



## **APLICAÇÃO SUSTENTÁVEL DO BAGAÇO DA CANA-DE-AÇUCAR EM MATERIAL INOVADOR**

### ***SUSTAINABLE APPLICATION OF CANE BAGGAGE IN INNOVATIVE MATERIAL***

Naiara Bianchi – naiarabianchi44@hotmail.com

DUOC UC – Santiago – Chile

Sabrina Thais Broggio Costa – sabrina.costa@fatectq.edu.br

Faculdade de Tecnologia de Taquaritinga (FATEC) – São Paulo – Brasil

### **RESUMO**

Diante do cenário crítico ambiental que o mundo se coloca atualmente, e frente as limitações dos recursos renováveis e não-renováveis disponíveis para geração de energia, a ONU propõem, para sua agenda de 2030, a busca por inovações tecnológicas e diversificação nos setores produtivos, que corroboram com a preservação e reutilização dos recursos globais nos meios de produção. A principal proposta deste trabalho vêm ao encontro desses objetivos e trata-se da busca por um material inovador que utilize o bagaço da cana-de-açúcar como matéria-prima que possa ser utilizado na confecção de embalagens e móveis.

**Palavras-chave:** Sustentabilidade, Inovação Tecnológica, Produção Industrial, Bagaço de cana-de-açúcar, Desenvolvimento Sustentável.

### **ABSTRACT**

In view of the critical environmental scenario facing the world today, and in front of the limitations of renewable and non-renewable resources available for energy generation, the ONU proposes, for its 2030 agenda, the search for technological innovations and diversification in the productive sectors, which corroborate the preservation and reuse of global resources in the means of production. The main proposal of this work meets these objectives, and it is the search for a material that uses sugarcane bagasse as raw material that can be used in the packaging and furniture manufacturing.

**Keywords:** Sustainability, Technological Innovation, Industrial Production, Sugarcane bagasse, sustainable development.



## 1 INTRODUÇÃO

Para o desenvolvimento desse trabalho é relevante conhecer o processo histórico da cana-de-açúcar, visto que esta teve grande importância durante toda a história da humanidade, sendo o principal motivo de tantas disputas e conquistas, mobilizando homens e nações, e encontrando um país no Novo Mundo propício para seu cultivo, o Brasil (Machado, 1995).

No decorrer do tempo esse cultivo dominou o mundo e tornou-se a principal fonte de renda do país, fazendo com que o Brasil obtivesse o monopólio açucareiro mundial durante anos. Atualmente a produtividade de cana no país ainda se mantém elevada, sendo o quarto maior produto da exportação nacional, segundo dados do Ministério da Indústria, Comércio Exterior e Serviços - MDIC (2017). Conforme Souza *et al* (2015), a importância da cana-de-açúcar vem da sua gigantesca aplicabilidade e de seus subprodutos, atualmente, também possuem grande importância econômica, sendo o bagaço o significativo, aplicado na indústria sucroalcooleira.

Com essa gigantesca importância nacional, têm-se a grande geração de bagaço de cana-de-açúcar que de acordo com Pedreschi (2009), é caracterizado por um conjunto de fibras emaranhadas de celulose e, atualmente, cada vez está tornando-se mais disponível devido ao aumento das áreas plantadas e da crescente industrialização voltada para a cana-de-açúcar, principalmente para a produção de álcool (etanol) e de açúcar, decorrentes em sua maioria de investimentos públicos e privados.

Geralmente, o bagaço da cana é queimado em uma usina termoelétrica, para a produção e geração de energia, sendo utilizada como outra forma de energia, para o uso industrial. Contudo, não é consumido em sua totalidade dentro da própria indústria e a sua queima gera uma gigantesca liberação de poluentes na atmosfera, responsáveis pelo efeito estufa e aquecimento global.

Conforme a agenda para 2030 da ONU (Organizações das Nações Unidas) (2015), em seu 8º objetivo, busca-se elevar os níveis de produtividade por meio da diversificação, modernização tecnológica e inovação, como também visa-se melhorar progressivamente a eficiência dos recursos globais nos meios de produção. Alinhado com o 8º Objetivo buscou-se por meio de processos experimentais, uma forma inovadora de reutilização do bagaço da cana-de-açúcar, visando o seu melhor aproveitamento e rendimento, para elaboração de um material



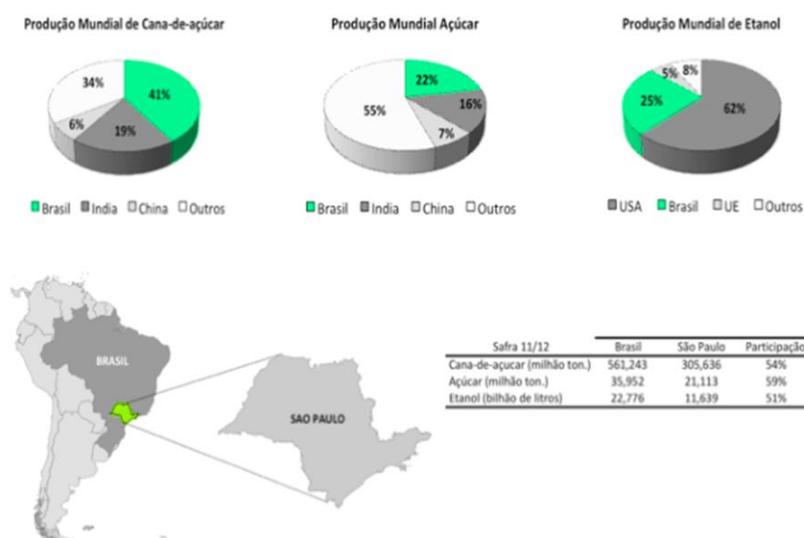
que possa ser aplicado na produção de embalagens e móveis. Pois sabe-se, segundo Pedreschi (2009), que a agroindústria no Brasil produz elevada quantidade de resíduos, que em grande parte são desperdiçados, provocando sérios problemas no meio ambiente.

O material proposto neste trabalho transforma o bagaço da cana-de-açúcar, fazendo-o passar de resíduo à matéria prima, conferindo-lhe ainda um maior valor agregado, além de atender a uma crescente necessidade do mercado: a eliminação do potencial poluidor do bagaço de cana. (PEDRESCHI, 2009).

## 2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

A cana-de-açúcar é produzida em larga escala, estima-se que a safra de 2016/2017 tenha atingido 657,18 milhões de toneladas, segundo a Companhia Nacional de Abastecimento (Conab), encaixando-se como maior produtor mundial com quase 41% de toda a produção de cana-de-açúcar, sendo que além do aumento da produção, a crescente demanda por álcool no mercado externo e interno influenciou a determinação do preço do produto, levando a um crescimento significativo no valor da produção e conseqüentemente, o país pode vir a aumentar as exportações e reduzir sua dependência com a importação de petróleo, conforme apresentado na figura 1. (FONSÊCA, 2014)

**Figura 1 – Produção Mundial de cana-de-açúcar, açúcar e etanol**



**Fonte: Fonsêca (2014)**

A cana é o alicerce para todo o agronegócio sucroalcooleiro, constituído por mais de 350 indústrias de açúcar e álcool e diversos empregos diretos e indiretos. Em São Paulo é



responsável por 60% da produção nacional, o agronegócio da cana movimentada R\$ 8 bilhões por ano e proporciona 600 mil empregos diretos. São Paulo está, em nível mundial, líder em competitividade (menor custo de produção) e em exportação de açúcar. (PEDRESCHI, 2009)

O bagaço da cana-de-açúcar tornou-se um dos maiores resíduos da agroindústria brasileira, estimando-se que, a cada ano, sobre cerca de 5 a 12 milhões de toneladas deste material, que correspondem a aproximadamente 30% da cana moída, sendo que as próprias usinas utilizam de 60% a 90% deste bagaço como fonte de energia (substitui o óleo combustível, no processo de aquecimento das caldeiras) e, para a geração de energia elétrica. Existem, potencialmente, usos não energéticos para o bagaço, alguns deles já viabilizados comercialmente como, por exemplo, na fabricação de aglomerados, como material alternativo na construção civil e como ração animal. (PEDRESCHI, 2009)

### 3 MATERIAIS E MÉTODOS

Na produção deste material utilizou-se cerca de 100g de bagaço de cana triturado, em que se adicionou 7 colheres de sopa de cola branca. Essa mistura foi moldada em um recipiente de isopor com uma espessura fina (2 mm), logo após foi deixado no sol para a secagem durante 1 semana. Na sequência, houve pincelamento de cola nas duas superfícies do material, sendo então submetido a mais dois dias de secagem, ocorreu excelente compactação e não teve a proliferação de fungos.

Foram realizados testes com diversos outros materiais buscando a melhor mistura, na tentativa de encontrar a real eficiência deste método. Todos os experimentos seguiram o protocolo descrito:

- Realizados em fogo baixo (cerca de 150°C)
- Com a mistura realizada, foi acrescentado o bagaço de cana triturado
- As misturas homogêneas foram espalhadas em um recipiente em duas espessuras distintas, uma mais grossa (8 mm) e outra mais fina (2 mm)
- Deixado ao sol para a secagem

No quadro 1 segue a descrição dos experimentos realizados e dos resultados obtidos com três materiais distintos misturados ao bagaço da cana-de-açúcar. A farinha de trigo, tapioca e

amido de milho foram utilizados devido sua alta concentração de amido, em busca da liga mais eficiente para o material procurado. Nas figuras 2 e 3 observamos os materiais produzidos, é possível observar a alta proliferação de fungos logo após o tempo de secagem.

**Quadro 1 – Experimentos**

	Bagaço + farinha de trigo	Bagaço + farinha de tapioca	Bagaço + amido de milho
<b>Quantidades</b>	1 colher de farinha + 5 colheres de água	1 colher de tapioca + 10 colheres de água	1 colher de amido + 5 colheres de água
<b>Tempo de secagem (dias)</b>	3	3	3
<b>Elaboração</b>	Rápida	Rápida	Rápida
<b>Aceso ao material</b>	Material de fácil acesso	Material de fácil acesso	Material de fácil acesso
<b>Proliferação de fungos</b>	Alta	Alta	Alta
<b>Homogeneidade</b>	Ruim	Razoável	Razoável

Fonte: Autores (2018)

**Figura 2 - Experimentos**



Fonte: Autores (2018)

**Figura 3 - Experimentos**



Fonte: Autores (2018)



Na tentativa de diminuir a proliferação de fungos, os experimentos foram repetidos com adição de cloreto de sódio (sal de cozinha), por ser um conservante alimentício. No quadro 2, segue a repetição dos experimentos realizados anteriormente, descritos no quadro 1, com a adição do cloreto de sódio. Notou-se que se teve um aumento do tempo de secagem, esse aumento deu-se por conta do aparecimento de uma camada branca no material, que começou a surgir no terceiro dia do experimento. Contudo a proliferação de fungos foi contida, pois o cloreto de sódio tem a função de conservante o que atuou sobre a mistura impedindo o aparecimento de fungos no material.

**Quadro 2 - Experimentos + cloreto de sódio**

	<b>Bagaço + farinha de trigo + cloreto de sódio</b>	<b>Bagaço + farinha de tapioca + cloreto de sódio</b>	<b>Bagaço + amido de milho + cloreto de sódio</b>
<b>Quantidades</b>	1 colher de farinha + 5 colheres de água + 2 colheres de cloreto de sódio	1 colher de tapioca + 10 colheres de água + 2 colheres de cloreto de sódio	1 colher de amido + 5 colheres de água + cloreto de sódio
<b>Tempo de secagem (dias)</b>	7	7	7
<b>Elaboração</b>	Rápida	Rápida	Rápida
<b>Acesso ao material</b>	Material de fácil acesso	Material de fácil acesso	Material de fácil acesso
<b>Proliferação de fungos</b>	-	-	-
<b>Homogeneidade</b>	Ruim	Razoável	Razoável

**Fonte: Autores (2018)**



**Figura 4 - Amido de milho + cloreto de sódio**



**Fonte: Autores (2018)**

Na figura 4 a mistura do bagaço de cana-de-açúcar com amido de milho e cloreto de sódio. É possível observar o aparecimento de uma camada branca na parte superior do material, com isso, tornou-se mais frágil e quebradiço, ou seja, houve uma diminuição de sua resistência mecânica.

Outro material testado na mistura com o bagaço de cana-de-açúcar, foi com o óleo de rícino (poliuretano à base de mamona), com base nos estudos realizados por Fiorelli (2013). Utilizou-se 1 colher de sopa de amido de milho com 5 colheres de sopa de óleo de riceno, essa mistura foi espalhada em um recipiente de isopor com uma espessura média (3 mm), e foi deixado no sol para a secagem. Como resultado obteve-se um material com baixa aderência, ou seja, o bagaço de cana-de-açúcar e o óleo não formou uma liga homogênea passível de comparações.

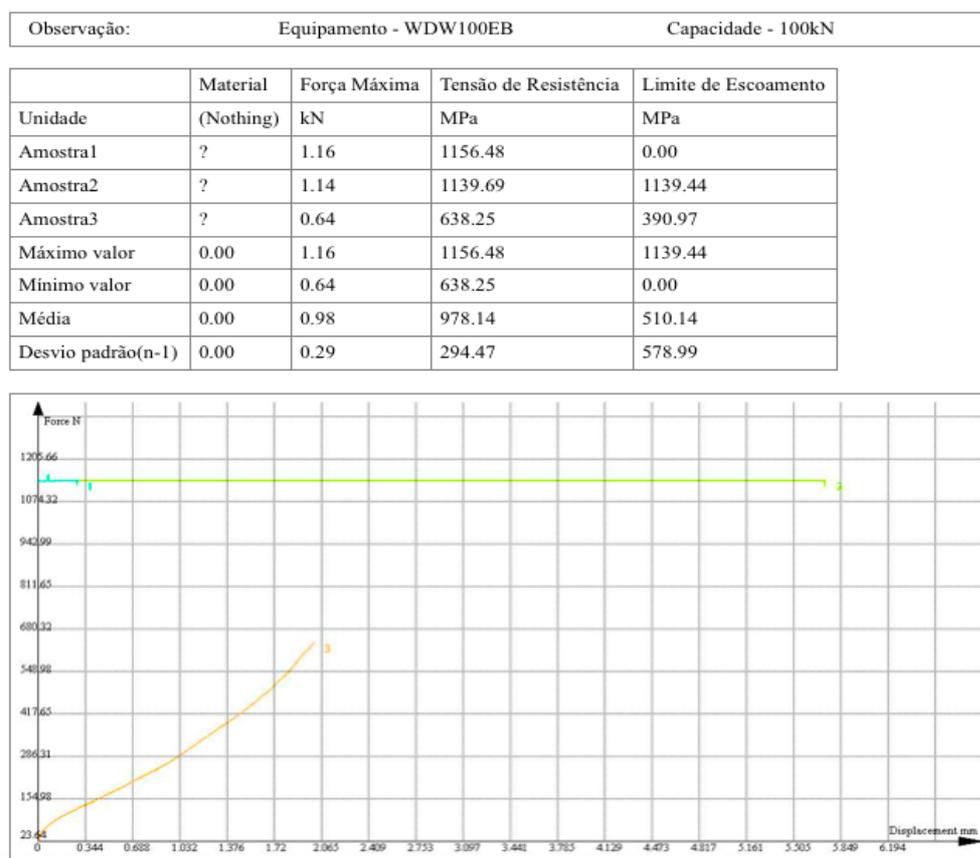
A partir desses testes realizados chegou-se ao material de estudo, realizado com bagaço de cana e cola industrializada, em que foi adicionado 7 colher de sopa de cola tenaz, essa mistura foi espalhada em um recipiente de isopor com uma espessura fina (2 mm), logo após foi deixado no sol para a secagem durante 1 semana, depois desse processo de secagem houve o pincelamento de mais cola nas duas superfícies do material, e logo após mais dois dias de



secagem. Esse método apresentou vantagem sobre os demais, pois o material teve uma melhor compactação e não ocorreu a presença de fungos no decorrer do processo.

A primeira elaboração do material foi realizado de maneira caseira e sofreu uma prensagem manual, posteriormente, para melhor elaboração e compactação, o mesmo foi submetido a pressão de uma prensa da Máquina de Ensaio Mecânicos e Destrutivos do Laboratório Multidisciplinar da FATEC - Taquaritinga. Como resposta da prensagem obteve-se um material com deslocamento aumentado (Amostra 3) em razão da força aplicada, ou seja, o material foi comprimido de forma adequada com a força da prensagem. Isto pode ser observado através da linha laranja do gráfico da figura 5.

**Figura 5 – Gráfico deslocamento x força na prensagem do material (Amostra 3)**



**Fonte: Autores (2018)**

O melhor material desenvolvido nesta etapa do trabalho foi o bagaço de cana e cola industrializada, pois permitiu ao bagaço melhor compactação e aderência, tornando o material mais homogêneo, com uma certa resistência e livre de fungos. Esse material possui um



potencial inovador quanto a sua composição, pois é de fácil elaboração e não possui componentes que possam ser prejudiciais a saúde humana. Em comparação ao MDF que possui em sua composição uma resina de formaldeído que, com o decorrer do tempo, ou o seu uso inadequado, pode apresentar danos graves a saúde do trabalhador, como por exemplo causar câncer.

#### **4 RESULTADOS E DISCUSSÃO**

Possuindo como princípio, atender os objetivos da agenda para 2030 da ONU e buscar e elevar os níveis de produtividade por meio da diversificação, modernização tecnológica e inovação, os autores demonstraram uma forma inovadora de reutilização do bagaço da cana-de-açúcar, visando o seu melhor aproveitamento e rendimento, para elaboração de um material que possa ser aplicado na produção de embalagens e pequenos móveis.

A proposta deste trabalho é tornar este material de baixo custo com elaboração rápida e fácil de ser desenvolvida. Através dos primeiros testes do material da Amostra 3 (bagaço de cana e cola industrializada), observa-se que o material apresenta homogeneização adequada, pois a cola funde-se perfeitamente com o bagaço, conforme o apresentado na figura 2.

**Figura 6 - Material Preliminar**



**Fonte: Autores (2018)**



## 5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

O material está em teste preliminares para elaboração, tendo objetivo tornar-se a matéria prima de um produto que poderá ser utilizado como embalagens e/ ou na indústria moveleira, pois se comparado ao MDF que em sua composição uma resina que com o decorrer do tempo pode causar danos a saúde do trabalhador, diferentemente do material estudado que por ser desenvolvido com cola tenaz não apresenta riscos para a saúde, como também, está se agregando assim maior valor de mercado porque contribui com a eliminação do potencial poluidor do bagaço de cana, e para o desenvolvimento sustentável da empresas e indústrias, porque conforme a World Wide Fund for Nature (WWF), o desenvolvimento sustentável só surge, quando se possui qualidade ao invés de quantidade e a redução do uso de matérias-primas e o aumento da reutilização e da reciclagem.

## REFERÊNCIAS

BRASIL. Companhia Nacional de Abastecimento - CONAB (2017/2018). **Safra 2017/2018 de cana-de-açúcar deve ser de 647 milhões de toneladas**. Brasília, 2018. Disponível em: <<http://www.brasil.gov.br/economia-e-emprego/2017/04/safra-2017-2018-de-cana-de-acucar-deve-ser-de-647-milhoes-de-toneladas>>. Acesso em: 11 de abr. de 2018

BRASIL. Ministério da Indústria, Comércio Exterior e Serviços (MDIC). **Balança comercial brasileira: Acumulado do ano**. Brasília, 1995. Disponível em: <<http://www.mdic.gov.br/comercio-exterior/estatisticas-de-comercio-exterior/balanca-comercial-brasileira-acumulado-do-ano>>. Acesso em: 27 mar. 2018

BRASIL. Organizações das nações unidas (ONU). **Transformando Nosso Mundo: A Agenda 2030 para o Desenvolvimento Sustentável**. Rio de Janeiro, 2015. Disponível em: <<https://nacoesunidas.org/pos2015/agenda2030/>>. Acesso em: 20 mar. 2018

FONSÊCA, Matheus Vinícius Ramalho. Expansão da cana-de-açúcar e as mudanças no uso da terra no Escritório de Desenvolvimento Rural (EDR) de Tupã - SP. **Revista Espacios**, Caracas, Venezuela, v. 1, n. 31, p.5-10, 17 nov. 2014. Anual. Disponível em: <<http://www.revistaespacios.com/a15v36n01/15360105.html>>. Acesso em: 21 jul. 2017

MACHADO, Fulvio de Barros Pinheiro. **Brasil, a doce terra - História do Setor**. 1995. Disponível em:



<[https://www.agencia.cnptia.embrapa.br/Repositorio/historia\\_da\\_cana\\_000fhc62u4b02wyiv80efhb2attuk4ec.pdf](https://www.agencia.cnptia.embrapa.br/Repositorio/historia_da_cana_000fhc62u4b02wyiv80efhb2attuk4ec.pdf)>. Acesso em: 27 mar. 2018

PEDRESCHI, Ricardo. **Aproveitamento do bagaço de cana da indústria sucroalcooleira na produção de painéis aglomerados**. 2009. 61 f. Tese (Doutorado) - Curso de Ciência e Tecnologia da Madeira, Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2009. Disponível em: <[http://repositorio.ufla.br/bitstream/1/2931/1/TESE\\_Aproveitamento do bagaço de cana da indústria sucroalcooleira na produção de painéis aglomerados.pdf](http://repositorio.ufla.br/bitstream/1/2931/1/TESE_Aproveitamento%20do%20bagaço%20de%20cana%20da%20indústria%20sucroalcooleira%20na%20produção%20de%20painéis%20aglomerados.pdf)>. Acesso em: 20 jun. 2017

SOUZA, Ana Carolina de *et al.* ESTUDO DAS APLICAÇÕES DO BAGAÇO DA CANA-DE-AÇÚCAR DENTRO E FORA DAS INDÚSTRIAS SUCROALCOOLEIRAS. **Sbpe – Sociedade Brasileira de Planejamento Energético**, Rio de Janeiro, v. 21, n. 1, p.91-115, 1º semestre de 2015. Semestral. Disponível em: <<https://new.sbpe.org.br/artigo/estudo-das-aplicacoes-do-bagaco-da-cana-de-acucar-dentro-e-fora-das-industrias-sucroalcooleiras>>. Acesso em: 11 abr. 2018

FIORELLI, Juliano *et al.* **SUGARCANE BAGASSE AND CASTOR OIL POLYURETHANE ADHESIVE-BASED PARTICULATE COMPOSITE**. São Carlos: Epub, v. 16, n. 2, 22 jan. 2013. Semestral. Disponível em: <[http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1516-14392013000200020](http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1516-14392013000200020)>. Acesso em: 13 set. 2018.