



**INSTITUTO FEDERAL DE ALAGOAS
CAMPUS PENEDO
CURSO TÉCNICO INTEGRADO EM AÇÚCAR E ÁLCOOL**

GABRIELLE NANCY SOARES FERREIRA

**COGERAÇÃO DE ENERGIA A PARTIR DO BAGAÇO DA CANA-DE-AÇÚCAR:
IMPACTOS POSITIVOS NA ECONOMIA E NO MEIO AMBIENTE**

**PENEDO, AL
2022**

GABRIELLE NANCY SOARES FERREIRA

COGERAÇÃO DE ENERGIA A PARTIR DO BAGAÇO DA CANA-DE-AÇÚCAR:
IMPACTOS POSITIVOS NA ECONOMIA E NO MEIO AMBIENTE

Artigo científico apresentado ao Curso Técnico de Nível Médio Integrado em Açúcar e Alcool do Instituto Federal de Alagoas, *campus* Penedo, como requisito parcial para a obtenção do grau de Técnico em Açúcar e Alcool.

Orientadora: Ma. Simonise Figueiredo Amarante Cunha

PENEDO, AL
2022



Dados Internacionais de Catalogação na Publicação
Instituto Federal de Alagoas
Campus Penedo
Biblioteca

F383c

Ferreira, Gabrielle Nancy Soares.

Cogeração de energia a partir do bagaço da cana-de-açúcar: impactos positivos na economia e no meio ambiente / Gabrielle Nancy Soares Ferreira. – 2022. 15f. ; il.

Orientação: Prof.^a Simonise Figueiredo Amarante Cunha.

Trabalho de Conclusão de Curso (Técnico de Nível Médio Integrado em Açúcar e Alcool) – Instituto Federal de Alagoas, Campus Penedo, Penedo, 2022.

Trabalho em formato digital.

1. Cana-de-açúcar - Bagaço. 2. Cogeração de energia. 3. Biomassa. I. Cunha, Simonise Figueiredo Amarante. II. Título.

CDD: 660.6

Maria Luzia Alexandre de Oliveira
Bibliotecária/Documentalista
CRB-4/2159

GABRIELLE NANCY SOARES FERREIRA

COGERAÇÃO DE ENERGIA A PARTIR DO BAGAÇO DA CANA-DE-AÇÚCAR:
IMPACTOS POSITIVOS NA ECONOMIA E NO MEIO AMBIENTE

Artigo científico apresentado ao Curso Técnico de Nível Médio Integrado em Açúcar e Alcool do Instituto Federal de Alagoas, *campus* Penedo, como requisito parcial para a obtenção do grau de Técnico em Açúcar e Alcool.

APROVADA EM: 27/04/2022.

BANCA EXAMINADORA

Simonise Figueiredo Amarante Cunha

Prof. M^a. Simonise Figueiredo Amarante Cunha
Instituto Federal de Alagoas - IFAL

Ana Laura Oliveira de Sá Leitão

Prof. M^a. Ana Laura Oliveira de Sá Leitão
Instituto Federal de Alagoas - IFAL

Bruna Maria Ferrari Machado Dória

Prof. M^a. Bruna Maria Ferrari Machado Dória
Instituto Federal de Alagoas – IFAL

COGERAÇÃO DE ENERGIA A PARTIR DO BAGAÇO DA CANA-DE-AÇÚCAR: IMPACTOS POSITIVOS NA ECONOMIA E NO MEIO AMBIENTE

ENERGY COGENERATION FROM SUGAR CANE BAGASS: POSITIVE IMPACTS ON THE ECONOMY AND THE ENVIRONMENT

Gabrielle Nancy Soares Ferreira¹

RESUMO

Sabe-se que após o processo de industrialização, gerou-se uma supersaturação no mercado devido a busca exacerbada por produtos. Como consequência dessa valorização do mercado, depara-se com a questão da poluição ambiental, a qual busca-se mitigar através de ações sustentáveis. Seguindo essa perspectiva, é de suma importância a implementação do sistema de cogeração a partir da biomassa da cana, visto que, trata-se de uma matéria-prima consolidada no Brasil, que além de possibilitar a geração de açúcar e etanol, pode-se usar de seus resíduos, em específico o bagaço, para geração de energia elétrica. Portanto, por meio de uma revisão bibliográfica, através de sites e monografias, o presente trabalho tem por objetivo evidenciar a importância da cogeração de energia elétrica a partir do bagaço da cana-de-açúcar para o meio ambiente, assim como para o desenvolvimento econômico.

Palavras-chave: Cana-de-açúcar; Bagaço; Biomassa; Cogeração; Energia elétrica.

ABSTRACT

Environmental pollution is an issue that seeks to mitigate, therefore, it is necessary to apply sustainable actions. Following this perspective, the implementation of a cogeneration system based on sugarcane biomass is extremely important, since it is a consolidated raw material in Brazil, which, in addition to enabling the generation of sugar and ethanol, can use of its residues, specifically the bagasse, for the generation of electric energy. Therefore, the present work aims to highlight the importance of cogeneration of electricity from sugarcane bagasse for the environment, as well as for economic development.

Keywords: Sugar cane; Bagasse; Biomass; Cogeneration; Electricity.

¹ Discente. Instituto Federal de Alagoas - Campus Penedo. E-mail: gnsf1@aluno.ifal.edu.br.

1. INTRODUÇÃO

A cana-de-açúcar foi uma matéria prima de grande influência na formação do contexto social e econômico brasileiro, principal fonte para produção do açúcar. Após o processo de industrialização muitas diversificações de produtos e subprodutos puderam ser obtidas a partir da cana-de-açúcar. Com isso, obteve-se muitos benefícios para a sociedade, entretanto, em consequência, depara-se com os grandes impactos ambientais, como a escassez de recursos naturais, e ainda, a emissão de gases poluentes, aumentando cada vez mais sua degradação por consequência humana (MERCANTE, 2020).

A demanda por produtos, alimentos e energia tem se tornado cada vez mais constante e acarretam na supersaturação do mercado, visto que os consumidores prezam por qualidade e preço justo. Com o propósito de atender maior quantidade de público possível, as indústrias buscam por alternativas sustentáveis, menos poluentes e de baixo custo (MERCANTE, 2020).

Atualmente, a geração de energia elétrica é uma das questões mais debatidas devido à necessidade de preservar o meio ambiente, dessa forma, faz-se necessário encontrar opções sustentáveis de produção que não agridam o meio ambiente. O Brasil ganha grande destaque em relação aos outros países devido a sua matriz energética mais limpa, ou seja, a construção das usinas hidrelétricas. No entanto, percebe-se a necessidade de alternativas geradoras de energia, visto que na geração de energia por hidrelétricas à uma dependência pluvial², tornando-se preocupante no período da seca. (KASSINOFF, 2014).

No setor sucroalcooleiro, visa-se o reaproveitamento do que uma vez já foi obtido algum produto; dessa forma, após a extração das principais propriedades para produção do açúcar e do etanol, obtém-se a biomassa da cana-de-açúcar, o bagaço, ao qual se apresenta em maior quantidade. Portanto, tornou-se de suma importância a utilização do bagaço como matéria-prima para a cogeração de energia

² Água oriunda da chuva.

elétrica, visto que, dessa forma as usinas conseguem obter a energia necessária para seu funcionamento, com um menor custo econômico (REZENDE, 2017).

Em concordância com essa perspectiva, o objetivo deste trabalho é, através de um estudo bibliográfico, mostrar como a reutilização do bagaço da cana-de-açúcar, para a cogeração de energia, impacta positivamente no meio ambiente e na economia.

2. PANORAMA DA ENERGIA RENOVÁVEL NO BRASIL

Com a grande extensão de território brasileiro, e a diversidade de recursos existente de energia, pode-se distinguir e balancear a presença de uma grande diferença regional e uma forte concentração de atividades econômicas em algumas regiões que têm dificuldade de suprimento energético. Esses recursos estão concentrados nas regiões pouco desenvolvidas e que ficam distantes das grandes metrópoles. De acordo com SANTOS *et al.* (2006, p. 3):

O uso de energias renováveis pelas indústrias é uma ação estratégica que exige planejamento e responsabilidade ambiental, além de amplo envolvimento e conhecimento quanto aos recursos provenientes da natureza.

A energia renovável é composta pelos próprios recursos naturais que são degradados, dessa forma, incentivam a tecnologia tornando-a cada vez mais inovadora. É de suma importância o desenvolvimento de energia renovável, pois combate às mudanças climáticas e ajuda a minimizar as emissões de gases do efeito estufa³ (BERMAN, 2008).

Em relação aos impactos ambientais e sociais que são causados pelos combustíveis fósseis (petróleo, carvão mineral e gás natural) e tendo a preocupação com o meio ambiente, observa-se a procura por uma melhor maneira de preservar os recursos naturais e buscar fontes de energia alternativas com baixo custo ambiental, que são chamadas de energias renováveis, as quais formam um ciclo sustentável de desenvolvimento e que agredem em menor proporção o meio

³ Retenção de calor na Terra causada pela concentração de gases de diversos tipos

ambiente, contribuindo assim com o já referido, além da economia e sociedade. Conforme Berman (2008, p. 25):

Além de causarem impactos substancialmente menores, ainda evitam a emissão de toneladas de gás carbônico na atmosfera. O debate contínuo, sobre os impactos causados pela dependência de combustíveis fósseis, contribui decisivamente para o interesse mundial por soluções sustentáveis por meio de geração de energia oriunda de fontes limpas e renováveis, e ambientalmente corretas.

São grandes os impactos causados pelos combustíveis fósseis, ou seja, o carvão mineral, o petróleo e o gás natural, oriundo da decomposição de resíduos orgânicos, e são combustíveis que ainda permanecem em evidência por serem bastante utilizados na geração de energia, principalmente pelas indústrias, visto que, são fundamentais para o desenvolvimento industrial. Pode-se destacar também que a poluição ambiental é o reflexo do uso exacerbado de combustíveis fósseis, ao quais liberam dióxido de carbono e outros gases, que são os principais responsáveis devido à queima, pelo aquecimento global (BERMAN, 2008).

O petróleo em específico, ao ser transportado fluvialmente por navios, torna-se suscetível aos vazamentos, tendo como consequência a liberação de substâncias tóxicas que comprometem diretamente a vida dos seres aquáticos.

Nesse âmbito, cita-se a referida norma:

Art. 225. Todos têm direito ao meio ambiente ecologicamente equilibrado, bem de uso comum do povo e essencial à sadia qualidade de vida, impondo-se ao Poder Público e à coletividade o dever de defendê-lo e preservá-lo para as presentes e futuras gerações (BRASIL, 1988).

Tudo pode ser transformado mediante as ações humanas, para que possa preservar o meio ambiente protegendo-o das más gestões. Portanto, configura-se necessária a atuação do poder público através de investigações e fiscalização das entidades responsáveis pela restauração e preservação do meio ambiente (BRASIL, 1988).

3. BIOMASSA: FONTE RENOVÁVEL MAIS UTILIZADA NA MATRIZ ENERGÉTICA BRASILEIRA

Por natureza humana condiciona-se a necessidade em produzir e transformar tudo o que estiver à sua volta em energia. Desde os primórdios, utilizava-se dos meios de extração como cocção⁴ para obtenção dos alimentos. Entretanto, o consumo exacerbado de energia e a busca constante por recursos renováveis, delimitou a disponibilidade das reservas naturais de energia (SILVA *et al.* 2021).

Dentre as possibilidades para geração de energia sustentável, destaca-se a energia derivada da biomassa. Segundo a Agência Nacional de Energia Elétrica (ANEEL) (2002 *apud* SILVA *et al.* 2021), “a biomassa é toda matéria orgânica, seja de origem animal ou vegetal (excluídos os combustíveis fósseis) renovável, que pode ser utilizada na produção de energia” .

A biomassa, para fins energéticos, é classificada em três categorias: florestal, agrícola e rejeitos urbanos e industriais. O potencial energético de cada um desses grupos depende tanto da matéria-prima quanto da tecnologia utilizada no processamento (CARDOSO, 2012 *apud* SILVA *et al.* 2021, p. 558).

A biomassa florestal é caracterizada pelo uso principalmente do carvão vegetal e da lenha. Constitui-se da produção sustentável e consciente de produtos e subprodutos florestais adquiridos por desflorestamento legal, por indústrias autorizadas a executar a ação, como a indústria de papel, cujo material energético encontra-se na celulose e lignina presentes na matéria. O beneficiamento energético se dá através de processos de transformação simples, com a combustão e a carbonização (SILVA *et al.* 2021).

Já na biomassa agrícola, obtém-se a energia através das culturas agroenergéticas⁵ e dos resíduos das atividades agrícolas, ou seja, são derivados de plantações não-florestais, portanto, necessita-se de transformações biológicas e químicas como a fermentação, hidrólise e esterificação para produção de líquidos, e

⁴ Ato de cozer ou cozinhar.

⁵ Agricultura voltada para produção de energia.

para produção energética: a cana-de-açúcar, o milho, a beterraba e outros (SILVA *et al.* 2021).

A biomassa é uma das fontes para produção de energia com maior potencial de crescimento nos próximos anos, tanto no mercado internacional quanto no interno. É uma das principais alternativas para a diversificação da matriz energética e redução da dependência dos combustíveis fósseis (ANEEL, 2008 *apud* SILVA *et al.* 2021, p. 561).

A biomassa por rejeitos urbanos caracteriza-se pelo processo de gaseificação, pirólise, combustão direta ou via termoquímica do lixo urbano após o processo de reciclagem, visto que apresentam considerável aproveitamento energético (SILVA *et al.* 2021).

Sendo uma fonte energética limpa e renovável, a biomassa despertou interesse comercial e passou a ganhar espaço no mercado energético, tornando-se, dessa forma, uma boa alternativa para a restauração do meio ambiente, mediante as consequências supracitadas. Visto que, além de preservar o meio ambiente, leva em consideração a sustentabilidade, a economia e o desenvolvimento social.

3.1. Biomassa proveniente da cana-de-açúcar

Inicialmente, a chegada do etanol no Brasil em 1920 não obteve muito rendimento, no entanto, com a consolidação de alguns programas, como o Programa Brasileiro de Álcool (Proálcool)⁶ e o Instituto do Açúcar e Álcool (IAA)⁷, pode-se afirmar que atualmente o Brasil é o maior produtor de etanol derivado da cana-de-açúcar. Logo, contribuirá para a expansão da cogeração a partir da biomassa da cana. A biomassa proveniente da geração nas usinas sucroalcooleiras, em específico o bagaço, possibilita a geração de energia elétrica tanto para a distribuição quanto para seu próprio consumo. Isso deve-se à riqueza de nutrientes presentes em sua estrutura (LEITE e LEAL, 2007).

⁶ Iniciativa do governo brasileiro de intensificar a produção de etanol para substituir a gasolina.

⁷ Entidade coletiva responsável por regular e fomentar a produção, o transporte e o comércio de cana de açúcar e álcool,

Na indústria sucroalcooleira, para que se tenha a extração do caldo bruto, é necessário realizar a etapa de moagem, dessa forma, obtém-se como resíduo o bagaço, material fibroso, que após seu processamento contém cerca de 30% de massa da cana e ainda uma umidade em 50%. O bagaço pode apresentar variações na sua composição química devido a alguns fatores contribuintes, como por exemplo, o tipo de cana, o tipo de manejo, o tipo de solo e as técnicas de colheita, Quadro 1 (SILVA; GOMES; ALSINA, 2007).

Quadro 1: Composição média do bagaço da cana

Composição química média	
Carbono	39,7 – 49%
Oxigênio	40 – 46%
Hidrogênio	5,5 – 7,4%
Nitrogênio	0 – 0,3%
Propriedades fisico-químicas	
Umidade	50%
Fibra	46%
Brix	2%
Impurezas minerais	2%
Composição média da fibra do bagaço	
Celulose	26,6 – 54,3%
Hemicelulose	14,3 – 24,4%
Lignina	22,7 – 29,7%

Fonte: Silva, Gomes; Alsina (2007, p. 2).

O bagaço de cana tem sido um subproduto bastante produzido pelas indústrias, devido ao aumento significativo das áreas de cultivo, decorrente da alta produtividade das usinas sucroalcooleiras, contribuindo assim, para que esse seja o resíduo agroindustrial de maior quantidade no Brasil. Segundo Silva; Gomes; Alsina (2007), estima-se que a cada ano sejam produzidos de 5 a 12 milhões de toneladas desse material, correspondendo a cerca de 30% do total da cana moída.

4. CONCEITO DE COGERAÇÃO NA PRODUÇÃO DE ENERGIA ELÉTRICA

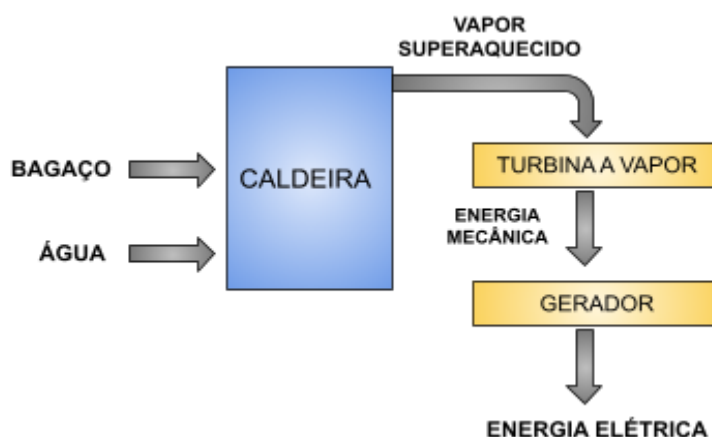
O Brasil ainda é considerado um país subdesenvolvido de terceiro mundo, entretanto, encontra-se com a economia em fase de crescimento justamente pela

industrialização e a crescente exploração dos recursos energéticos. Nessa perspectiva, observa-se a disponibilidade de um fator que aumentaria sua competitividade: a cogeração. O diferencial dos países desenvolvidos é justamente a aplicação da cogeração e esta está por todos os segmentos da sociedade, desde as indústrias, ao comércio e serviços. O fato do Brasil possuir carga tributária alta e preços de insumos elevados é justamente pela aplicação de processos de produção de eletricidade e calor serem separados ao invés da cogeração (BARJA, 2006)

Cogeração é a geração simultânea de energia térmica e mecânica, a partir de um mesmo combustível (gás natural, resíduos de madeira, casca de arroz, bagaço da cana, palha, ponteiros etc.). A energia mecânica pode ser utilizada na forma de trabalho ou transformada em eletricidade por meio de geradores. (COELHO, 1999 *apud* SOUZA; AZEVEDO, 2006, p. 161).

O processamento de cogeração nas indústrias sucroalcooleiras ocorre simplificadaamente pela queima do bagaço na fornalha da caldeira, ao qual será transformado em gases de altas temperaturas, produzindo o vapor superaquecido através da evaporação da água presente na caldeira. Este vapor, por sua vez, é responsável por girar as turbinas, que por estarem interligadas aos geradores produzem a energia elétrica, como exemplificado na Figura 1 (OLIVEIRA; NEVES; WAITMAN, 2017).

Figura 1: Fluxograma da cogeração de energia elétrica



Fonte: Autor, 2022.

Portanto, a energia elétrica produzida torna-se autossuficiente para o funcionamento da usina, e por tratar-se de uma grande quantidade, não é possível "armazenar" essa energia, portanto, é necessário que o excedente seja enviado para as estações de eletricidade, obtendo vantagens econômicas e ambientais (SOUZA; FUGITA; SOUSA; BOFO, 2015).

4.1. Importância da cogeração de energia em usinas sucroalcooleiras para minimizar os impactos ambientais

Segundo (NACHILUK, 2021), o Brasil é o maior produtor mundial de cana-de-açúcar. Na safra 2020/21 produziu cerca de 654,5 milhões de toneladas, destinados à produção de 41,2 milhões de toneladas de açúcar e 29,7 bilhões de litros de etanol. Portanto, em meio ao processo produtivo nas indústrias sucroalcooleiras para a obtenção dos referidos produtos, há uma geração grandiosa de resíduos, entre eles, está o bagaço, que se apresenta em maior quantidade. A cogeração apresenta vantagens de eficiência quando comparada com a geração termelétrica, visto que, uma parte do calor é sempre desprezada, enquanto que na cogeração esse calor alimenta processos produtivos, fazendo com que haja maior eficiência global (ODDONE, 2001 *apud* TEIXEIRA *et al.*, 2019).

A busca por gerar lucros pelas empresas, através dos subprodutos como o bagaço da cana-de-açúcar, faz com que as empresas tenham um maior ganho e rentabilidade, se diferenciando em um mercado que se tornou muito competitivo. (CANEPPELE *et al.*, 2020).

Em concordância com o supracitado, percebe-se que o bagaço tornou-se uma matéria-prima fundamental para alavancar diretamente a economia e o meio ambiente, ademais constata-se que é inegável a relevância da cogeração de energia para o setor sucroenergético nacional (TEIXEIRA *et al.*, 2019).

Um grande atrativo para a aplicação da cogeração de energia elétrica a partir do bagaço da cana é que de um ponto de vista ambiental, há um favorecimento em dose dupla, uma vez que a cultura da cana chega a absorver um quinto da emissão total de carbono resultante da queima de todos os combustíveis fósseis, além de reutilizar todo resíduo que possivelmente seria descartado no meio ambiente para decomposição ou até mesmo a queima (CANEPPELE *et al.*, 2020).

O mercado de crédito de carbono deixa projetos de cogeração através do bagaço da cana mais viáveis e atrativos para novos investimentos, aumentando a oferta e demanda de recursos renováveis e, conseqüentemente, a diminuição do uso de combustíveis fósseis (DANTAS FILHO, 2009 *apud* CANEPPELE *et al.*, 2020, p. 48).

Portanto, destaca-se que o bagaço de cana está deixando de ser apenas um resíduo sem utilidade, que degrada o meio ambiente, para gerar um terceiro produto, a energia, contribuindo com a redução dos custos internos e gerando uma cadeia econômica viável.

5. VIABILIDADE ECONÔMICA

A cogeração traz perspectiva para o país ao gerar empregos tanto no campo quanto nas usinas, ao estimular a indústria de bens de capital e a poupança de divisas, ao proporcionar vantagens ambiental em relação às usinas termelétricas e ser uma fonte de geração descentralizada, podendo estar interligada ao sistema elétrico (TEIXEIRA *et al.*, 2019). Entretanto, segundo Castro *et al.* (2009) *apud* Sousa; Macedo (2010), há questionamentos quanto à viabilidade e competitividade econômica, uma vez que se fosse uma alternativa competitiva a bioeletricidade estaria sendo contratada em todos os leilões de energia nova. Contudo, o fato é que a metodologia de contratação aplicada pelos leilões não visa a seleção dos projetos de cogeração de energia elétrica, uma vez que sintetizaria o custo produtivo e conseqüentemente reduziria o preço da energia elétrica para os consumidores, gerando pouco capital para os investidores.

Em concordância, apesar de tratar-se de uma aplicação benéfica, os informativos de 2018 apresentaram baixo crescimento expansional da cogeração a

partir do bagaço da cana-de-açúcar, desde que o segmento passou a investir nesse ramo. Esse cenário é reflexo da falta de investimentos nos últimos anos, visto que, foram poucos os leilões direcionados à fonte de biomassa e os que ocorreram apresentaram preços incoerentes, sem uma política de previsibilidade para realização dos certames (RAMOS, 2018 *apud* TEIXEIRA *et al.*, 2019).

Ademais, Oliveira (2007) *apud* Oliveira *et al.*, (2017) destaca que outra vantagem econômica, é que os investimentos para a cogeração, normalmente são mais econômico que os investimento necessários para gerar eletricidade através das hidrelétricas, o que beneficia um melhor rateio das matrizes energéticas, proporcionando uma redução no preço da energia elétrica.

6. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Pertinentemente presencia-se os constantes resultados das ações humanas mediante ao meio ambiente. Dessa forma, com o intuito de minimizar os impactos ambientais, apresenta-se a importância da implementação da cogeração, a qual ainda contribui com a economia local.

O Brasil é o maior produtor de cana-de-açúcar do mundo, portanto, proporciona a cogeração de energia elétrica a partir de seus resíduos, especialmente do bagaço. Dessa maneira, o presente trabalho, a partir de uma contextualização sobre as energias renováveis, a biomassa e a cogeração, possibilitou identificar as principais vantagens ambientais, como a mitigação de resíduos que seriam descartados no meio ambiente, para um processo de reutilização e conseqüentemente a geração econômica agregada à cogeração, visto que, beneficia os consumidores na perspectiva do preço pago pela energia. Além de identificar os fatores que impossibilitam a ascensão e implementação da cogeração como sistema principal de geração de energia elétrica.

REFERÊNCIAS

- BARJA, Gabriel de Jesus Azevedo. **A cogeração e sua inserção ao sistema elétrico**. 2006. Dissertação (Mestrado em Ciências Mecânicas) - Universidade de Brasília, Brasília, 2006. Disponível em: <https://repositorio.unb.br/handle/10482/6909>. Acesso em: 06 mar.2022.
- BERMANN, Célio. Crise Ambiental e as Energias Renováveis. **Ciência e Cultura**, São Paulo, vol. 60 n. 3, p. 20-29, set. de 2008. Disponível em: [Crise ambiental e as energias renováveis](#). Acesso em: 17 de fevereiro de 2022.
- BRASIL, Constituição da República Federativa do. (1988). Brasília, DF, 2021.
- CANEPPELE, F. de L. et al. Cogeração de energia em usina sucroalcooleira almejando sustentabilidade. **Expressa Extensão**, v. 25, n. 3, p. 45-59, 2020. Disponível em: <https://periodicos.ufpel.edu.br/ojs2/index.php/expressaextensao/article/view/18256>. Acesso em: 08 mar. 2022.
- KASSINOFF, Flávia. Uso de bagaço da cana abre novas oportunidades. **UNIFESP**, São Paulo, 2014. Disponível em: <https://www.unifesp.br/reitoria/dci/apresentacao/item/2280-uso-de-bagaco-da-cana-a-bre-novas-possibilidades>. Acesso em: 24 fev. 2022.
- LEITE, Rogério Cezar de Cerqueira; LEAL, Manoel Régis L.V. O biocombustível no Brasil. **Novos Estudos**, São Paulo, n. 78, p. 15-21, jul. 2007. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/nec/a/8FyQn8jGsFVfzGZyst4CWbc/?format=pdf&lang=pt>. Acesso em: 04 mar. 2022.
- MERCANTE, André Luiz Petrini. **Geração de bioeletricidade, através do bagaço e da palha da cana-de-açúcar**. 2020. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Engenharia Agrônoma) – Universidade Federal de São Carlos, Araras, 2021. Disponível em: <https://repositorio.ufscar.br/handle/ufscar/13790>. Acesso em: 05 dez. 2022.
- NACHILUK, K. Alta na Produção e Exportações de Açúcar Marcam a Safra 2020/21 de Cana. **Análises e Indicadores do Agronegócio**, São Paulo, v. 16, n. 6, p. 1-5, jun. 2021. Disponível em: <http://www.iea.sp.gov.br/out/TerTexto.php?codTexto=15925>. Acesso em: 08 mar. 2022.
- OLIVEIRA, Lucas Lima; NEVES, Gustavo Gimenez; WAITMAN, Pedro Luís. Estudo sobre cogeração de energia elétrica no setor sucroalcooleiro. **REGRAD-Revista Eletrônica de Graduação do UNIVEM-ISSN 1984-7866**, v. 10, n. 01, p. 354-365, 2017. Disponível em: <https://revista.univem.edu.br/REGRAD/article/view/2071>. Acesso em: 07 mar. 2022.

REZENDE, Bianca Xavier. **Estudo da Viabilidade da Utilização de Biomassa para Geração de Energia Elétrica**. 2017. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharel em Engenharia Elétrica) - Universidade Federal de Ouro Preto, João Monlevade, 2018. Disponível em:

https://www.monografias.ufop.br/bitstream/35400000/836/1/MONOGRAFIA_EstudoViabilidadeUtiliza%C3%A7%C3%A3o.pdf. Acesso em: 05 dez. 2021.

SANTOS, Raniere Rodrigues dos, et al. O uso de energia oriunda de fontes renováveis nas indústrias brasileiras: uma questão de sustentabilidade. **SIMPEP**, São Paulo, p. 1-12, nov. 2006. Disponível em:

https://simpep.feb.unesp.br/anais/anais_13/artigos/510.pdf. Acesso em: 26 fev. 2022.

SILVA, Simão P. da *et al.* A importância da biomassa na matriz energética brasileira. **Pensar acadêmico**. Manhuaçu, v. 19, n. 2, p. 557-583, 2021. Disponível em:

<http://pensaracademico.unifacig.edu.br/index.php/pensaracademico/article/view/2306/1996>. Acesso em: 04 mar. 2022.

SILVA, V. L. M. M.; GOMES, W. C.; ALSINA, O. L. S. Utilização do bagaço de cana de açúcar como biomassa adsorvente na adsorção de poluentes orgânicos. **Revista Eletrônica de Materiais e Processos**, Campina Grande, v. 2, n. 1, P. 27-32, abr. 2007. Disponível em:

<http://www2.ufcg.edu.br/revista-remap/index.php/REMAP/article/view/28/64>. Acesso em: 06 mar. 2022.

SOUSA, Eduardo. L. Leão de; MACEDO, Isaias de Carvalho. Etanol e Bioeletricidade: A cana-de-açúcar no futuro da matriz energética. **UNICA**, São Paulo: Luc Projetos de Comunicação Ltda, ed. 1, p.1-315, jun. 2010. Disponível em:

<https://unica.com.br/wp-content/uploads/2020/10/etanol-e-bioeletricidade-a-cana-de-acucar-na-matriz-energetica-brasileira.pdf>. Acesso em: 10 mar. 2022.

SOUZA, Ana Carolina de; FUGITA, Fernanda Izaias; SOUSA, Angélica Helena de; BOFO, Daniele Cristina dos S. Estudo das aplicações do bagaço da cana-de-açúcar dentro e fora das indústrias sucroalcooleiras. **Sociedade Brasileira de Planejamento Energético - SBPE**. vol. 21, n. 1, p. 91-115, 2015. Disponível em:

<http://sbpe.org.br/index.php/rbe/article/view/339>. Acesso em: 06 mar. 2022.

SOUZA, Zilmar José de; AZEVEDO, Paulo Furquim de. Geração de energia elétrica excedente no setor sucroalcooleiro: um estudo a partir das usinas paulistas. **Revista de Economia e Sociologia rural**, Rio de Janeiro, vol. 44, n. 02, p. 179-199, abr/jun 2006. Disponível

em:[https://www.scielo.br/j/resr/a/yZ83qBfTGrrYNZ94Dkd9RwC/?format=pdf & lang=pt](https://www.scielo.br/j/resr/a/yZ83qBfTGrrYNZ94Dkd9RwC/?format=pdf&lang=pt). Acesso em: 07 mar. 2022.

TEIXEIRA, Natalia Biazi *et al.* A importância e os benefícios da cogeração de energia elétrica utilizando o bagaço de cana-de-açúcar no Brasil. **Administração Rural**, Belo Horizonte: Poisson, v. 3, c. 3, p. 23-41, 2019. Disponível

em:https://www.researchgate.net/profile/Jaqueline-Haas-3/publication/333460062_A

[dministracao_Rural_-_Volume_3/links/5dee8dfd4585159aa470ed9d/Administracao-Rural-Volume-3.pdf#page=28](https://repositorio.ufpa.br/brs/links/5dee8dfd4585159aa470ed9d/Administracao-Rural-Volume-3.pdf#page=28). Acesso em: 08 mar. 2022.