autores a utilização de energia renovável é imprescindível para o desenvolvimento sustentável (DEMIRBAS, 2009).

O objetivo deste ensaio é aferir, após a análise do atual contexto brasileiro e os seus respectivos problemas, quais as práticas a implementar, no Brasil, neste processo de promoção de investimento.

## **ANÁLISE**

O ano de 2020 entrou para história mundial devido a pandemia causada pela disseminação do coronavírus. Além da crise de saúde a economia sofreu, mundialmente, com as incertezas acerca da evolução da pandemia e com a necessidade do isolamento social. A queda generalizada da atividade econômica tanto nas economias desenvolvidas quanto nas emergentes pode ter como consequência a maior contração do PIB mundial desde 1946 (CEPAL, 2021).

Os dados da Pesquisa Nacional por Amostra de Domicílios Contínua indicam que em 2021 o Brasil enfrenta a maior taxa de desemprego desde 2012. A pesquisa identificou que 14,7% da força de trabalho está fora do mercado. Esse valor representa 14,8 milhões de brasileiros, com idade acima de 14 anos, que estão sem ocupação no primeiro trimestre de 2021 (BRASIL, 2021).

Essa situação se soma às múltiplas consequências causadas pela emergência sanitária. Para além das inúmeras mortes, grande ocupação dos hospitais e da crise política, o Brasil também sofreu com a queda dos preços de produtos primários no início de 2020. Segundo dados da Comissão Econômica para a América Latina e o Caribe, a CEPAL, o comércio exterior na América Latina e no Caribe registra o pior desempenho desde a crise financeira global de 2008 e 2009. O valor das exportações na região caiu 13% em 2020 (CEPAL, 2021).

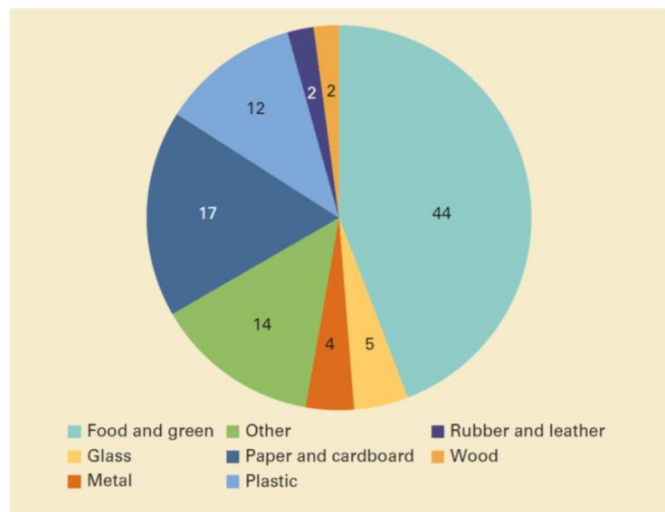
O baixo crescimento econômico da região já era observado antes da pandemia, em 2019 a taxa de crescimento de apenas 0,1%. Com a chegada da pandemia muitas mudanças foram necessárias, como a paralisação de muitas atividades produtivas, aplicação de políticas de contenção, necessidade de distanciamento físico, entre outras. A soma desses fatores contribuiu para a queda de 7,7% do PIB regional, configurando a pior crise econômica, social e produtiva que a região viveu nos últimos 120 anos (CEPAL, 2021).

No Brasil, a atividade econômica foi mantida principalmente pela produção agrícola (soja, milho e cana-de-açúcar) e pecuária, apesar da queda generalizada do preço das commodities. A projeção do Produto Interno Bruto (PIB) real era negativa, em torno de 8%, devido à queda na produção industrial, nas vendas do comércio e no volume de serviços prestados (WORLD BANK, 2020).

As perspectivas para os preços de commodities em 2021 ainda são consideradas incertas. Nos primeiros meses de 2020 houve queda acentuada nos preços dos produtos básicos, seguida por um crescimento, no entanto, com a continuação da pandemia o cenário segue instável (CEPAL, 2021).

Outros problemas antecedem a atual situação e já se arrastam por longos anos e se somam às novas demandas. A grande produção de lixo mundial e falta do manejo adequado dos resíduos tem preocupado ao longo dos anos. Segundo dados da pesquisa What a waste 2.0, de 2018, eram produzidas 2,01 bilhões de toneladas de resíduos sólidos urbanos anualmente. Nesse ano 44% do lixo global correspondia a resíduos de alimentos e resíduos verdes (KAZA et. al. 2018). A alta quantidade desse lixo não configura um problema, uma vez que a degradação desse material ocorre de forma natural por microrganismos como fungos e bactérias. Contudo, a elevada quantidade desse material indica a possibilidade de seu reaproveito para produção energética.

Figura 1. Gráfico da distribuição dos tipos de lixo entre o lixo global em 2016.



Fonte: Kaza *et al.*, 2018

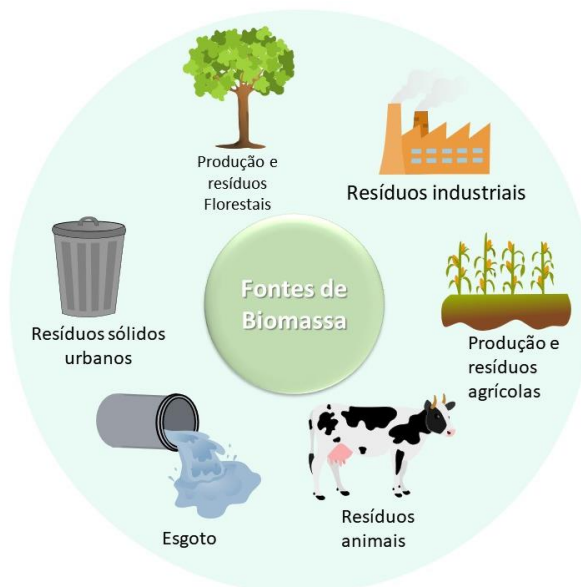
Nesse contexto, de preocupação econômica e ambiental, a implementação de biorrefinarias integradas é sugerida para produção energética e para geração de renda e de empregos.

## **BIOMASSA E BIORREFINARIAS**

Para analisar a viabilidade da utilização da biomassa é preciso antes compreender o significado deste termo. Para Couto, et. al. (2004) “A biomassa engloba simultaneamente tanto os seres vivos como também o conjunto dos produtos orgânicos gerados por estes seres vivos, mas que não se encontram completamente decompostos em

moléculas elementares.” O termo biomassa é empregado para descrever matéria orgânica, de diversas origens, que pode ser convertida em energia, o que inclui plantas e seus resíduos, algas, resíduos de animais, entre outros (TURSI, 2019). A figura 2 podem ser observados diferentes origens de biomassa.

Figura 2. Fontes de biomassa.



Fonte: autoria própria.

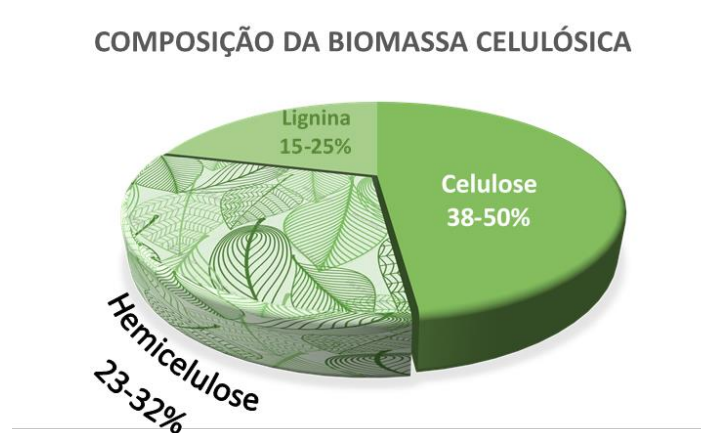
A biomassa, para fins energéticos, é classificada em três categorias: florestal, agrícola e rejeitos urbanos e industriais. O potencial energético de cada um desses grupos depende tanto da matéria-prima quanto da tecnologia utilizada no processamento (CARDOSO, 2012).

A biomassa é um recurso orgânico renovável a curto prazo, prontamente disponível e em abundância. Além disso, por meio da fotossíntese, a biomassa fixa o dióxido de carbono na atmosfera (DEMIRBAS, 2010). A biomassa se destaca não só como fonte de energia renovável, mas também como uma fonte compostos de partida para a produção substâncias orgânicas empregadas como insumos em processos industriais (McKENDRY, 2002).

A composição da biomassa depende de sua origem. A biomassa lignocelulósica, aquela que é derivada de fontes vegetais, de modo geral é composta principalmente de celulose, hemicelulose e lignina. A figura 3 ilustra a composição média da biomassa lignocelulósica. Na hemicelulose, encontram-se polissacarídeos que podem ser usados

como matéria-prima básica, barata e acessível em escala de toneladas para a síntese de muitos produtos químicos para a indústria química (McKENDRY, 2002; MAMMAN et al., 2008).

Figura 3 – Composição da biomassa celulósica.

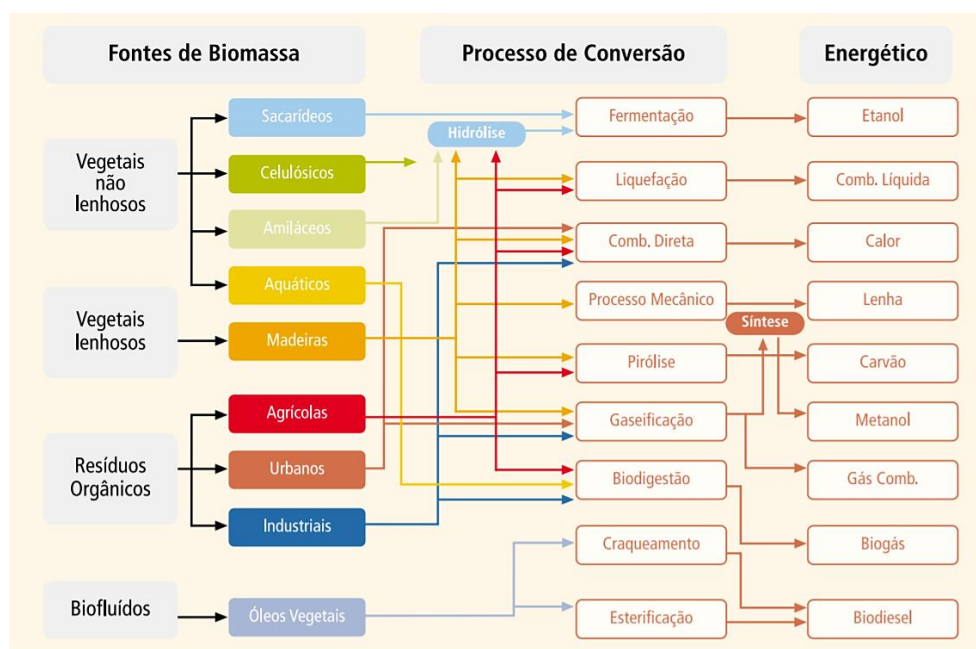


Fonte: autoria própria.

A utilização de biomassa para geração de energia tem vantagens como a diversificação da matriz energética do país, reutilização de rejeitos e maior segurança energética devido a redução da dependência energética e econômica de combustíveis fósseis como petróleo e carvão mineral, o que é primordial para o crescimento econômico (OLIVEIRA, 2015). No entanto, o aproveitamento dessa matéria-prima exige a implantação das biorrefinarias.

As biorrefinarias são instalações onde ocorre a conversão de biomassa em combustíveis, energia e produtos químicos de valor agregado. O conceito de biorrefinaria se baseia no conceito de refinaria de petróleo, que produz vários combustíveis e produtos derivados do petróleo. A biorrefinaria, por sua vez, utiliza recursos renováveis para a produção de biocombustíveis, bioaditivos e produtos de química fina, reduzindo impactos ambientais. Indústrias processadoras de milho e fábricas de celulose e papel podem ser consideradas exemplos de biorrefinarias (DEMIRBAS, 2010). Os processos envolvidos e os produtos obtidos dependem da matéria-prima na qual a biorrefinaria se baseia, como se pode observar na figura 4.

Figura 4. Fontes de Biomassa e seus processos de conversão bem como seus produtos energéticos



Fonte: ANEEL, 2005

Tabela 1. Tipos de biorrefinarias com distinção de sua matéria-prima e seus produtos

	Matérias-primas	Produtos
Biorrefinaria verde	Gramíneas, plantas verdes	Etanol
Biorrefinaria de cereais	Colheitas de amido, colheitas de açúcar, grãos.	Bioetanol
Biorrefinaria de sementes oleaginosas	Colheitas de sementes oleaginosas, plantas oleaginosas	Óleos vegetais, biodiesel
Biorrefinaria Florestal	Resíduos de colheita florestal, cascas, serragem, licores de polpação, fibras.	Combustíveis, energia, produtos químicos
Biorrefinaria lignocelulósica	Resíduos agrícolas, resíduos urbanos de madeira, resíduos orgânicos industriais.	Etanol lignocelulósico, bio-óleo, produtos gasosos.

Fonte: adaptado de Demirbas, 2010.



Existem diferentes tipos de biorrefinarias, alguns deles são apresentados na tabela 1. O processamento escolhido influencia na variedade de produtos obtidos.

Para garantir um aproveitamento mais completo possível da biomassa, de subprodutos e de resíduos gerados ao longo da cadeia produtiva é necessário um maior número de processos, o que por sua vez torna sua estruturação mais complexa e pode levar a um aumento nos custos da produção. As biorrefinarias integradas buscam combinação de processos sejam entre si. O sinergismo entre as plataformas termoquímica e bioquímica possibilita a redução do custo de produção e maior variedade de produtos. Além disso, a biorrefinaria integrada é capaz de fazer uso de um maior número de componentes da biomassa, reduzindo assim a geração de resíduos e as emissões de dióxido de carbono (PECK et al., 2009).

Assim como as refinarias de petróleo não conseguem realizar a conversão total da matéria-prima disponível, as biorrefinarias selecionam as plataformas de tecnologia que são mais econômicas para a conversão de manter o tipo de biomassa em uma certa coleção de produtos finais desejados. Uma ideia interessante que reduz os custos de transporte de resíduos agrícolas é a conversão da biomassa em bio-óleo perto do cultivar. Assim o bio-óleo, que possui alta densidade é levado para o processamento em uma instalação central, em vez de transportar a biomassa de baixa densidade que ocuparia um volume muito superior (DEMIRBAS, 2010). Dessa maneira, num país com dimensões continentais, como o Brasil, é possível reduzir os custos com o transporte de matéria-prima.

O ideal é que as biorrefinarias sejam capazes de realizar integração térmica e desenvolvimento de coprodutos, assim como ocorre em refinarias de petróleo. O calor que é liberado de alguns processos pode ser usado para atender as necessidades de outros processos que ocorrem dentro da própria biorrefinaria (DEMIRBAS, 2010).

O Brasil já possui experiência com produção de biocombustíveis, como o bioetanol gerado a partir da cana-de-açúcar e o biodiesel produzido a partir de oleaginosas como a soja (NOGUEIRA et al., 2013). Além disso, o país possui sua economia fortemente fundamentada na agricultura. O Brasil é um dos maiores produtores de cana-de-açúcar, a terceira estimativa da safra 2020/2021 indica que devem ser colhidas 665,1 milhões de toneladas dessa gramínea. Nas últimas cinco safras, O Brasil exportou, em média, cerca de 70,4% da sua produção de açúcar, o que lhe conferiu o posto de maior produtor e exportador mundial dessa commodity (CONAB, 2021). Esses dados sugerem

a possibilidade do uso do bagaço da cana-de-açúcar, por exemplo, para produção energética no país.

As condições climáticas brasileiras, aliadas à grande disponibilidade de água e a elevada extensão territorial tornam a geração de energia derivada da biomassa mais favorável no Brasil em relação a outros países. Ademais o aperfeiçoamento das tradicionais fontes de biomassa e o desenvolvimento de processos para novas fontes, como gramíneas e florestas energéticas de curta rotação potencializam a redução de custos e expansão da produção de bioenergia (RUIZ, 2015).

As pesquisas realizadas ao longo das últimas décadas têm apontado a possibilidade de bagaço e da palha deixarem de ser considerados apenas como resíduos passarem a ser a base fundamental da nova indústria constituída pelas biorrefinarias (CHERUBINI, 2010).

O material lignocelulósico presente nesse tipo de rejeito pode ser quebrado em suas macromoléculas constituintes, lignina, celulose e hemicelulose. Essa quebra pode ser realizada por meio de processos químicos, com utilização de ácidos, como também através de organismos geneticamente modificados (OGMs) e enzimas (CHERUBINI, 2010). Uma usina de etanol utilizando esse processo consegue produzir até 50% mais etanol por hectare (MILANEZ et al., 2015).

A biomassa oleaginosa pode ser convertida em óleos, os quais por sua vez têm sido convertidos em biodiesel e glicerol, seu subproduto gerado na proporção 10% em volume. Dentro desse contexto, o glicerol se enquadra no conceito de biorrefinaria, onde partindo de uma molécula plataforma gerada num processo de conversão de biomassa pode-se obter diferentes produtos químicos e biocombustíveis (AGIRREZABAL-TELLERIA et al., 2012).

As vantagens dos óleos vegetais como combustível diesel são sua portabilidade, disponibilidade generalizada, renovabilidade, menor teor de enxofre, menor teor de aromáticos e biodegradabilidade (DEMIRBAS, 2010).

Como o diesel de origem fóssil (petróleo) é atualmente consumido tanto industrialmente como pelo setor de transporte, reduzir seu consumo misturando-o ao biodiesel tem se tornado uma opção. Juntamente com o etanol, o biodiesel é um biocombustível ambientalmente benigno e que pode tornar-se economicamente sustentável. Diferentemente do petrodiesel, o biodiesel possui certas vantagens exclusivas, pois é biodegradável, não tóxico, emite menos poluentes no ar/gases de efeito estufa, possui propriedades lubrificantes e de queima que podem ser aprimoradas pelo

uso de bioaditivo, sendo compatível com os motores a diesel (VYAS; VERMA; SUBRAHMANYAM, 2010). Atualmente a legislação brasileira, de acordo com a Resolução CNPE nº 16, de 2018, define que o percentual mínimo de biodiesel a ser acrescido ao óleo diesel comercializado no país deve ser de 11% em volume e fica também estabelecido que em 2023 esse percentual seja de 15%.

Porém, o uso sustentável e economicamente viável do biodiesel, é dificultado por três grandes desvantagens:

(i) dependendo dos ésteres graxos presentes em sua constituição, o biodiesel pode ter sua viscosidade afetada e ser menos apropriado em regiões de baixa temperatura (SMITH et al., 2010); no Brasil e países tropicais, este ponto não é crítico, porém no hemisfério Norte e Europa isto torna-se altamente impactante.

(ii) a grande quantidade de glicerol gerado como coproduto no processo de transesterificação pode se transformar em um resíduo que deverá ser disposto ou queimado, o que geraria custos extras e afetaria o preço ao consumidor (KATRYNIOK et al., 2010).

(iii) o alto custo da matéria prima oleaginosa, que não deve competir com indústria alimentícia, mas também deve ter uma qualidade aceitável (ter um baixo teor de ácidos graxos livres), o que, em alguns casos, exige um pré-tratamento como a esterificação catalisada por ácidos (ZHANG et al. 2003).

Por isto, desenvolver processos para valorização do glicerol pode contribuir agregar valor ao coproduto e tornar o processo de produção do biodiesel mais sustentável economicamente (GONÇALVES et al. 2012).

O desenvolvimento de processos de biorrefinaria é estratégico, entretanto, para sua melhoria em escala industrial é necessário primeiramente estudá-los em escala laboratorial. A investigação de tais processos visa não somente minimizar o consumo de energia, otimizar as variáveis de reação, mas também reduzir a geração de efluentes, melhorar a economia atômica. Por isso, é imprescindível o contato com as Universidades públicas (responsáveis pela maior parcela das pesquisas científicas no Brasil).

Além disso, a queima de combustíveis de origem renovável contribui para redução do volume expressivo de dióxido de carbono ( $\text{CO}_2$ ) lançado anualmente na atmosfera. A queima de um litro de etanol de cana-de-açúcar como combustível reduz cerca de 70% a quantidade de emissão de  $\text{CO}_2$  na atmosfera em relação à queima da gasolina (CONAB, 2015). O etanol gera dez vezes mais energia do que consome em sua produção além disso,

o carbono desprendido em sua queima é praticamente todo consumido em sua produção. (DINCER, 2008).

Vale ressaltar que a sustentabilidade das biorrefinarias deriva de sua capacidade de explorar cada produto, como de fato ocorre nas refinarias de petróleo. Sendo assim, as biorrefinarias promovem a diversificação de produtos, impactando de forma positiva as diversas cadeias produtivas envolvidas e repercutindo em benefícios para a sociedade, como geração de empregos e renda, na conquista de mercados externos, na diminuição de importações, dentre outros (EMBRAPA AGROENERGIA, 2011).

Porém, para a inserção plena dos biocombustíveis no campo da sustentabilidade é preciso superar o desafio econômico imposto para sua difusão, principalmente no que tange aos custos de produção e logística dessa alternativa. (CHERUBINI, 2010)

Uma biorrefinaria é uma indústria que irá processar colheitas como a de cana-de-açúcar, de milho, de sorgo. Sendo assim, um sistema de biorrefinaria começa com a colheita de safras inteiras (grãos e palha), que são então armazenados e fracionados (incluindo a secagem conforme necessário) em produtos e subprodutos à venda. O diferencial das biorrefinarias em relação à fábricas que processam essas mesmas colheitas é que se objetiva dar uso e agregar valor de todas as frações da matéria-prima de entrada (AUDSLEY, ANNETTS, 2003)

Audsley e Annetts (2003) sugerem que três partes são essenciais na análise de uma biorrefinaria. Considerando que a biorrefinaria contrate uma colheita, é preciso considerar a fazenda que fará a venda dos produtos. A segunda parte é o tipo de sistema de processamento do material da biorrefinaria. A terceira parte é o transporte da matéria-prima principal, a colheita, para a biorrefinaria. Mecanismos de redução de custos nessas três etapas são essenciais para garantir a viabilidade econômica do uso de biomassa (AUDSLEY, ANNETTS 2003).

Tendo em vista essas três partes é possível perceber alguns entraves à implementação de biorrefinarias. O uso de safras agrícolas, sem subsídio, é muito caro para produzir bioetanol ou biodiesel a um preço competitivo com a gasolina não tributada ou o óleo diesel, tornando o processo economicamente inviável. A política de redução de impostos e incentivo fiscais, implementada na União Européia em 1991, que propôs uma dedução fiscal de 90% para o uso de biocombustíveis, incluindo biodiesel, fez parte de um movimento que levou a Europa a ser uma das maiores produtoras mundiais de biodiesel, em 2005 quase 89% da produção mundial de biodiesel veio da União Européia.

Empresas construíram usinas de biodiesel, cada uma dessas usinas produzirá até 5,67 milhões de litros desse biocombustível por ano (DEMIRBAS, 2010).

O Brasil foi pioneiro na produção de biocombustíveis com a criação do Programa Nacional do Álcool (Proálcool), em 1975. As crises do petróleo em 1973 e 1979, que impactaram fortemente o setor energético e alarmaram os países acerca da necessidade de variar sua matriz energética (EPE, 2015).

Atualmente a matriz energética brasileira tem 46,1% participação de fontes renováveis é de 46,1%, nas quais se destacam a biomassa da cana (18%), a hidráulica (12,4%), a lenha e o carvão vegetal (8,7%) e outras renováveis (7%). Em 2019, foram consumidos 5,9 bilhões de litros de biodiesel no Brasil, o que representa um aumento de 11,3 % em relação a 2018, e no mesmo ano, foram produzidos 36,0 bilhões de litros de etanol, dos quais 25,3 bilhões de hidratado (aumento de 10%) e 10,7 bilhões de anidro. O bagaço de cana foi o combustível mais utilizado (EPE, 2020) .

Barreiras quanto a implementação de biorrefinarias estão alicerçadas no custo de produção e às dificuldades na colheita e armazenamento do material cultivado, especialmente para safras anuais ou outras que devem ser colhidos dentro de um período de tempo estreito. Os custos de transporte são impactantes para utilização da biomassa, por isso, a produção local ou regional de biomassa é mais favorável. O transporte do material na forma de bio-óleo também auxilia na redução dos custos.

Para driblar as distâncias no Brasil é preciso pensar em sistemas integrados de produção. Onde as instalações da biorrefinaria sejam próximas ao local de colheita da matéria-prima, ou onde os rejeitos de uma indústria possam ser facilmente enviados para o processamento em uma biorrefinaria. O processamento da biomassa tem potencial para produzir moléculas plataforma importantes como o ácido levulínico, o furfural, o glicerol, entre outras, que tem aplicações na indústria alimentícia, farmacêutica, de polímeros, por exemplo. Parcerias entre indústrias para que moléculas-plataforma possam ser empregadas pela indústria nacional ou até exportadas para mercados de interesse. Há expectativa que em 2025 mais de 30% das matérias-primas para a indústria química sejam produzidas a partir de fontes renováveis ( SUSCHEM, 2019).

Outros problemas técnicos associados ao cultivo de safras energéticas incluem o fornecimento de nutrientes e o controle de pragas e doenças. O custo para manutenção dos cultivares também deve ser levado em conta (DEMIRBAS, 2010). O Brasil, no

entanto, tem forte desenvolvimento no controle de várias pragas que acometem as lavouras aqui existentes.

Os impactos ambientais, sociais e efeitos ecológicos da utilização grandes áreas de monocultura também configuram um entrave para produção voltada para utilização em uma biorrefinaria. Por exemplo, óleos vegetais são uma fonte de energia renovável e potencialmente inesgotável com um conteúdo energético próximo ao do óleo diesel (DEMIRBAS, 2010). Uma maneira de transpor essa barreira é o enfoque em culturas que não são empregadas pela indústria alimentícia, como a produção de biodiesel por meio de óleo de macaúba, utilização do sorgo que tem capacidade calorífica semelhante à da cana, por exemplo.

Além dos desafios técnicos de comercialização de biorrefinados avançados, também existem grandes barreiras de infraestrutura. Essas barreiras estão associadas ao desenvolvimento de novas infraestruturas agrícolas para a coleta e armazenamento de resíduos de colheita. Deve ser desenvolvido um sistema integrado de abastecimento de matéria-prima que possa suprir as necessidades de matéria-prima de forma sustentável a um custo razoável. (DEMIRBAS, 2010)

O planejamento de biorrefinarias baseadas em rejeitos industriais como os da indústria sucroalcooleira e indústria de sucos, reduz a competição com a indústria alimentícia e promove uma finalidade para o material que seria descartado. Além de agregar valor aos rejeitos.

## **CONCLUSÕES**

A maior parte das reservas de petróleo e gás natural está localizada dentro de um pequeno grupo de países. A crescente demanda energética para garantir os meios de produção industriais e a manutenção de uma sociedade essencialmente urbana exige que sejam pensados meios de garantir a suficiência energética respeitando os limites da natureza.

A grande produção de lixo e de poluição, o agravamento do efeito estufa são sinais que demonstram que é preciso garantir o desenvolvimento sustentável com urgência. As contínuas demandas por um uso mais bem pensado dos recursos naturais e os esforços internacionais para garantir que os países se comprometam em garantir a manutenção do meio ambiente indicam que num futuro próximo, países que tem realizado seus esforços agora, poderão contar com benefícios fiscais internacionais.

A implementação de biorrefinarias tem sido investigada e aperfeiçoada ao longo dos anos, demonstrando o potencial que essas refinarias têm para substituir as petrorrefinarias. Instituições de pesquisa do mundo todo tem investigado mecanismos para a simplificação e barateamento dos custos de produção e muitos progressos têm sido alcançados.

A implementação de biorrefinarias exige um planejamento bem elaborado e que leve em conta as demandas não só energéticas e econômicas, mas também ambientais e sociais. No entanto, com o uso de auxílios fiscais é possível tornar o processamento da biomassa lucrativo e viável economicamente.

O Brasil possui características climáticas que favorecem a utilização de biomassa para produção de energia renovável. Aproveitar-se dessas condições e implementar biorrefinarias agora, pode favorecer um papel de destaque e até mesmo hegemônico do país no futuro no que diz respeito a utilização de energias renováveis.

O enfoque em moléculas plataforma e produtos de maior valor agregado contribuem para aumento da lucratividade em biorrefinarias. A parcerias com indústrias como a de tintas, alimentícias, de cosméticos, podem garantir a utilização de compostos produzidos e aumentar o impacto econômico das biorrefinarias.

Mecanismos de incentivos financeiros e fiscais podem ser determinantes para implementação dessas refinarias no Brasil. A redução dos riscos de investimento, por meio de tax holidays e/ou criação de zonas econômicas especiais, podem favorecer a formação de zonas industriais baseadas em biomassa. O esforço para atrair novas indústrias para o país pode resultar na diminuição do desemprego e melhoria da qualidade de vida dos brasileiros.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

A Agenda 2030 para o Desenvolvimento Sustentável. **Agenda 2030**, 2015. Disponível em: <<http://www.agenda2030.com.br/sobre/>> . Acesso em 15 de maio de 2021.

AGIRREZABAL-TELLERIA, I.; REQUIES, J.; GÜEMEZ, M. B.; ARIAS, P. L. Pore size tuning of functionalized SBA-15 catalysts for the selective production of furfural from xylose. **Applied Catalysis B: Environmental**, v. 115, p. 169-178, 2012.

ANEEL. Atlas de energia elétrica do Brasil. 2005

AUDSLEY, E., ANNETTS, J. E. Modelling the value of a rural biorefinery – part I: The model description. **Agricult Sys.** 76:39–59. 2003.

BRASIL. IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Pesquisa Nacional por Amostra de Domicílios Contínua Primeiro Trimestre de 2021**. Brasil. Rio de Janeiro. 2009

CARDOSO, Bruno Monteiro. Uso da Biomassa como Alternativa Energética. UFRJ/ Escola Politécnica. Rio de Janeiro: (2012). Disponível em: < <http://www.poli.ufrj.br/>> Acesso em 01 maio de 2021.

CEPAL. **Balance Preliminar de las Economías de América Latina y el Caribe**. Santiago: Naciones Unidas, 2021.

CHERUBINI, F. The biorefinery concept: Using biomass instead of oil for producing energy and chemicals. **Energy Conversion and Management**, 51(7), 1412–1421. 2010.

CONAB. **Companhia Nacional de Abastecimento. Acompanhamento da safra brasileira de cana-de-açúcar**. Disponível em: <<https://www.conab.gov.br/info-agro/safras/cana/boletim-da-safra-de-cana-de-acucar>>. Acesso em 15 de maio de 2021.

COUTO, L. C.; COUTO, L.; WATZLAWICK, L. F.; CÂMARA, D. VIAS DE VALORIZAÇÃO ENERGÉTICA DA BIOMASSA. **Biomassa & Energia**, v. 1, n. 1, p. 71–92, 2004.

COUTO, M. A. P. G.; SANTA ANNA, L. M. M. . Biomass of lignocellulosic composition for fuel ethanol production and the context of biorefinery. In: **Series on Biotechnology**. 2. ed. Rio de Janeiro: Amiga Digital UFRJ, 2008. p. 45.

DEMIRBAS, A. Biorefineries: Current activities and future developments. **Energy Conversion and Management**, v. 50, n. 11, p. 2782–2801, 2009.

DEMIRBAS, A. **Biorefineries**. 1. ed. London: Springer London, 2010.

EPE. Empresa de Pesquisa Energética. Balanço Energético Nacional. Relatório Síntese / ano base 2019. Rio de Janeiro: 2020. Disponível em: < <https://www.epe.gov.br/pt/publicacoes-dados-abertos/publicacoes/balanco-energeticonacional-2020>> . Acesso em: 02 maio. 2021



FAO. Conflict and Natural Resources Management. Violet Matiru Community Forestry. 2000.

GONÇALVES, C. E.; LAIER, L. O.; CARDOSO, A. L.; DA SILVA, M. J. Bioadditive synthesis from  $H_3PW_{12}O_{40}$ -catalyzed glycerol esterification with HOAc under mild reaction conditions. **Fuel Processing Technology**, v. 102, p. 46-52, 2012.

KAZA, S.; L. YAO, P.; BHADA-TATA; WOERDEN, F. VAN. **What a Waste 2.0: a Global Snapshot of Solid Waste Management to 2050**. World Bank Publications, 2018.

MAMMAN, A. S. et al. Furfural: Hemicellulose/xylose-derived biochemical. **Biofuels, Bioproducts and Biorefining**, p. 438–454, 2008.

MCKENDRY, P. Energy production from biomass (part 1): Overview of biomass. **Bioresource Technology**, v. 83, n. 1, p. 37–46, 2002.

NOGUEIRA, M. A. F. DE S.; GARCIA, M. D. S. Gestão dos resíduos do setor industrial sucroenergético: estudo de caso de uma usina no município de rio brilhante, Mato Grosso do Sul. **Revista Eletrônica em Gestão, Educação e Tecnologia Ambiental**, v. 17, n. 17, p. 3275–3283, 2013.

OLIVEIRA, L. K. DE. **Geopolítica Energética dos países Emergentes**. I Seminário Internacional de Ciência Política da UFRGS. **Anais...** Porto Alegre: Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 2015

PECK, P.; BENNETT, S. J.; BISSETT-AMESS, R.; LENHART, J.; MOZAFFARIAN, H. **Examining understanding, acceptance, and support for the biorefinery concept among EU policy-makers**. **Biofuels, Bioproducts and Biorefining**, v. 3, p. 361–383, 2009.

PEREIRA JR., N. **Biomass of lignocellulosic composition for fuel ethanol production within the context of biorefinery**. Rio de Janeiro, 2008, Series of Biotechnology vol 2.

RUIZ, E. T. N. F. . **Análise de Investimento em Projetos Greenfield de Bioenergia**. 1. ed. Campinas: Alínea, 2015.

SMITH, P. C.; NGOTHAI, Y.; NGUYEN, Q. D.; O'Neill, B. K. Improving the low-temperature properties of biodiesel: Methods and consequences. **Renewable Energy**, 35, 1145-1151, 2010.

SUSCHEM: European Technology Platform for Sustainable Chemistry, Industrial Biotechnology Section, <<http://www.suschem.org/>>. Acesso em: 15 maio 2021.

TURSI, A. A review on biomass: importance, chemistry, classification, and conversion. **Biofuel Research Journal**, v. 6, n. 2, p. 962–979, 2019.

WORLD BANK. Perspectivas econômicas globais. Disponível em: . Acesso em: 05 maio 2020.

ZHANG, W.; POTTER, K. J. H.; PLANTZ, B. A.; SCHLEGEL, V. L.; SMITH, L. A.; MEAGHER, M. M. *Pichia pastoris* fermentation with mixed-feeds of glycerol and methanol: growth kinetics and production improvement. **Journal of Industrial Microbiology and Biotechnology**, v. 30, n. 4, p. 210-215, 2003.