INTERFACE TECNOLÓGICA

UM ESTUDO SOBRE A BIOMASSA: uma fonte renovável deenergia limpa

A STUDY ON BIOMASS: a renewable source of clean energy

Luiz Roberto Martins – luizrobertomartins35@gmail.com
Faculdade de Tecnologia de Taquaritinga (Fatec) – Taquaritinga – SP – Brasil

Adauto Luiz Carrino – adaultomkt@hotmail.com
Faculdade de Tecnologia de Taquaritinga (Fatec) – Taquaritinga – SP – Brasil

DOI: 10.31510/infa.v20i2.1728
Data de submissão: 06/09/2023
Data do aceite: 16/11/2023
Data da publicação: 20/12/2023

RESUMO

A biomassa é um conjunto de matéria orgânica, de resíduosvegetais e animais que é utilizado para a sua produção da biomassa. Assim, a matéria orgânica utilizada na produção tem fundamentação direta e indireta com a bioenergia. Neste sentido, este estudo tem como problematização o seguinte questionamento: Como está o cenário das biomassas brasileiras, seus diferenciais, sua obtenção e processamento, bem como os produtos que derivam da biomassa? Para o alcance de resposta frente a essa problematização, compreendemos como objetivo, demonstrar as diretrizes para o entendimento das biomassas brasileiras, os diferenciais deste tipo de energia, sua obtenção e processamento energético, bem como os produtos que se derivam da biomassa e seu potencial futuro sustentável. Em relação ao percurso metodológico empreendido neste artigo, foram consideradas pesquisas bibliográficas e eletrônicas, dispondo de dados secundários, já existentes, dispondo de contextos teóricos que possam evidenciar tais levantamentos de forma unificada a estudos a que elucidam de forma mais clara contextos sobre a biomassa no Brasil. Por fim, esta fonte energética natural e sustentável é o futuro das matrizes energéticas de todo mundo, todos os países que procurarem esta fonte, poderão se beneficiar por completo, vendo suas vantagens em relação a outras fontes de energia não renovável.
Palavras-chave: Biomassa. Energia. Fonte renovável.

ABSTRACT

Biomass is a set of organic matter, plant and animal residues that is used for biomass production. Thus, the organic matter used in production is directly and indirectly based on bioenergy. In this sense, this study problematizes the following question: How is the scenario of Brazilian biomass, its differences, its obtaining and processing, as well as the products that derive from biomass? For the scope of response to this problematization, our objective is to demonstrate the guidelines for understanding Brazilian biomass, the differences between this type of energy, its obtaining and energy processing, as well as the products that are derived from biomass and their future potential. sustainable. In relation to the methodological path undertaken in this article, bibliographical and electronic research was considered, available from existing secondary data, available from theoretical contexts that can highlight such surveys in a unified way to studies that elucidate in a clearer way contexts about biomass in the Brazil. Finally, this natural and sustainable energy source is the future of energy matrices around the world, all countries that seek this source will be

able to benefit completely, selling its advantages over other non-renewable energy sources.

Keywords: Biomass. Energy. Biomass Sources.

1. INTRODUÇÃO

Há vários impactos que os seres humanos estão fazendo a séculos como nosso planeta, extrações indevidas, queimadas, mudanças na fauna e flora mundial. E com o olhar para estes impactos, usam consciente de outras fontes renováveis de vegetais e minerais que durantes milhares de anos atrás já existiam estes tipos de fontes, mais seu uso não era de por assim dizer, usado em maior parte do tempo. Após o entendimento que poderia criar e usufruir de outras fontes energéticas, e não somente a água, largamente usada para se fazer energia no Brasil, que se criou e formalizou-se fontes renováveis e mais limpas de se produzir energia para o mundo.

Essa distinção é feita porque o termo biomassa se refere apenas aos derivados mais recentes de organismos vivos. Os combustíveis fósseis, por sua vez, são resultado de transformações que demoram milhões de anos para serem totalmente realizadas (ESFERA, 2021).

Portanto, a biomassa é um conjunto de matéria orgânica, de resíduosvegetais e animais que é utilizado para a produção da biomassa. Assim, a matéria orgânica utilizada na produção tem fundamentação direta e indireta com a bioenergia. Como dado importante, a biomassa no contexto atual, é a terceira maior fonte de energia do Brasil, ficando atrás apenas da energia elétrica e a de petróleo (ESTEFANELLO, 2019).

De tal forma, o atual cenário energético, que devido as mudanças globais de manutenção e consumo energético, vêm sendo a biomassa uma fonte a ser usada e abastecida com tecnologias e melhorias para se obter altos níveis no ranking energético brasileiro e mundial.

Neste sentido, este estudo tem como problematização o seguinte questionamento: Como está o cenário da biomassas brasileiras, seus diferenciais, sua obtenção e processamento, bem como os produtos que derivam da biomassa?

O objetivo do trabalho é demonstrar as diretrizes para o entendimento das biomassas brasileiras, os diferenciais deste tipo de energia, sua obtenção e processamento energético, bem como os produtos que se derivam da biomassa e seu potencial futuro sustentável.

2. CONTEXTOS TEÓRICOS E A BIOMASSA

INTERFACE TECNOLÓGICA

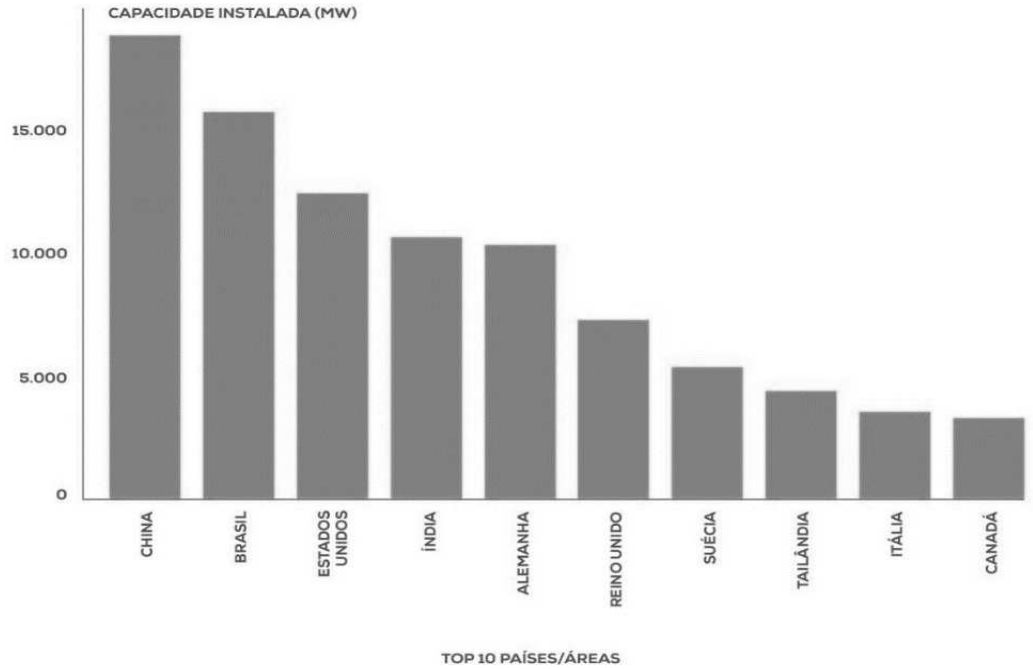
A biomassa é uma fonte barata de se obter energia, e principalmente renovável, considerando pelo lado econômico, a biomassa é vantajosa no Brasil, devido a rica fauna e flora, recursos e solos. A substituição de combustíveis fosseis é uma realidade urgente, por se tratar de uma fonte que pode se esgotar aos longos dos anos, sendo vital o uso de outras fontes energéticas que é o caso da biomassa.

Seu uso crescente, no entanto, pode refletir em um processo de desmatamento mais intenso, além de haver problemas em relação à sua armazenagem e transporte. Essa fonte de energia é, hoje, responsável por pouco mais 8% da eletricidade produzida no Brasil, desempenhando um papel importante na matriz elétrica nacional (GUITARRARA, 2022).

Outra distinção a ser feita para a biomassa é que esta fonte energética se designa somente a fontes recentes de organismos vivos, ao contrário dos combustíveis fosseis citados, que ficaram milhões de anos até sua completa decomposição orgânica.

Para Esfera (2022), destaque especialmente que potencial da biomassa para aumentar o fornecimentode energia em países populosos e com demanda crescente, como Brasil, Índia e China. Não é àtoa que essas nações ocupam as primeiras posições no ranking de capacidade instalada de bioenergia (Gráfico 1) .

Gráfico 1: Capacidade em MW instalada no mundo



Fonte: ESFERA (2022)

Uma grande porção da bioenergia que é produzida no Brasil é decorrente de várias fontes de biomassa, dentre elas: resíduos agrícolas, pecuária, florestais e industriais.

Contudo, o obstaculo tecnológico se deve à existência ou não de processos confiáveis e operações para conversão da biomassa em combustíveis de uso mais geral (NOGUEIRA et al., 2000).

No Brasil, a geração de energia a partir da biomassa é responsável por mais de 9% de toda a energia gerada no país. Além disso, o Brasil tem muitas fontes de biomassa a sua disposição, portanto suas perspectivas de crescimento são bastante grandes. Entende-se por biomassa toda a fração biodegradável de produtos e resíduos de matérias orgânicas (agrícolas e industriais, principalmente) (SECA MAG, 2022).

2.1. As biomassas mais comuns no Brasil

O Brasil se distingue de outros países em relação a biomassa, pelo seu fértil terreno, diversificado e climatizado com diferentes climas, trazendo assim, um ambiente farto para a produção de vários tipos de biomassas existentes. O recurso mais usado e mais aproveitado é o bagaço de cana-de-açúcar, outras fontes como o dendê, a planta buriti e babaçu, e a arvore andiroba são exemplos de fontes que encontramos em solo brasileiro.

Para o Ciência Hoje (2021), as biomassas mais comuns no Brasil, pela dimensão de sua atividade agroindustrial ede extrativismo, são bagaço e palha da cana-de-açúcar, palha de milho, palha de trigo, palha e cascas de arroz e resíduos do processamento de cítricos, do coco, do açaí, da mandioca, do óleode palma, da macaúba e do café.

2.2. Diferencial da biomassa

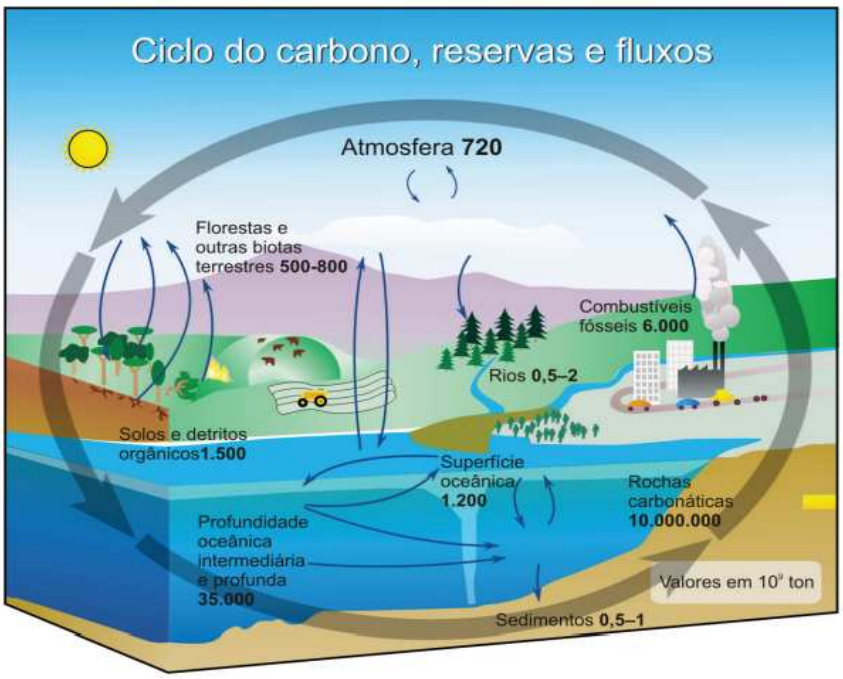
O grande diferencial da produção de biomassa é sem dúvida sua fonte renovável, um processo cíclico com a natureza, que se baseia-se pelo ciclo de carbono, que é a queima da biomassa gerando CO_2 (Dióxido de Carbono) na atmosfera e na fauna e flora, através da fotossíntese, transformando quimicamente o CO_2 em hidratos de carbono, por fim liberando oxigênio a terra novamente, gerando um ciclo renovável e abundante.

Distingue-se Tardy (1996) distingue que as flutuações das quantidades relativas de carbono orgânico e de carbono mineral traduzem-se por variações de composição isotópica do carbono em cada um dos dois reservatórios sedimentares orgânico e mineral.

A figura 1 exemplifica visualmente o processo do ciclo de carbono:

INTERFACE TECNOLÓGICA

Figura 1: Ciclo de carbono



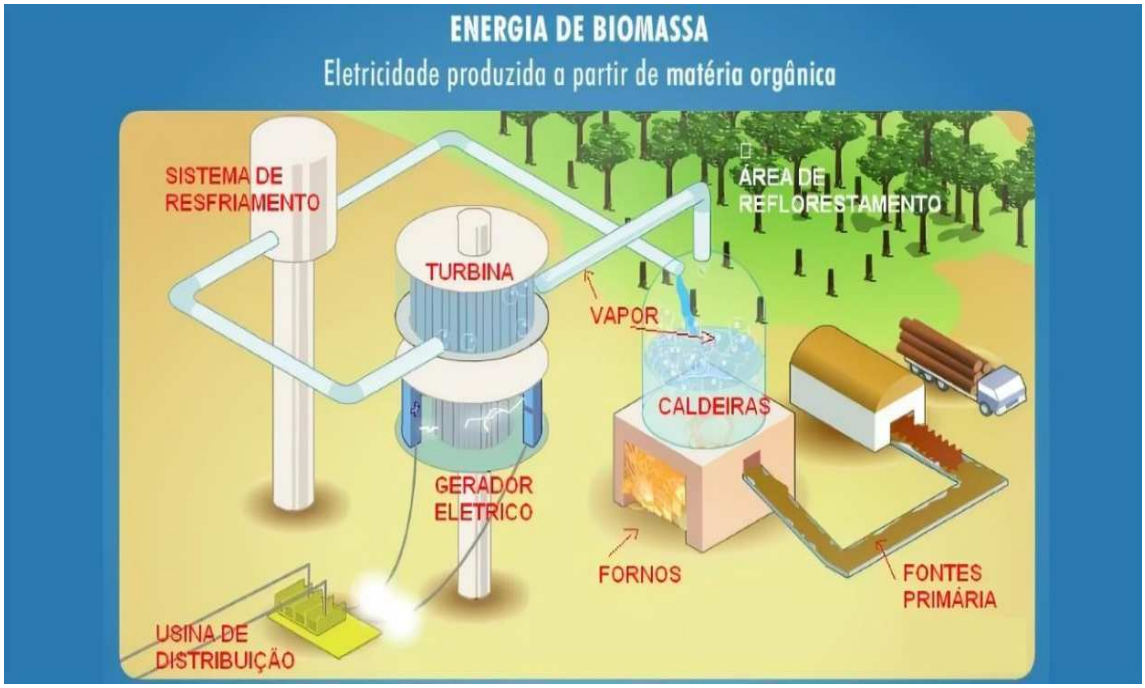
Fonte: Toniolo e Carneiro (2010)

2.3. Processos de obtenção da biomassa

Os processos de obtenção da biomassa constituem paralelamente como outras usinas de fontes de energia, tipo a termoelétrica, basicamente, convertendo calor em energia elétrica. A figura 2 mostra o processo de produção de eletricidade obtida por meio de matéria orgânica:

INTERFACE TECNOLÓGICA

Figura 2. Eletricidade produzida a partir de matéria orgânica



Fonte: Portal Energia (2022)

Esfera (2022) ressalta que o processo de obtenção pode ser obtido de quatro maneiras diferentes:

2.3.1 Combustão

Forma mais convencional de produzir energia de biomassa: através da queima em altas temperaturas e na presença abundante de oxigênio. O vapor produzido por essa combustão é direcionado para mover turbinas e, assim, produzir eletricidade

2.3.2 Pirólise

A queima da biomassa também acontece em altas temperaturas, mas sem oxigênio, para acelerar o processo de decomposição. Os produtos obtidos por meio desse processo podem ser líquidos (como o bio-óleo) ou sólidos (como o carvão vegetal) e também podem ser queimados para produzir calor e eletricidade.

2.3.3 Gaseificação

A biomassa é queimada na ausência de oxigênio, mas seu produto final é um gás inflamável chamado de *syngas*, ou gás de síntese. Esse biocombustível é uma mistura de hidrogênio e monóxido de carbono de alta combustão e também pode ser usado para produzir energia.

2.3.4 Co combustão

Utiliza a biomassa para substituir parte do carvão mineral usado para produzir energia. Suas principais vantagens são a redução da emissão de poluentes e do nível de poluição nos solos e

nas águas e a diminuição dos desperdícios. (Esfera, 2022)

2.3 Vantagens e desvantagens da biomassa

Dentre muitas questões podem ser abordadas com o foco na bioenergia, destaca-se sua capacidadede ser uma fonte renovável, rentável e com capacidade de aprimoramento constante, com isso,este tipo de energia que é a biomassa, vantagens e desvantagens existem, e podem ser compartilhadas de acordo com as abordagens de cada sistema, dentre as vantagens, podemos citar:

1. Seu custo reduzido;
2. Redução da poluição, gerado pelos gases;
3. Fácil transporte, conservação e manuseio das fontes;
4. Vasta gama de materiais;
5. Capacidade relativamente alta de aproveitamento de resíduo.

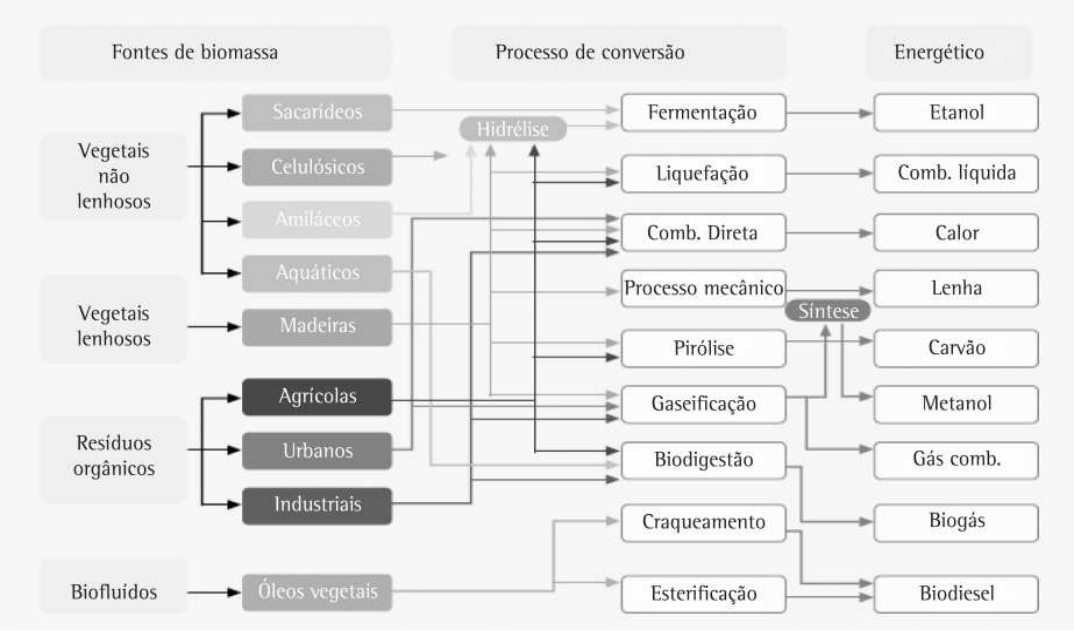
Cabe salientar, que existem também a outra questão da biomassa, que são suas desvantagens, que são:

1. Menor capacidade de calor calorifico;
2. Pode contribuir para chuva ácida ;
3. Alto custo de equipamentos;
4. A biomassa sólida com problemas de armazenamento e transporte.

Complementa Aneel (2011) apresenta um diagrama detalhado das fontes de biomassa e seu processamento industrial, como mostrado na figura 3 abaixo:

Figura 3: diagrama de processamento de fontes de biomassa

INTERFACE TECNOLÓGICA



Fonte: ANEEL (2011)

2.5 Produtos derivados da biomassa

Além dos postos-chave da biomassa, que podemos citar que é o calor e a eletricidade em si, tem outros produtos derivados desta energia que são usados no dia a dia da população em geral. E para estes produtos, cada caso, é um processo de obtenção químico e físico diferente, resultando no produto final que pode ser combustíveis em geral e até mesmo energia calorifica para usinas de proessamento e beneficiamento de biomassa.

Complementando Goldemberg (2008), descreve que existe um grande número de tecnologias de conversão energética da biomassa, adequadas para aplicações em pequena e grande escalas. Elas incluem gaseificação, métodos de produção de calor e eletricidade (cogeração), recuperação de energia de resíduos sólidos urbanos e gás de aterros sanitários além dos biocombustíveis para o setor de transportes (etanol e biodiesel). O recente interesse na energia da biomassa tem dado ênfase em aplicações que produzem combustíveis líquidos para o setor de transportes (biocombustíveis).

Guitarrara (2022) argumenta a vasta gama de variedades em que a biomassa se ramifica, enfatizando que este é o caminho de uma fonte renovável que trará muitos benefícios a humanidade, principalmente na questão de biocombustíveis, que são eles:

2.5.1 Biomassa florestal

A fonte é derivada das chamadas florestas energéticas. A principal fonte de energia é a

lenha.Exemplo: carvão vegetal.

2.5.2 Biomassa agrícola

As fontes são resíduos da agricultura, como cascas de arroz, cana-de-açúcar e milho.

2.5.3 Biogás

O biogás é um gás metano obtido juntamente com o dióxido de carbono, resultado da decomposição de materiais como resíduos alimentares, esgoto e excrementos. Ele é obtido em digestores.

2.5.4 Etanol

O etanol é extraído do caldo da cana-de-açúcar, da beterraba e do milho. No caso da cana-de- açúcar, cerca de 28% do material é transformado em bagaço e pode ser aproveitado para geraçãode energia.

2.5.5 Etanol celulósico

O etanol celulósico é obtido por dois processos. Em um deles a biomassa é formada basicamentepor moléculas de celulose, sendo submetida ao processo de hidrólise enzimática. O outro é formadopela gaseificação, fermentação e destilação.

2.5.6 Biodiesel

O biodiesel é obtido de óleos vegetais como a mamona, o dendê, a soja etc. É um produto natural e biodegradável com baixo teor poluente, usado como combustível e na produção de energia.

2.5.7 Carvão vegetal

O carvão vegetal é resultado da carbonização da lenha. Nesse caso, para evitar impactos ambientais é importante conhecer a origem da madeira, pois boa parte dela é originária de matas nativas.

Diante dos avanços tecnológicos nos processos de bioenergia, e principalmente na biomassa, outros compostos estão sendo estudados e criados para um maior aproveitamento desta fonte renovável.

Assim, Goldemberg (2008) exemplifica que dentre todas as opções disponíveis, o etanol da cana-de-açúcar é o maior sucesso comercial dos combustíveis de biomassa em produção atualmente. O etanol da cana-de-açúcar possui balanço energético positivo e tem sido beneficiado pelo apoio de políticas governamentais em vários países, inclusive no Brasil, que atualmente abastece aproximadamente 40% do combustível para veículos de passageiros (um

terço da sua demanda total de energia para transporte) com etanol. O etanol da cana-de-açúcar possui balanço energético positivo e tem sido beneficiado pelo apoio de políticas governamentais em vários países, inclusive no Brasil, que atualmente abastece aproximadamente 40% do combustível para veículos de passageiros (um terço da sua demanda total de energia para transporte) com etanol.

3. UM OLHAR PARA O POTENCIAL FUTURO DA BIOMASSA

No Brasil, um país que apresenta um clima ensolarado e com ótima incidência solar, detentor de alta produtividade agrícola e florestal, enfatizando que fatores que fundamentam a geração energética da biomassa, podendo se intitular que é um país de energia limpa e renovável.

Vendo pelo ângulo da sustentabilidade, o Brasil é de real importância energética, por fatores que regem a biomassa, que é a dos resíduos florestais, animais e industriais. Por ser um país rico em fauna e flora, com alta quantidade de indústrias, o Brasil pode ser um país quepode ficar no ranking mundial de sustentabilidade, principalmente por causa da alta quantidade da queima de resíduos.

Salienta Goldemberg (2008) que progresso no desenvolvimento de alternativas para a energia de biomassa, além de aliviar a pressão em recursos finitos de combustíveis fósseis, pode reduzir os custos de mitigação de emissões de carbono. O etanol de cana-de-açúcar, por exemplo, tem um balanço energético positivo de oito para um, e um custo aproximadamente nulo de mitigação de carbono. Como uma tecnologia que evita emissões de gases de efeito-estufa, o bioetanol poderia, em breve, alcançar custos negativos conforme se torna mais barato do que a gasolina – mesmo sem subsídios governamentais – em alguns mercados.

De acordo com o site Canal Bioenergia, com 14,6 mil MW da potência instalada da matriz elétrica do Brasil, a participação da biomassa e passa dos 9% do total de 161 mil MW do sistema (COONTROL, 2022).

Há expectativa que a geração energética causada pela biomassa pode crescer a ponto de ter mudanças da matriz energética do país, simplesmente pelo fato da sustentabilidade em si.

Como foi citado anteriormente, houve um aumento de 0,6 % da geração de energia de biomassa no ano de 2021, que neste ano, foi de 9,0 % o ano passado (2020), ficou nos 8,4% em 2022. Para o restante do mundo, o Brasil ficou muito acima da expectativa, com dados da matriz energéticada biomassa, girando em torno de 2,3% neste período.

Como a riqueza de biomassa no Brasil é alta, outros países como a China, estão comprando altas quantidades de biomassa brasileira, para suprir suas demandas no outro lado do mundo, pelo simples fato do Brasil ser rico em biomassa.

Derivados da biomassa, como o biogás teve um aumento significativo nas regiões onde se concentra o maior potencial orgânico, que no caso é São Paulo, Rio de Janeiro como maiores produtores (cerca de 60 MW), vindo os outros estados com menor incidência do uso: Minas Gerais, Bahia, Espírito Santo (com 30 a 40 MW).

No estado de São Paulo tem 146 usinas de cogeração de biomassa em funcionamento, com potência instalada total de 1.700 MW, o que corresponde a 70% da cogeração no Brasil. Parte dessa energia é utilizada para atender as próprias usinas e o restante é vendido no mercado nacional (GOES, 2008).

Com enfoque na sustentabilidade, é relevante o potencial da biomassa para suprir parte das necessidades dos combustíveis fosseis e a emissão de carbono na atmosfera, tendo que, se nãohouver um melhoramento progressivo neste sentido, poderemos ter aumento dos níveis dos mares, aumento de temperaturas nas secas e constante diminuição na produção agrícola brasileira.

Portanto, a biomassa é um potencial causador de benefícios e geração de energia nas matrizes energéticas mundiais, assim sendo, a biomassa residual (agrícola, florestal e industrial) será mais valorizada no decorrer dos anos, diminuindo as emissões de carbono, e agregando valores econômicos maiores.

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

O aprimoramento de métodos e processos oriundos da biomassa, traz grandes benefícios aos países por causa de sua fonte renovável, países em que se pode ter outras matrizes energéticas, mais não sustentáveis ou até se extinguindo das suas terras de origem. Em países que se tem uma grande área florestal, industrial e principalmente agrícola, a geração de biomassa é mais cabível, no que diz a respeito de fontes renováveis e processo menoscomplexos para a obtenção desta bioenergia.

Não há problema em trocar a matriz energética brasileira atual pela biomassa. Não só no Brasil, mas em outros países está havendo esta troca energética, por meios mais sustentáveis e corretos para o meio ambiente, por isso precisa-se linearizar os tipos de energia, para depois alavancar energias limpas, como o caso da biomassa, a padrões elevados, tornando-se cada vez mais sustentável.

A geração de energia com o uso da biomassa mostra-se eficiente no modo em que existe o baixo custo, trazendo benefícios com a energia limpa. Apesar destes benefícios, a biomassa não pode se seguir sozinha, como única fonte energética, temos que usar as outras fontes energéticas, equalizando a biomassa e fontes renováveis juntamente com energias não renováveis.

Investimentos precisam ser criados para a obtenção de energia limpa. A biomassa se faz presente nesta questão, também um conjunto de energia limpa pode ser ampliada no Brasil e no mundo usando fontes estratégicas renováveis para o aumento da capacidade energética limpa.

O crescimento sustentável é benéfico a todos os seres da terra, o aprimoramento das necessidades humanas é vital para um equilíbrio constante, em meio aos intemperes que o mundo, o cenário mundial vive diariamente, o uso consciente de fontes iguais a da biomassa, traz um futuro consciente e ligado ao benefício de todo o mundo.

Por ser uma fonte renovável, a biomassa precisa-se de caminhos para que se torne a matriz energética mundial, assumindo o primeiro lugar, trazendo consigo a sustentabilidade e o processamento adequado com cada necessidade. Com as novas tecnologias chegando no dia a dia de todos, fontes mais adequadas nos mostra que podemos usar e experimentar uma geraçãode energia benéfica para o mundo, nossa geração e as gerações futuras.

Por fim, esta fonte energética natural e sustentável é o futuro das matrizes energéticas de todo mundo, todos os países que procurarem esta fonte, poderão se beneficiar por completo, vendo suas vantagens em relação a outras fontes de energia não renovável.

5. CONCLUSÃO

O crescimento sustentável é benéfico a todos os seres do planteta., O aprimoramento das necessidades humanas é vital para um equilíbrio constante, em meio às intemperes que ~~o mundo,~~ o cenário mundial vive diariamente, onde o uso consciente de fontes iguais a da biomassa traz um futuro mais consciente e ligado ao benefício de todo o mundo. Por ser uma fonte renovável, a biomassa precisa-de caminhos para que se torne a matriz energética mundial, assumindo o primeiro lugar, trazendo consigo a sustentabilidade e o processamento adequado com cada necessidade. Com as novas tecnologias chegando no dia a dia de todos, fontes mais adequadas nos mostram que podemos usar e experimentar uma geraçãode energia benéfica para o mundo, nossa geração e as gerações futuras.

Neste sentido, o estudo responde a problematização estabelecida,demonstrando as

diretrizes para o entendimento das biomassas brasileiras, os diferenciais deste tipo de energia, sua obtenção e processamento energético, bem como os produtos que se derivam da biomassa e seu potencial futuro sustentável. Neste sentido, o estudo responde a problematização estabelecida, e alcançou o objetivo proposto, demonstrando as diretrizes para o entendimento das biomassas brasileiras, os diferenciais deste tipo de energia, sua obtenção e processamento energético, bem como os produtos que se derivam da biomassa e seu potencial futuro sustentável.

Ressalta-se também que o presente trabalho não contemplou o esgotamento da temática, mas desdobrou-se em uma linha de atenção sobre pautas da biomassa no Brasil, porém, onde há muitos estudos e evoluções necessárias para que ocorra maior aprofundamento da temática no futuro.

REFERÊNCIAS

AGÊNCIA NACIONAL DE ENERGIA ELÉTRICA – **ANEEL**. Disponível em: <www.aneel.gov.br>. Acesso: 30 ago. 2011.

CIENCIA, Hoje **Biomassa brasileira, riqueza pouco explorada** "https://www.cienciahoje.org.br/artigo/biomassa-brasileira-riqueza-pouco-explorada/. Acesso em: 10 nov. 2022.

COONTROL, Tecnologia em combustão. **Conheça todo o potencial daenergia de biomassa.** Disponível em: https://blog.coontrol.com.br/conheca-o- potencial-da-energia-da-biomassa/. Acesso em 12 nov. 2022.

ESFERA, Energia. **Entenda o que é energia de biomassa e seu papel na matrizenergética brasileira**" Disponível em: <https://esferanergia.com.br/blog/fontes-de-energia/energia-biomassa/>. Acesso em: 17 nov. 2022.

FREITAS, Giovany Martins de. **Biomassa, uma fonte de energia**/ Giovany Martins de Freitas. – Rio de Janeiro: UFRJ/Escola Politécnica, 2016.

GOES, T. **A energia que vem da cana-de-açúcar**. Brasília: EMBRAPA, 2008. Disponível em: <http://www.embrapa. br/imprensa/artigos/2008/A%20energia%20que%20 vem%20da%20can a%20de%20acucar%20ultimo.pdf>. Acesso em: 30 ago. 2023.

GOLDEMBERG, J.; Guardabassi, P.; **Energy Policy 2008**. Disponível em https://repositorio.usp.br/item/001699585. Acesso em: 30 ago. 2023.

GUITARRARA, Paloma. **Biomassa**"; *Brasil Escola*. Disponível em: https://brasilescola.uol.com.br/geografia/biomassa.htm. Acesso em 17 de novembro de 2022.

PORTAL ENERGIA. **O que é a energia da biomassa? Tudo sobre a biomassa**. Disponível

em: https://www.portal-energia.com/o-que-e-energia-biomassa/. Acesso em: 14 nov. 2022.

NOGUEIRA, L. U. H.; SILVA LORA, E. E. e TROSSERO, M. A. **Dendroenergia: fundamentos e aplicações**. Brasília: ANEEL, 2000, pp. 31-54.

SECAMAG**,** Soluções em caldeiras. "**veja a importância da biomassa e seu potencial para gerar energia**" https://www.secamaq.com.br/biomassa-e-energia/. Acesso em: 17 nov. 2022.

STEFANELLO; Camila. MARANGONI; Filipe. ZEFERINO; Cristiane Lionço. **A Importância Das Políticas Públicas Para O Fomento Da Energia Solar Fotovoltaica No Brasil.** VII Congresso Brasileiro de Energia Solar, Gramado, 2018. Disponível em: https://www.portal-energia.com/fontes-de-energia/. Acesso em: 29 ago. de 2023.

TARDY, Y. Geoquímica Global: **oscilações climáticas e evolução do meio ambiente desde quatro bilhões de anos** . Estudos Avançados, [S. l.], v. 11, n. 30, p. 149-173, 1997. Disponível em: https://www.revistas.usp.br/eav/article/view/9001. Acesso em: 29 ago. 2023.

TONIOLO J. C., CARNEIRO C.D. R. 2010. **Processos geológicos de fixação do carbono na terra e aquecimento global**. Terræ Didatica, 6(1):31-56. Disponível em: <http://www.ige.unicamp.br/ terraedidatica/>. Acesso em 29 ago. 2023.