



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

BARBARA SANTOS COSTA

**DIVERSIFICAÇÃO DAS APLICAÇÕES DO BAGAÇO DE CANA-DE-
AÇÚCAR E DAS CINZAS PROVENIENTES DE SUA QUEIMA**

**PENEDO, AL
2022**

BARBARA SANTOS COSTA

**DIVERSIFICAÇÃO DAS APLICAÇÕES DO BAGAÇO DE CANA-DE-
AÇÚCAR E DAS CINZAS PROVENIENTES DE SUA QUEIMA**

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.

Orientador (a): Prof.^a Dr.^a Taciana do Nascimento Santos

PENEDO, AL
2022

Dados



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

C838d

Costa, Barbara Santos.

Diversificação das aplicações do bagaço de cana-de-açúcar e das cinzas provenientes de sua queima / Bárbara Santos Costa. – 2022.
18f. : il.

Orientação: Prof.^a Taciana do Nascimento Santos.

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

Trabalho acadêmico em versão digital.

1. Cana-de-açúcar - Bagaço. 2. Cinzas do bagaço. 3. Bagaço da cana - Aplicações. I. Santos, Taciana do Nascimento. II. Título.

CDD: 664.1

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

BARBARA SANTOS COSTA

DIVERSIFICAÇÃO DAS APLICAÇÕES DO BAGAÇO DE CANA-DE-AÇÚCAR
E DAS CINZAS PROVENIENTES DE SUA QUEIMA

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

APROVADO(A) EM: 25/04/2022.

BANCA EXAMINADORA



Prof.^a Dr.^a Taciana do Nascimento Santos
Instituto Federal de Alagoas - IFAL



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



Prof. Me. Wcleuton Oliveira Silva
Instituto Federal de Alagoas – IFAL

DIVERSIFICAÇÃO DAS APLICAÇÕES DO BAGAÇO DE CANA-DE-AÇÚCAR E DAS CINZAS PROVENIENTES DE SUA QUEIMA

DIVERSIFICATION OF APPLICATIONS OF SUGAR CANE BAGASSE AND ASHES FROM ITS BURN

Barbara Santos Costa

RESUMO

O bagaço é um subproduto proveniente da moagem da cana-de-açúcar, sendo geradas aproximadamente 12 milhões de toneladas todos os anos. Atualmente é utilizado principalmente na cogeração de energia, mas também pode ser aproveitado na fabricação de papel, ração animal, etanol de segunda geração e na construção civil, contribuindo para a diminuição de custos de produção no setor sucroalcooleiro, bem como possibilitando a geração de lucro com a venda de seu excedente e a diversificação de sua aplicação, tendo em vista suas diversas formas de aproveitamento. Nesse sentido, o presente artigo teve por objetivo apresentar, através de uma revisão de literatura, alguns dos diversos métodos de utilização do bagaço de cana-de-açúcar, incluindo o aproveitamento das cinzas geradas na sua queima. Com isso, foi verificado que todos os métodos apresentados se constituem como uma maneira adequada de destinação do bagaço.

Palavras-chave: Cana-de-açúcar; bagaço; cogeração; cinzas do bagaço; papel.

ABSTRACT

Bagasse is a by-product from the milling of sugarcane, generating approximately 12 million tons every year. It is currently used mainly in energy cogeneration, but it can also be used in the manufacture of paper, animal feed, second-generation ethanol and in civil construction, contributing to the reduction of production costs in the sugar and alcohol sector, as well as enabling the generation of profit. with the sale of its surplus and the diversification of its application, in view of its various forms of use. In this sense, the present article aimed to present, through a literature review, some of the different methods of using sugarcane bagasse, including the use of the ash generated in its burning. With this, it was verified that all the methods presented constitute an adequate way of disposing of bagasse.

Keywords: Sugar cane; bagasse; cogeneration; bagasse ash; paper.

1 INTRODUÇÃO

No Brasil, a estimativa de toneladas de bagaço que são geradas anualmente gira em torno de 12 milhões, sendo aproximadamente 280 kg por tonelada de cana moída (CONAB, 2017). Tendo em vista que o bagaço provindo da moagem é o maior subproduto da cana-de-açúcar, seu reaproveitamento tem

sido investido em grande quantidade, em decorrência do crescimento da área plantada e da industrialização da cana-de-açúcar, resultantes principalmente de investimentos públicos e privados na produção alcooleira.

O setor sucroalcooleiro, em perspectiva brasileira, é visto como o principal produtor mundial e o mais moderno e competitivo já conhecido mundialmente, diante disso se tornando o país de maior concorrência em relação aos custos que ocorrem na produção de açúcar e de álcool, assim preservando o país entre os grandes produtores. A produção brasileira de cana-de-açúcar, embora seja realizada em grande concentração no estado de São Paulo, será necessário que haja expansão para outras regiões, já que os mercados doméstico e mundial estão, cada vez mais, se tornando fortes compradores de açúcar e álcool provindos do Brasil, desse modo impulsionando maiores investimentos voltados para este setor (GOES; MARRA; SILVA, 2008).

Visando diversificar a utilização do bagaço, formas sustentáveis e renováveis de produção estão em estudo, logo este artigo traz de forma sucinta informações do processo de produção de cada uma das aplicações destacadas. Além disso, destaca-se como uma ótima alternativa para a contribuição de produção de várias matérias-primas a partir do bagaço.

Desse modo, a utilização do bagaço é feita de várias formas, dentre elas: produção e geração de energia térmica e elétrica, etanol de segunda geração, ração animal, produção de papel, aplicação das cinzas do bagaço na construção civil, produção de briquetes, entre outros, são alternativas viáveis para abrandar sua utilização.

Este artigo tem como objetivo apresentar algumas das aplicações realizadas com a utilização do bagaço da cana-de-açúcar, dando destaque para as aplicações feitas a partir da produção de papel, cogeração de energia, ração animal e aplicação das cinzas do bagaço na construção civil, trazendo informações sobre o reaproveitamento e diversificação dos métodos de utilização do bagaço e como ocorre o processo dessas alternativas.

Este trabalho foi fundamentado por intermédio de uma revisão bibliográfica com base em dados utilizando livros, dissertações, artigos científicos, revistas, sites, livros e teses. Sendo assim, contribuindo com informações de fácil entendimento sobre o tema diversificação das aplicações do bagaço de cana-de-açúcar.

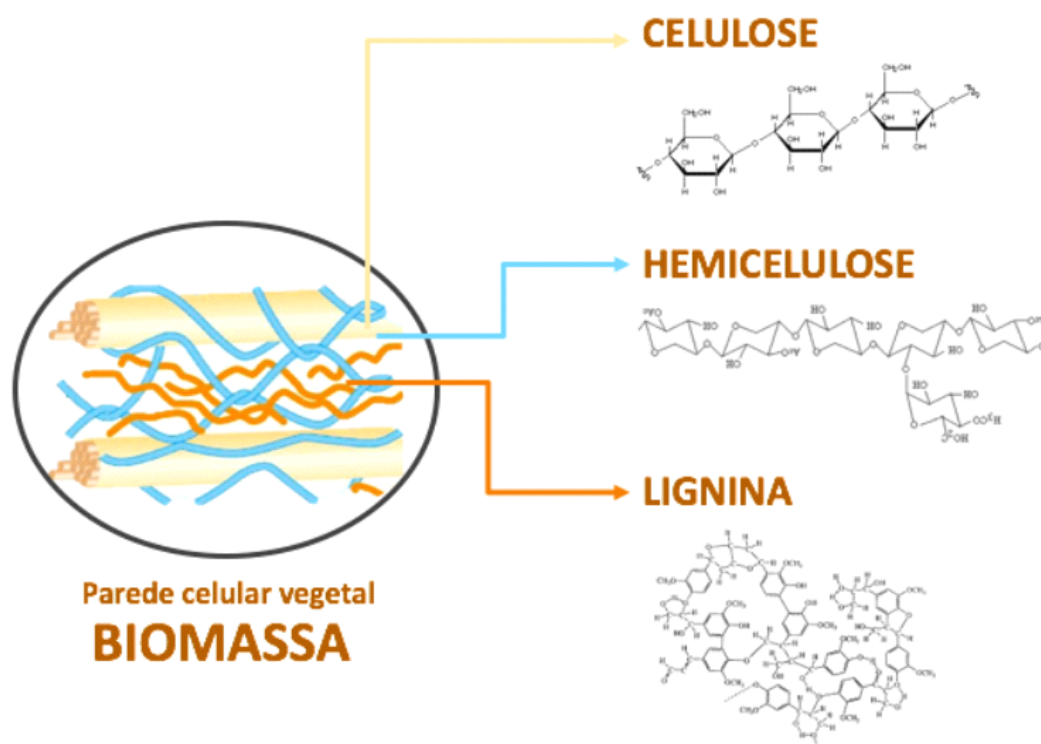
2 DESENVOLVIMENTO

Este artigo foi dividido em cinco tópicos que irão abordar a definição do bagaço de cana de açúcar e seu uso na produção de papel, cogeração de energia, ração animal e aplicação das cinzas do bagaço na construção civil.

2.1 Bagaço de Cana

Bagaço é o resíduo obtido após etapas de limpeza e preparo da cana-de-açúcar, ao qual reduz por meio de jogos de facas rotativas niveladoras e desfibramento que ocorre por intermédio de jogos de martelos oscilantes, adquirido a partir da extração do caldo da cana feito por meio de ternos de moagem ou de difusores (NOVACANA, 2013). Após a saída da moenda, o bagaço gerado representa aproximadamente 30% da massa da cana e possui umidade em torno de 50%, desse modo a quantidade de bagaço que irá ser produzida depende do teor de fibra da cana. Sua composição química se altera de acordo com diversos aspectos, como o tipo de cana, o tipo de solo, as técnicas de colheita e até o manuseio (SILVA; GOMES; ALSINA, 2007). O bagaço da cana, assim como os demais subprodutos fibrosos, é constituído basicamente de celulose ($C_6H_{10}O_5$)_n, hemicelulose ($C_5H_8O_4$) e lignina ($C_9H_{10}O_2$, $C_{10}H_{12}O_3$, $C_{11}H_{14}O_4$), além de outros componentes em menor quantidade, as quais, juntas, perfazem mais de 90% da massa total (PANDEY *et al.*, 2000). Na Figura 1 pode ser vista a estrutura química destes componentes.

Figura 1: Estrutura química da parede celular da biomassa.



Fonte: CUNHA, 2020.

Os componentes pertencentes à fibra do bagaço encontram-se em faixas que podem variar, de acordo com a região e condições de cultivo, variedades cultivadas, etc. A celulose que compõe a maior parte da parede celular representa de 40% a 50% da massa seca do bagaço, enquanto as hemiceluloses representam de 24% a 32%. Já a lignina corresponde de 21% a 27%, e os cerca de 2% a 8% restantes são representados por componentes de baixa massa molar (GURGEL, 2010; MARABEZI, 2014; MAZIERO, 2013; RABELO, 2010; SANTUCCI *et al.*, 2015; SLUITER *et al.*, 2016).

O bagaço é um material fibroso com alto teor de parede celular provindo da moagem. E por possuir um alto teor de fibra, sua utilização na produção de ração animal é muito restrita, mas ao mesmo tempo, a natureza dessa fibra o torna um alimento de baixo valor energético (CARVALHO *et al.*, 2005). Faz-se necessário lembrar que este é um subproduto nobre quando relacionado a outros tipos de resíduos da agroindústria, ao qual é muito utilizado para a cogeração de energia (NASCIMENTO, 2019).

Com a evolução do balanço energético de usinas mais antigas e a chegada

de atividades, foi expandido o número de destilarias autônomas cada vez mais. Dessa forma, a maior parte da produção de bagaço é aproveitada pelas próprias usinas, utilizando não só para o aquecimento de caldeiras como também na geração de energia elétrica. Por causa da grande quantidade produzida e as suas características físicas e químicas, o bagaço pode ser utilizado de várias formas, como para a produção de papel, cogeração de energia, ração animal e aplicações das cinzas provenientes de sua queima na construção civil. Além do mais, estão sendo feitos estudos sobre o bagaço de cana e sua utilização como biomassa adsorvente de contaminantes orgânicos com resultados satisfatórios. Isso nos leva a acreditar que com esse material de grande abundância e que possui fácil aquisição no Brasil, contém grande importância, podendo fazer uma enorme diferença no mundo globalizado que está em busca de ampliar ações sustentáveis (SILVA; GOMES; ALSINA, 2007).

2.2 Produção de Papel

A matéria-prima usualmente utilizada como alternativa para a fabricação de papel é a celulose extraída do bagaço. Ela também pode ser encontrada em outros tipos de vegetais, como a casca da batata, amido e o bagaço de cana-de-açúcar que contém grande abundância. É uma molécula química que está presente na maioria dos vegetais (RAMOS *et al.*, 2018).

A produção de papel utilizando o bagaço é um dos tipos de produção que evita o desperdício de resíduos eliminados na natureza, ao qual reduz os custos da matéria prima e atinge o público consciente a partir de programas de marketing ambiental. Para a geração de papel são utilizadas as fibras de cana-de-açúcar, com a finalidade de confeccionar outros tipos de materiais, como livros, revistas, material escolar, dentre outros (TAGUCHI, 2011).

Os autores COSTA *et al.* construíram através de pesquisas o seguinte procedimento de produção de papel que pode ser encontrado e executado de formas diferentes, desse modo outros tipos de parâmetros além deste podem ser utilizados. No processo de produção, o bagaço é levado seco a uma temperatura ambiente, sendo reduzido em pequenos pedaços para que haja uma melhor extração da celulose. É inserido 500 g de hidróxido de sódio e 21 litros de água em uma panela sob aquecimento a temperatura de ebulição com

duração de duas horas. Em seguida ao “cozimento”, coloca-se a matéria residual sólida provinda do bagaço em saco têxtil e lava-se em água corrente, adiante, houve o branqueamento onde foi adicionado 1,5 litros de hipoclorito de sódio em uma panela sob aquecimento por 20 minutos. Com o material resultante foi feita a etapa novamente, entretanto foi utilizado 24 litros de água por uma hora e meia, obtendo assim uma massa branqueada. A massa resultante foi lavada outra vez, homogeneizada com água em um vasilhame onde os moldes foram submergidos e secos a temperatura ambiente por cinco dias (REVISTA CIENTÍFICA UNIVIÇOSA, 2018).

Estudos indicam que a fibra da cana-de-açúcar possui alta qualidade, pureza elevada e biodegradabilidade, resultando em um papel 100% reciclável. Segundo a empresa GCE Comércio Internacional de Papéis Ltda. [20–?], o período de produção de papel de celulose é entre 6 a 7 anos, sendo este o período de reflorestamento da madeira, a qual na maior parte dos casos é utilizado o eucalipto. O papel produzido do bagaço de cana-de-açúcar, leva cerca de 18 meses, e requer uma quantidade menor de produtos químicos utilizados nos processos de transformação e branqueamento das fibras (TAGUCHI, 2011).

Seu processo de fabricação é praticamente o mesmo da produção usual, a diferença é que a extração da celulose tem origem do bagaço da cana-de-açúcar. A qualidade do papel produzido do bagaço é a mesma do papel comum tendo a vantagem de não utilizar adição de produtos químicos e o alto consumo de água quanto os reciclados (GCE Papéis, [20–?]).

2.3 Cogeração de energia

Cogeração de energia é um processo de produção de energia, ao qual, ocorre a combinação entre calor de processo e energia mecânica ou elétrica. Além de ser muito utilizada em usinas sucroalcooleiras é a partir da cogeração que sistemas fechados como as usinas conseguem suprir suas demandas energéticas e, na grande maioria, a energia excedente são vendidas para as redes públicas de distribuição, assim, gerando maior benefício econômico e reduzindo custos de processo (NOVACANA, 2013).

A energia mecânica é formada a partir da soma de duas energias: a energia cinética e a energia potencial. A energia cinética é dada quando um corpo está

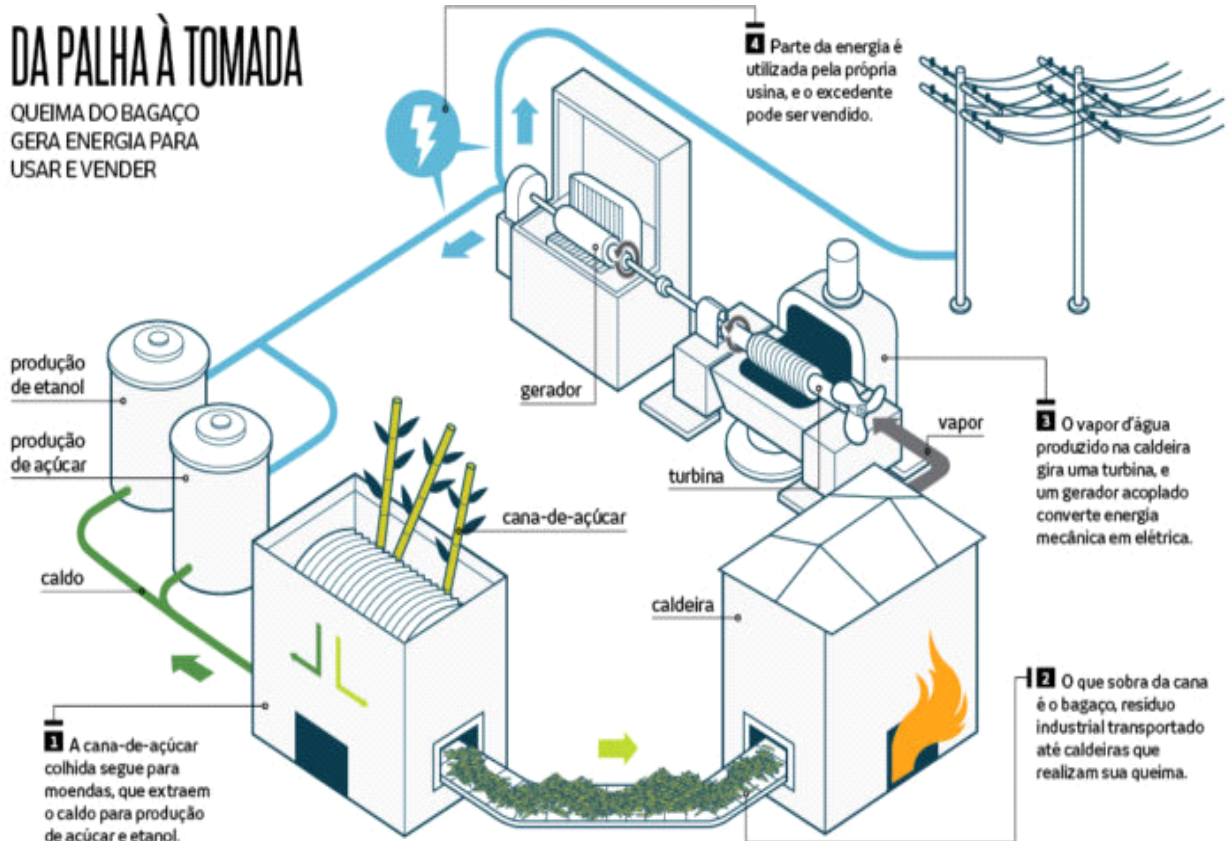
em movimento, enquanto a energia potencial ocorre a partir da quantidade de energia transferida por um objeto (MARQUES, 2013). Já a energia térmica ocorre quando as partículas de um corpo estão em movimento (NHAMBIU, 2000). As indústrias utilizam com muita frequência esses dois tipos de energia, mecânica e térmica, sendo assim as energias que mais geram custos por serem escolhidas por redes distribuidoras, portanto, seja ela mecânica ou térmica, a qual podem ser produzidas separadamente do processo. As indústrias que utilizam esse tipo de energia se beneficiam com o vapor e calor excedente obtido durante a produção de cogeração (BARJA, 2006).

No setor sucroalcooleiro, inicialmente, o sistema de cogeração de energia era utilizado apenas para aumentar a queima do bagaço, pois o mesmo possuía um propósito viável economicamente para as indústrias do setor (ALVES, 2012). Com a inclusão da cogeração no setor sucroalcooleiro as usinas passaram a produzir sua própria energia e conseguiram mais uma fonte de lucro, utilizando a venda do excedente, assim obtendo uma grande vantagem econômica (ALVES, 2012).

Para a aplicação no processo de cogeração, é fundamental aferir se o bagaço está em circunstâncias de ser utilizado como matéria-prima ou como alimento, o que pode ser prioritário em relação à cogeração (ALVES, 2012).

O processo de cogeração inicia-se na caldeira, consiste basicamente na queima do bagaço para a geração de vapor. Seguidamente, esse vapor é conduzido ao processo, como para as turbinas dos ternos de moenda, desfibradores e picotadores; as turbinas são encarregadas pela transformação de energia cinética em mecânica, essencial para a cogeração e para o funcionamento de ternos de moenda e etc, como pode ser visto na Figura 2 (NOVACANA, 2013).

Figura 2: Esquema de cogeração em empresas canaveiras.



Fonte: EOS, 2019.

Após a transformação de energia cinética em mecânica produzida pelas turbinas a vapor, direcionada a cogeração, é então distribuída aos geradores, onde ocorre a transformação da energia mecânica em elétrica. Segundo SOUZA e RODRIGUES *apud* Franchi (2016, p. 3), “o funcionamento dos motores elétricos baseia-se na interação entre campos eletromagnéticos, embora há motores com base em outros fenômenos eletromecânicos, conhecidas como forças eletrostáticas”.

2.4 Ração Animal

A ração animal consiste em um alimento dado para a alimentação de animais, tais como gado e animais domésticos. A composição da ração animal deve atender as necessidades de cada espécie, fornecendo todos os nutrientes necessários para mantê-los e gerar aumento de peso. Não existe uma composição única que garante o desempenho para a produção animal, por isso

é feito um planejamento para cada espécie. No caso dos bovinos, sua dieta compõe forragens, alimentos concentrados, suplementos e aditivos, que apresentam fibras, proteínas, carboidratos, vitaminas e minerais fornecidos em quantidades adequadas. Dessa forma, é possível entender o quão importante é a composição da ração animal para o seu desempenho (SOMA NUTRIÇÃO ANIMAL, 2017).

A ração animal produzida a partir do bagaço de cana-de-açúcar vem sendo utilizada em larga escala com o intuito de diminuir os gastos com alimentação animal para que assim haja aumento na lucratividade, dessa forma, são utilizadas técnicas que fazem com que essa fabricação seja mais barata. O bagaço pode ser introduzido juntamente com outro tipo de ração como, milho moído ou inteiro, farelo de soja, entre outros, como também pode ser utilizado apenas o bagaço como ração, dessa forma não há uma receita específica (RODRIGUES, 2021).

Além disso, a utilização deste subproduto para a alimentação de ruminantes permite um destino adequado para os resíduos da indústria, assim, reduzindo impactos ambientais e contribuindo para uma produção mais sustentável (MARGARIDO, 2020).

Dado seu baixo valor nutritivo, a utilização do bagaço precisa ser utilizada unicamente como fonte de fibra, ao qual pode ser usufruído como única fonte de volumoso ou substituir parte de outros volumosos nas dietas dos animais. Vale frisar que não é recomendado que a sua utilização seja feita da mesma forma que volumosos que possuem uma boa qualidade, como silagens e pastagens. Portanto, a carência de nutrientes desse volumoso precisará ser preenchida por meio da maior inclusão de concentrado na dieta (GARCIA, 2021).

O tratamento químico é o método mais eficiente para incrementar valor nutritivo em materiais fibrosos utilizados na alimentação animal. Ademais, não afeta a atividade microbiana do rúmen, melhora a digestibilidade da fibra e aumenta os valores proteicos. Trata-se o bagaço com uma base álcali, a qual torna a hemicelulose presente no bagaço mais solúvel, além de não alterar o conteúdo cristalino da celulose. Outro tratamento químico é a utilização da ureia que permite um processo mais acessível em questão de custo e mais seguro, dessa forma para que se obtenha um bom resultado irá depender da liberação enzimática da amônia (RODRIGUES, 2021).

Esses agentes químicos como a amônia irá solubilizar a hemicelulose em parte, dessa maneira promovendo o intumescimento alcalino da celulose, que é basicamente a expansão das moléculas de celulose, assim gerando a ruptura das ligações intermoleculares das pontes de hidrogênio que consiste na cristalinidade da celulose, ademais causando aumento na digestão da celulose e hemicelulose (CIOCCA; WARPECHOWSKI; BERNHARD, 1998).

2.5 Aplicação das Cinzas do Bagaço na Construção Civil

As cinzas são geradas a partir da queima do bagaço de cana, mas também podem ser geradas através da queima de fontes de energias renováveis e outros resíduos da agricultura e agroindústrias. Esse resíduo vem sendo utilizado como forma de diminuir os impactos ambientais, além de reduzir os custos na produção das misturas de argamassas e concretos (SILVA, 2016). Seus principais componentes são matéria orgânica, potássio e cálcio, possuindo pH alcalino e contendo micronutrientes (PRADO; OLIVEIRA; SILVA, 2020).

As cinzas do bagaço da cana-de-açúcar possuem sílica (SiO_2), podendo ser introduzida na produção de fibrocimento, substituindo o cimento em proporções de massa em até 30%. Ademais, possui não só características que se adaptam ao cimento, mas também resistência e durabilidade em sua fabricação. Ela pode ser empregada na incorporação na massa de cerâmicas para fabricação de telhas, tijolos, entre outros (OLIVEIRA; MIRANDA; FILHO *et al.*, 2017).

Inúmeras possibilidades estão sendo pesquisadas, desenvolvidas e outras já sendo praticadas em função da finalidade e reaproveitamento das cinzas. Um exemplo, é a sua utilização na adubação e também o reaproveitamento das cinzas do bagaço de cana de açúcar que vem aumentando a capacidade na produção de materiais cimentícios, além disso contribuindo gradualmente na construção civil, visando uma operação eco-sustentável (CACURO; WALDMAN, 2015). Outro uso é como alternativa para a produção de tijolos sustentáveis. Essa invenção foi criada por duas jovens estudantes do Instituto Federal de Alagoas (IFAL) de Palmeira dos Índios, município do Agreste alagoano, com o intuito de garantir que com esse processo de fabricação de tijolos o meio ambiente não seja prejudicado, com isso evitando gases poluentes na natureza (MUTIIS; FARIAS, 2013).

2.5.1 Geração das Cinzas

Uma agroindústria localizada em Anápolis – GO possui duas caldeiras que utilizam bagaço da cana-de-açúcar como combustível e geram cinzas. Esse é um exemplo de processo utilizado por uma agroindústria que tem por objetivo a geração de cinzas a partir da queima do bagaço, assim obtendo-se a matéria que pode ser usada tanto como matéria prima para fabricação de cimentos, quanto como adubo, entre outras alternativas. Por meio da queima do bagaço, as cinzas são formadas nos fornos e são coletadas nas etapas de controle das emissões atmosféricas, compostos por multiciclones e filtro manga que são utilizados para polimento final (PRADO; OLIVEIRA; SILVA, 2020).

As cinzas geradas nos fornos são transferidas a partir de uma fita transportadora para que em seguida seja enviada até o local de armazenamento para que fiquem armazenadas temporariamente. As cinzas são retiradas dos conjuntos de multiciclones e filtros de manga e em seguida depositadas na moega de recolhimento. Seu armazenamento é realizado em duas etapas, a primeira tem o objetivo de armazenar continuamente em um galpão as cinzas adquiridas pós-caldeira, ao qual foi construído em alvenaria e com portões de material metálico. Diariamente, é feita a remoção das cinzas com o auxílio de uma pá mecânica e levadas para um local de armazenamento ao ar livre (PRADO; OLIVEIRA; SILVA, 2020).

3 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Após o levantamento feito por meio de pesquisa sobre o tema, foi possível concluir que as alternativas citadas de reaproveitamento do bagaço de cana-de-açúcar são meios importantes para a diminuição de custos ou geração de renda no setor sucroalcooleiro, ou seja, essas formas de aplicação podem gerar lucro nas suas produções, além de serem ótimas alternativas de destino para o subproduto industriais.

REFERÊNCIAS

- ALVES, F. Análise da aplicação da biomassa da cana como fonte de energia elétrica: usina de açúcar, etanol e bioeletricidade. 115 p. Dissertação (Mestrado) Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, São Paulo. ed. rev. **Biblioteca Digital USP**, 16 Out. 2012 . Disponível em:<<https://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/3/3143/tde-05102012-105550/publico/DissertacaoFernandoAlves.pdf>>. Acesso em: 03 Ago. 2021
- BARJA, G. de J. A. – A cogeração e sua inserção ao sistema elétrico. 2006. 171 f. Dissertação (Mestrado em Ciência Mecânicas)-Universidade de Brasília, Brasília, 2006. **Repositório UNB**, 15 Set. 2006. Disponível em:<<https://repositorio.unb.br/handle/10482/6909>>. Acesso em: 03 Mai. 2021
- CACURO, T. A.; WALDMAN, W. R. Cinzas da Queima de Biomassa: Aplicações e Potencialidades. **Revista Virtual de Química**, V. 7, n. 6, p. 2154-2165, São Paulo, 7 jul. 2015. Disponível em:<<https://rvq-sub.sbq.org.br/index.php/rvq/article/view/990/633>>. Acesso em: 27 Jan. 2022
- CARVALHO, M.C.; FERREIRA, M.A. Associação do bagaço de cana-de-açúcar, palma forrageira e uréia com diferentes suplementos com dietas para novilhas da raça holandesa. **Acta Sci. Ani. Sci.**, 27: 247-252, 2005. Acesso em: 17 Mar. 2022
- (CIOCCA, M. L. S.; WARPECHOWSKI, M. B.; BERNHARD, E. A. **Caracterização de Método Laboratorial Específico para Volumosos Tratados com Álcalis**. 1998. Ciência Rural, Santa Catarina, v. 28, n. 3, p. 489-495, 1998. Disponível em:<<https://www.scielo.br/j/cr/a/8dSRB33dkbw9HswP8GQbKWR/?lang=pt> **HYPERLINK** "<https://www.scielo.br/j/cr/a/8dSRB33dkbw9HswP8GQbKWR/?lang=pt&format=pdf>"& **HYPERLINK** "<https://www.scielo.br/j/cr/a/8dSRB33dkbw9HswP8GQbKWR/?lang=pt&format=pdf>"format=pdf>. Acesso em: 06 maio 2022.
- CONAB. **Acompanhamento da Safra Brasileira**. 2017. Disponível em:<<https://www.conab.gov.br> **HYPERLINK** "https://www.conab.gov.br/info-agro/safras/cana/boletim-da-safra-de-cana-de-acucar/item/download/17727_4e54c5103a0ab4a15529e35307c79b2e"> **HYPERLINK** "https://www.conab.gov.br/info-agro/safras/cana/boletim-da-safra-de-cana-de-acucar/item/download/17727_4e54c5103a0ab4a15529e35307c79b2e". Acesso em: 03 Ago. 2021
- CUNHA, I. F.. **Análise térmica e pirólise analítica de sabugo de milho**. 2020. 51 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Engenharia Química) - Universidade Federal de Uberlândia, Uberlândia, 2020. Disponível em:<<https://repositorio.ufu.br/bitstream/123456789/30161/1/Ana%cc%81liseTe%cc%81rmicaPiro%cc%81lise.pdf>>. Acesso em: 28 Mar. 2022
- COSTA et al. **Produção de papel a partir do bagaço da cana-de-açúcar**. Revista Univiçosa, v. 10, n. 1, 2018. Disponível em:<<https://academico.univicoso.com.br>>. Acesso em 27 Jul. 21

EOS. Cogeração nas Companhias de Saneamento. **EOS Organização e Sistemas**, Brasil, 04 Fev. 2019. Disponível em:<<https://www.eosconsultores.com.br/cogerao-no-saneamento-basico/>>. Acesso em:26 Mar. 2022

GARCIA, S. Por dentro do cocho – Bagaço de cana na alimentação de bovinos de corte. **Agroceres Multimix**, São Paulo, 25 Nov. 2021. Disponível em:<<https://agroceresmultimix.com.br/blog/por-dentro-do-cocho-bagaco-de-cana-na-alimentacao-de-bovinos-de-corte/>>. Acesso em: 26 Fev. 2022

GCE Papéis. **Papel de bagaço de cana**. Disponível em:<<https://www.gcepapeis.com.br/produto/papel-de-bagaco-de-cana/>>. Acesso em: 27 Jul. 2021

GOES, T.; MARRA, R.; SILVA, G. S. Setor sucroalcooleiro no Brasil Situação atual e perspectivas. **Revista de Política Agrícola**, Brasília, ano 17, n. 2, p. 39-51, abr./jun. 2008. Disponível em:<<https://www.alice.cnptia.embrapa.br/alice/bitstream/doc/125247/1/SetorsucroalcooleironoBrasil.pdf>>. Acesso em: 09 Mar. 2022

GURGEL, L. V. A. Hidrólise ácida de bagaço de cana-de-açúcar: estudo cinético de sacarificação de celulose para a produção de etanol. 2010. 315f. Tese(doutorado) - Universidade de São Paulo, Instituto de Química de São Carlos, **Biblioteca Digital USP**, São Carlos, 2010. Disponível em:<<https://teses.usp.br/teses/disponiveis/75/75131/tde-25032011-081629/es.php>>. Acesso em: 28 Jul 2021

MARABEZI, K. Deslignificação de bagaço de cana-de-açúcar: reações, isolamento e utilização de ligninas. 2014. 240f. Tese (Doutorado) - Universidade de São Paulo, Instituto de Química de São Carlos, **Biblioteca Digital USP**, São Carlos, 2014. Disponível em:<<https://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/75/75134/tde-02022015-112400/pt-br.php>>. Acesso em: 28 Jul. 2021

MARGARIDO, R. C. C. As forças da cana para nutrição animal. **Revista Opiniões**, ano, 2020 Disponível em:<<https://sucroenergetico.revistaopinioes.com.br/revista/detalhes/11-forcas-da-cana-para-nutricao-animal/>>. Acesso em: 26 Fev. 2022

MARQUES, G. COSTA. Energia Mecânica: Dinâmica do Movimento dos Corpos. **Mídia Atp USP**, 2013. Disponível em:<https://midia.atp.usp.br/plc/plc0002/impessos/plc0002_13.pdf>. Acesso em: 28 Jul. 2021

MAZIERO, P. **Estudos topoquímicos durante obtenção de etanol a partir de celulose de bagaço e palha de cana-de-açúcar**. 2013. 180f. Tese (Doutorado) - Universidade de São Paulo, Escola de Engenharia de Lorena, **Biblioteca Digital USP**, Lorena, 2013. Disponível em:<<https://teses.usp.br/teses/disponiveis/97/97131/tde-10092014-150019/pt-br.php>>. Acesso em:09 Jun. 2021

MUTIIS, F.; FARIAS, M. **Jovens alagoanas criam tijolo com cinzas do bagaço da cana-de-açúcar**. G1 AL, Alagoas, 14 dez. 2013. Disponível:<<https://g1.globo.com/al/alagoas/noticia/2013/12/jovens-alagoanas-criam-tijolo-com-cinzas-do-bagaco-da-cana-de-acucar.html>>. Acesso em: 06.

maio 2022.

NASCIMENTO, F. G. **Produção de Papel de Bagaço de Cana Empregando um Método mais Sustentável**. 2019. 44f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação de Tecnologia em Produção Sucroalcooleira) - Universidade Federal da Paraíba, Repositório UFPB, João Pessoa, Set. 2019. Disponível em: <<https://repositorio.ufpb.br/jspui/bitstream/123456789/16106/1/FGN23102019.pdf>>. Acesso em: 27 Jul. 2021

NHAMBIU, J. Instalações Térmicas. **Energypedia**, ano 2000, p. 1-60. Disponível em: <https://energypedia.info/images/0/00/PT_Instalacoes_Termicas_Energia_Termica_na_Industria_Jorge_Nhambiu.pdf>. Acesso em: 09 Jun. 2021

NOVACANA. **Cogeração**: como funciona a produção de energia elétrica numa usina sucroalcooleira. Nova Cana, Paraná, 24 de jan. 2013. Disponível em: <<https://www.novacana.com/usina/cogeraac> HYPERLINK "<https://www.novacana.com/usina/cogeraacao-como-funciona-producao-energia-eletrica>" ao-como-funciona-producao-energia-eletrica>. Acesso em 28 Jul. 2021

NOVACANA. **Etanol celulósico: o bagaço da cana-de-açúcar como matéria-prima para a hidrólise**. Nova Cana, Paraná, 16 out. 2013. Disponível em: <<https://www.novacana.com/estudos/etanol-celulosico-bagaco-cana-de-acucar-como-materia-prima-para-hidrolise-241013>>. Acesso em: 05 Mar. 2022

OLIVEIRA *et al.* **Cinza a partir do Bagaço da Cana-de-Açúcar Reutilizada Como parte Integrante em Argamassas e Concretos na Indústria Civil**. ENEGEP, Santa Catarina, 13 Out. 2017. Disponível em: <https://www.researchgate.net/profile/Rogério-Bonette/publication/323380156_Cinza_a_partir_do_bagaco_da_cana-de-acucar_reutilizada_como_parte_integrante_em_argamassas_e_concretos_na_industria_civil/links/5eac55b4299bf18b958c8225/Cinza-a-partir-do-bagaco-da-cana-de-acucar-reutilizada-como-parte-integrante-em-argamassas-e-concretos-na-industria-civil.pdf>. Acesso em: 27 Jan. 2022

PANDEY, A.; SOCCOL, C.R.; NIGAM, P.; SOCCOL, V.T. Biotechnological potential of agro-industrial residues: sugarcane bagasse. 2000. Escola de Ciências Biológicas e Químicas Aplicadas, Universidade de Ulster, Coleraine BT52 IAS, Irlanda do Norte, Reino Unido, **Bioresource Technology**, 74: 69-80, 2000. Disponível em: <https://www.researchgate.net/publication/223810321_Biotechnological_potential_of_agro-industrial_residues_I_Sugarcane_bagasse>. Acesso em: 18 mar. 2022

PRADO, K. C. dos A.; OLIVEIRA, A. L. R.; SILVA, S. M. da C. Gestão e Uso de Cinzas Vegetais Provenientes da Queima de Bagaço de Cana-de-Açúcar em Caldeiras. **Revista Sapiência**, 2020, v.9, n.3, p.315-328.

RABELO, S. C. **Avaliação e otimização de pré-tratamentos e hidrólise enzimática do bagaço de cana-de-açúcar para a produção de etanol de segunda geração**. 2010. 447f. Tese (Doutorado) - Faculdade de Engenharia Química, Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2010. Disponível em: <http://bdtd.ibict.br/vufind/Record/CAMP_be3f83f40052da4eaedc6f9a461c429c>. Acesso em: 05 Mar. 2022

RAMOS, J. C.; DIAS, D. V. S.; MONTEIRO, J. R.; ROGALEWSKI, K. P.; PEREIRA, L. G.; COSTA, R. C. Fabricação de papel utilizando celulose extraída do bagaço de cana-de-açúcar com adição de amido, extraído da casca de batata, como aditivo. **Revista Técnico Científica do IFSC**, Santa Catarina, [v. 2, n. 7, ano 2018](#). Disponível

em:<[https://periodicos.ifsc.edu.br/index.php/rtc/article/view/2566#:~:text=Para%20melhorar%20a%20qualidade%20do,sulfite%20\(papel%20comumente%20comercializado\)](https://periodicos.ifsc.edu.br/index.php/rtc/article/view/2566#:~:text=Para%20melhorar%20a%20qualidade%20do,sulfite%20(papel%20comumente%20comercializado))>. Acesso em: 31 Mar. 2022

RODRIGUES, R. Utilização do bagaço da cana-de-açúcar na alimentação do gado. **Cursos CPT**, Minas Gerais, 25 de nov. 2021. Disponível

em:<<https://www.cpt.com.br/cursos-bovinos-pastagensealimentacao/artigos/utilizacao-do-bagaco-da-cana-de-acucar-na-alimentacao-do-gado>>. Acesso em: 30 Ago. 2021

SANTUCCI, B. S.; MAZIERO, P.; RABELO, S. C.; CURVELO, A. A. S.; PIMENTA, M. T. B. Autohydrolysis of hemicelluloses from sugarcane bagasse during hydrothermal pretreatment: a kinetic assessment. **Bioenergy Research**, v. 8, p. 1778-1787, 2015.

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**. 2007. Revista Eletrônica de Materiais e Processos (REMAP), Paraíba, v.2, 1 p. 27-32, 09 mar. 2007. Disponível

em:<<http://www2.ufcg.edu.br/revista-remap/index.php/REMAP/article/view/28/64>>. Acesso em: 01 Mar. 2022

SILVA, E. J. **Utilização do método de condutividade elétrica para análise da pozolanicidade da cinza do bagaço da cana-de-açúcar**. Caruaru, 2016. 82 p. Dissertação (Mestrado) – Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil e Ambiental da Universidade Federal de Pernambuco, 2016. Disponível em:<<https://repositorio.ufpe.br/handle/123456789/17523> . Acesso em: 27 Jan. 2022

SLUITER, J. B.; CHUM, H.; GOMES, A. C.; TAVARES, R. P. A.; AZVEDO, V.; PIMENTA, M. T. B.; RABELO, S. C.; MARABEZEI, K.; CURVELO, A. A. S.; ALVES, A. R.; GARCIA, W. T.; CARVALHO, W.; ESTEVES, P. J.; MENDONÇA, S.; OLIVEIRA, P. A.; RIBEIRO, J. A. A.; MENDES, T. D.; VICENTIN, M. P.; DUARTE, C. L.; MORI, M. N. **Evaluation of brazilian sugarcane bagasse characterization: na intelaboratory comparison study**. Journal of AOAC International, v. 99, ed. 3, p. 579-585, 2016. Disponível

em:<<https://academic.oup.com/jaoac/article/99/3/579/5657972>>. Acesso em: 27 Jul. 2021

SOMA NUTRIÇÃO ANIMAL. A Composição da Ração Animal. **Soma Nutrição Animal**, Rio Pomba, 25 de Set. 2017. Disponível

em:<<https://nutricaoesaudeanimal.com.br/racao-para-bovinos-de-corte/>>. Acesso em: 26 Mar. 2022

SOUZA, E. O.; RODRIGUES, S. G. **Princípios de funcionamento de motores e geradores de energia**. 2016. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Mecânica) - Universidade de Rio Verde, Rio Verde.2016. Disponível

em:<<https://www.unirv.edu.br/conteudos/fckfiles/files/TCC%20ERNANDES.pdf>> . Acesso em 30 Jul. 2021

TAGUCHI, V. Bagaço de cana produz papel biodegradável. **Revista Globo Rural**, Rio de Janeiro, 16 dez. 2011. Disponível em:<<https://revistagloborural.globo.com/Revista/Common/0,,EMI281184-18080,00-BAGACO+DE+CANA+PRODUZ+PAPEL+BIODEGRADAVEL.html>>. Acesso em 05 Jul. 2021