APLICAÇÕES DO BAGAÇO DA CANA-DE-AÇÚCAR UTILIZADAS NA ATUALIDADE

MARC APPLICATIONS OF SUGAR CANE BAGASSE USED IN THE PRESENT

Wendell Lucas Silveira da Costa [(1)]
Maria Lígia de Melo Bocchi [(2)]

Resumo

O bagaço proveniente da moagem é o maior subproduto da cana-deaçúcar. Estima-se que cerca de 12 milhões de toneladas de bagaço são gerados anualmente, sendo aproximadamente 320 kg por tonelada de cana moída. Segundo a Conab (Companhia Nacional de Abastecimento), na safra 2010/2011 foram moídos 623,9 milhões de toneladas do produto. O bagaço, atualmente, tem diversas aplicações na economia brasileira: na alimentação animal, na produção de combustível, na cogeração de energia, na indústria de cosméticos e na engenharia civil. Este trabalho tem por objetivo avaliar os diversos métodos de utilização do bagaço, focando as atualidades nesse vasto mercado, através de uma revisão de literatura.

Palavras-chave: Biomassa. Cogeração. Subproduto.

Abstract

The bagasse from the milling is the largest byproduct of sugar cane. It is estimated that about 12 million tonnes of bagasse are produced annually, with approximately 320 kg per ton of cane. According to Conab - Companhia Nacional de Abastecimento *(National Company of Supplying), 623.9 million tonnes of the product were milled in the 2010/2011 harvest. Currently, bagasse has several applications in the Brazilian economy, such as: in animal feed, due to its high concentration of nutrients, besides optimizing the digestion of cattle; in the production of*

[1] Graduando em Tecnologia em Biocombustíveis, FATEC, Jaboticabal-SP; Estagiário Agrichem Brasil, wendelllucas@hotmail.com
[2] Graduanda em Tecnologia em Biocombustíveis, FATEC, Jaboticabal-SP; Syngenta Seeds, mligiabocchi@yahoo.com.br

hydroponic corn, also destined for animal feed; as biomass for production of fuel; in perhaps the most targeted product, energy cogeneration; in cosmetics industry, and in civil engineering. This study aims to evaluate the various methods of bagasse utilization, focusing on updates about that vast market, through a literature review.

Keywords: *Biomass. Cogeneration. Byproduct.*

1 Introdução

A cana-de-açúcar vem sendo considerada como uma das matérias-primas mais importantes da atualidade, pela sua diversidade de materiais produzidos, sendo etanol, açúcar, energia, cachaça, caldo-de-cana, rapadura, além de seus subprodutos, que são totalmente reutilizados, sendo a vinhaça que é destinada a adubação e fertirrigação, devido a grande concentração de nutrientes, que são capazes de potencializar o crescimento e brotação, além de sua utilização para produção de biogás, por também conter em sua composição grandes quantidades de matéria orgânica.

O bagaço proveniente da produção do açúcar também possui diversas aplicações, como forragem, na utilização de ração animal, especialmente para ruminantes, e na cogeração de energia elétrica. Uma das grandes aplicações do bagaço é na produção de etanol de 2º geração, que é feito a partir de hidrólise, podendo ser ácida ou enzimática. No caso do método utilizando hidrólise ácida, como o nome já sugere, é feita a partir de ácidos, e no método enzimático, utiliza-se enzimas para proceder a quebra da celulose presente no bagaço.

Pode-se incluir também como em suas aplicações, madeira produzida a partir deste subproduto.

Existem alguns trabalhos sobre a degradabilidade de forragens amonizadas, para avaliar a eficiência da amonização, forragens essas utilizadas para a alimentação animal, além de novos produtos lançados ao mercado, como o fibrocimento, um cimento que utiliza o bagaço em sua composição a fim de reforça-lo, melhorando sua resistência.

Além destas, as fibras de bagaço também é utilizada no mercado de cosméticos, já sendo produzido em grande escala, sabonetes em barra esfoliantes e loção hidratante.

Para produção de milho hidropônico, o bagaço é utilizado como substrato, devido sua alta concentração de nutrientes, sendo o milho produzido totalmente puro em proteínas e nutrientes,

também utilizado para alimentação animal, e ainda, para produção de fibrocimento, papel e bioplástico.

2 Revisão de literatura

Segundo Silva *et al*., (2007) o bagaço de cana tem sido produzido cada vez em quantidades maiores devido ao aumento da área plantada e da industrialização da cana de açúcar, decorrentes principalmente de investimentos públicos e privados na produção alcooleira. A melhoria do balanço energético das antigas usinas e a entrada de atividade de um número cada vez maior de destilarias autônomas aumentou a porcentagem de sobras, consideravelmente. O bagaço de cana, o resíduo agroindustrial obtido em maior quantidade no Brasil. 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.

O bagaço é totalmente reaproveitado, enriquecendo a economia brasileira, em distintas áreas, desde a indústria de cosméticos até a produção de biocombustíveis.

2.1 Forragem

O bagaço de cana-de-açúcar é um dos subprodutos mais utilizados como fonte de alimento para os ruminantes, pois, além da grande quantidade produzida, sua disponibilidade ocorre exatamente no período de escassez de forragem. Entretanto, o bagaço de cana-de-açúcar apresenta restrição de uso na alimentação de bovin0os, pois pode reduzir o consumo total de matéria seca (VIRMOND, 2001).

Um dos efeitos da ação da amônia sobre a forragem é a desestruturação no complexo formado pelos componentes da fibra (celulose, hemicelulose e lignina), oferecendo aos microrganismos maior área de exposição e, consequentemente, aumentando o grau de utilização das diferentes frações de fibra (GARCIA e NEIVA, 1994).

A estimativa da degradabilidade de forragens amonizadas é considerada de suma importância, quando se pretende avaliar a eficiência da amonização. Tendo em vista que a

degradação e o consumo de forragens, geralmente, estão diretamente correlacionados, o conhecimento da extensão da degradabilidade de forragens submetidas à amonização permite a estimativa da ingestão voluntária desses alimentos pelos ruminantes (PAIVA *et al*., 1995).

2.2 Fibrocimento e concreto

No começo de 1970, esforços globais foram iniciados com legislações para remoção do amianto como reforço em uma grande gama de produtos. O mercado de fibrocimento é o maior usuário de amianto e, por este motivo, nesta classe de materiais de construção, novas alternativas de fibras para reforço estão sendo procuradas para a substituição do amianto (COUTTS, 2005).

Ao longo das últimas três décadas, pesquisas consideráveis têm sido executadas com o objetivo de encontrar uma fibra alternativa em substituição ao amianto em produtos de fibrocimento no Brasil (SAVASTANO JÚNIOR *et al*., 1999). Técnicas alternativas de produção e processamento dos compósitos também vêm sendo desenvolvidas pelo laboratório de construções e ambiência do departamento de Engenharia de Alimentos da FZEA – USP (DEVITO, 2003; SAVASTANO JÚNIOR *et al.,* 2002).

O reaproveitamento das cinzas geradas com a queima de bagaço de cana na produção de concreto no setor da construção civil poderá transformar o resíduo em mais um subproduto da cana, agregando resultados adicionais ao fluxo de caixa das usinas (UNICA, 2011).

A cinza gerada pela queima do bagaço de cana foi escolhida como alternativa viável principalmente pela grande quantidade produzida. O volume elevado é um dos requisitos básicos para um resíduo ser considerado como alternativa para a areia, já que ela é muito utilizada no dia-a-dia (UNICA, 2011).

Atualmente, de 100 a 120 milhões de toneladas de areia de rio são consumidas anualmente no Brasil. Em contrapartida, são produzidas cerca de quatro milhões de toneladas de cinza a partir do bagaço da cana. Portanto, do volume total, a cinza representaria 4% da areia. Isto significa que em 1 m³ de concreto, de acordo com nossas pesquisas, a cinza pode substituir até 50% da areia (UNICA, 2011).

As fibras do bagaço da cana também são utilizadas como reforço na produção de fibrocimento e a cinza, proveniente da queima do bagaço, substitui o cimento em massa em 30%.

A cinza apresenta grande concentração de sílica, que tem comportamento de cimento pozolânico. A cinza, em contato com a água e em conjunto com cimento, forma um composto aglomerante.

No trabalho foi comprovado através de diversos testes que o fibrocimento produzido com esses resíduos é viável. Ele também constatou que o produto feito com esta matéria-prima possui resistência mecânica similar ao produzido nas indústrias (REVISTA ABRIL, 2010).

2.3 Cogeração de energia

Uma tonelada de cana gera cerca de 320 kg de bagaço, do quais 90% são usados na produção de energia. A importância da cogeração de energia utilizando o bagaço reside no fato de que ela coincide com o período de seca dos reservatórios das usinas hidrelétricas e, dessa forma, possui importante caráter complementar (UNICA, 2011).

A capacidade de cogeração de energia com o bagaço, para produção de açúcar e álcool e exportação do excedente, é atualmente de 1650 MW ou 2% da demanda nacional. No entanto, o aproveitamento de todo potencial energético do bagaço está longe do ideal, muito por conta do uso apenas de parte da produção de bagaço e do desperdício de energia com as tecnologias intermediárias e obsoletas apresentadas pelas termoelétricas das usinas. O potencial de cogeração de energia para 2012, com aproveitamento de 50% do bagaço, é de 9 mil MW ou 8% da demanda nacional projetada (UNICA, 2011).

Hoje no Brasil existem mais de 450 usinas sucroalcooleiras operando. Em termos energéticos, a safra de 2009 foi equivalente a (65,4x106 toneladas equivalentes de Petróleo), mais da metade de todo o óleo e gás consumidos no país. Uma usina que processa 2 milhões de toneladas de cana por ano e que hoje gera 24GWh/ano para atender suas necessidades próprias poderá vender ao sistema até 300GWh/ano com tecnologia dominada no país. Estudos mostram que, embora os parâmetros econômicos variem muito de usina para usina, a energia elétrica por elas produzida é competitiva com a gerada em centrais a gás. As usinas têm como um fator importante à localização próxima às cargas, propiciando redução de custos de transmissão de distribuição (SOUZA, 2003).

2.4 Papel

O papel feito com o bagaço começou a ganhar espaço nas prateleiras das lojas especializadas e muitas indústrias brasileiras do setor de papéis já estão se especializando na fabricação de um produto de alta qualidade. Estudos preliminares apontaram que o bagaço de cana possui grande quantidade de fibras de alta qualidade, pureza elevada e biodegradabilidade, o que está tornando o papel 100% reciclável. A primeira empresa a fabricar este produto foi a Usina Alta Paulista, de Junqueirópolis (SP). Atualmente, o papel de cana tem as mais diversas utilidades, principalmente sendo aplicados como matéria-prima para a impressão de revistas, livros, e também como papéis de desenho. A empresa GCE Comércio Internacional de Papéis Ltda., é uma empresa que fabrica papéis ecológicos, sendo Ecoquality, uma de suas produções, o vencedor do Prêmio GreenBest 2012, está produzindo o papel de cana mais branco e, segundo nota da empresa, com preço semelhante ao papel feito com celulose, porque os custos de produção também são menores. Segundo a GCE, o ciclo de produção de papel de celulose gira em torno de 6 a 7 anos, pois este é o ciclo da madeira de reflorestamento, geralmente, o eucalipto. O papel de cana, leva em média, 18 meses, e exige menos produtos químicos nos processos de transformação e branqueamento das fibras (Revista Globo Rural, 2011).

2.5 Madeira

O bagaço de cana, que é um conjunto de fibras emaranhadas de celulose, tem sido produzido cada vez em maior quantidade devido ao aumento da área plantada e da industrialização da cana-de-açúcar, decorrentes principalmente de investimentos públicos e privados na produção alcooleira (MENDES *et al*., 2008 e 2010).

Atualmente, tal segmento utiliza basicamente a madeira de pinus e eucalipto. No entanto, várias alternativas estão sendo estudadas para a produção desses painéis, dentre as quais, o bagaço de cana é o que tem obtido maior destaque, devido principalmente à quantidade produzida e também em função das boas propriedades físico-mecânicas dos painéis produzidos (MENDES *et al*., 2008 e 2010).

Em questão da produção de painéis aglomerados, tal resíduo além de sofrer uma agregação de valor, poderá atender à crescente demanda da indústria de painéis de madeira, além

de possibilitar sua expansão, diminuir a utilização de madeira e consequentemente a pressão sobre as florestas, e ainda reduzir os custos de produção dos painéis, tornando- os ainda mais competitivos no cenário econômico (MENDES *et al*., 2008 e 2010).

2.6 Etanol de 2o geração

A produção de etanol a partir da cana-de-açúcar ocorre, atualmente, pela fermentação alcoólica da sacarose. Diante das perspectivas de se obter o etanol celulósico, o etanol obtido da sacarose, assim como o obtido a partir do amido de milho, nos EUA, tem sido chamado de etanol de primeira geração (BUCKERIDG, 2007).

O etanol de segunda geração é produzido a partir da biomassa vegetal, que é composta principalmente pela celulose, um polímero formado por cadeias de glicose. A quebra da celulose em moléculas simples de glicose permite a fermentação desse açúcar simples por microorganismos e subsequentemente produção de etanol (FAEG, 2012).

No entanto, para a produção do etanol celulósico, prevemos diversas etapas que podem ser claramente distinguidas: hidrólise química, enzimática e auto-hidrólise (BUCKERIDG, 2007).

Um dos principais problemas da produção do etanol de segunda geração é o chamado pré-tratamento, que tem a função de desestruturar a parede celular, deixando os compostos mais acessíveis aos tratamentos seguintes. O pré-tratamento irá variar conforme o tipo de biomassa utilizado, o que torna o processo bastante complexo. Hoje, o custo do pré-tratamento é um dos principais gargalos da produção de etanol de segunda geração (FAEG, 2012).

2.7 Cosméticos

Os derivados da celulose são utilizados na indústria farmacêutica e de cosméticos para produção de géis hidrofílicos, tendo um aumento na sua aplicação devido à sua fácil espalhabilidade e por não serem gordurosos, facilitando a adesão de pacientes ao veicularem ativos dessas indústrias. Esses géis têm vantagens quanto à toxicidade, biocompatibilidade,

biodegradabilidade, alta estabilidade e baixo custo, além de serem encontrados em abundância na natureza (LIMA NETO e PETROVIK, 1997).

Quando comparados aos géis obtidos por processo de polimerização, podemos dizer que as fibras vegetais e a cana-de-açúcar têm alto potencial (PUGLIA *et al*., 2003; ALVAREZ *et al*., 2004).

Desde meados do ano passado, é possível nutrir e hidratar a pele com sabonete esfoliante em barra, com base glicerinada, fabricado com bagaço e extrato vegetal de cana-de-açúcar. É que a empresa Aroma Tropical Cosméticos, de Sertãozinho, SP, lançou uma linha específica de produtos nesse segmento, a partir de pesquisas realizadas (REVISTA CANAVIALIS, 2009).

Os outros cosméticos feitos com o extrato vegetal são o sabonete líquido e a loção hidratante. O bagaço, que é usado exclusivamente no sabonete em barra, tem ação esfoliante. Para os três produtos, a Aroma Tropical desenvolveu uma fragrância suave, com cheiro característico da cana. Dessa forma, a empresa – que possui outros produtos – contextualizou a sua atuação no polo sucroenergético onde está inserida. A aceitação dessa linha de cosméticos, que tem o sabonete como carro-chefe, está sendo bastante positiva. É planejado inclusive o aumento da produção e a ampliação da quantidade de produtos que utilizam a cana-de-açúcar como matéria-prima (REVISTA CANAVIALIS, 2009).

A loção, os sabonetes em barra e líquido são disponibilizados também em embalagens produzidas a partir do bagaço de cana (REVISTA CANAVIALIS, 2009).

2.8 Substrato para hidroponia

A produção de forragem em hidroponia constitui alternativa para o uso em pequenas e médias propriedades com dificuldades para manter a produção de volumosos de forma regular ao longo do ano (AMORIM *et al*., 2000). Seu objetivo é suprir as necessidades nutricionais dos animais, principalmente durante épocas secas ou frias do ano, em que a baixo produção e a redução na qualidade da forragem das espécies nativas ficam aquém das exigências nutricionais (FAO, 2001).

A forragem hidropônica é composta por um conjunto de plantas jovens, com crescimento acelerado, ciclo curto de produção, e elevado rendimento de fitomassa fresca, cada m2 rende 10-20 kg, possuindo alto teor proteico e boa digestibilidade (FLORES, 2009).

De acordo com Nussio e Balsalobre (1993), o bagaço "in natura" é o principal subproduto, e, apesar de ser utilizado como fonte de energia nas usinas de álcool e açúcar, ainda apresenta excedente de milhões de toneladas anuais. Surgem então alternativas de uso desse resíduo, tanto na adubação orgânica, como na alimentação de ruminantes.

2.9 Bioplásticos

Os plásticos convencionais são produzidos, principalmente, a partir de matérias-primas provenientes do petróleo, um recurso natural não renovável. Inserido no contexto atual de preocupação crescente com o ambiente, tem-se o bioplástico, um material produzido a partir de matéria-prima renovável e que, quando descartado em condições que favorecem o processo de decomposição do mesmo, integra-se mais rápido à natureza do que os plásticos convencionais. No que se refere a estudos científicos, uma das descobertas mais recentes nessa área é o polímero polihidroxibutirato, que pode ser fabricado a partir do bagaço da cana-de-açúcar, espécie vegetal largamente cultivada e explorada não só na região de Jaboticabal como em todo o Brasil. Este polímero é obtido por meio da ação de bactérias que se alimentam do bagaço e formam dentro de si o polímero. O polihidroxibutirato pode ser usado na fabricação de vasos, colheres e sacolas plásticas, entre outros objetos (TELLES *et al.,* 2011).

3 Conclusões

Em vista do que foi apresentado, conclui-se que o bagaço derivado da produção de cana-de-açúcar tem uma ampla aplicação, sendo que na atualidade sua principal utilização é nas próprias usinas onde é gerado, na cogeração de energia elétrica, a fim suprir a energia gasta no processo, podendo haver a venda de excedentes produzidos.

Existem muitas linhas de pesquisa para utilização do bagaço para alimentação animal, com amonização da forragem, o que favorece a degradabilidade, e também como substrato para

hidroponia, como o milho hidropônico, usado para alimentação de gado, devido suas altas concentrações proteicas.

Na engenharia civil, possuem aplicações para tal subproduto, o uso das fibras como reforço e das cinzas de bagaço na substituição parcial do cimento, na produção de fibrocimento, e pesquisas mais avançadas indicam que a cinza do bagaço pode substituir a areia.

As aplicações para o bagaço são muitas, que vão desde a produção de materiais simples, como o plástico, mundialmente utilizado para embalagens e manuseios, principalmente de alimentos, até produtos mais sofisticados, como cremes hidratantes e esfoliantes para o corpo, incluindo o papel e madeira, que diminui a devastação de florestas nativas para o fornecimento de ambos.

O etanol de 2° geração, também é citado, sendo uns dos assuntos mais comentados na atualidade, por ser tal subproduto destinado para produção de biocombustível, diminuindo então emissões de gases do efeito estufa.

Além de suas diversas aplicações, o bagaço não afeta o meio ambiente, diferente da vinhaça, que pode alterar a funcionalidade do solo, causando problemas de infiltração aos lençóis freáticos.

Contudo, pode-se observar que independente da utilização que se é feita dessa matéria-prima, é possível constatar uma fonte de renda, que gera lucros e destina adequadamente um subproduto, que a poucos anos atrás era observado como lixo, deixando claro que melhor aplicação à qual será feita do bagaço fica por conta da conscientização em transformar o planeta em uma morada sustentável.

4 Referências

ALVAREZ, V.A.; TERENZI, A. **Melt rheological behavior of starch-based matrix composites reinforced with short sisal fibers.** Polym Eng Science, v.44, n.10, p.1907-1914, 2004.

AMORIM, A.C.; RESENDE, K.T.; MEDEIROS, A.N. **Produção de milho (Zea mays) para forragem, através de sistema hidropônico**. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA. A n a i s...Viçosa, MG: Sociedade Brasileira de Zootecnia, 2000.

BUCKERIDG, M.S.; SANTOS, W.D.; SOUZA, A.P. **As rotas para o etanol celulósico no Brasil.** Departamento de Botánica – IBUSP, 2007.

COUTTS, R.S.P. **A review of Australian research into natural fibre cement composites.** Cement & Concrete Composites, n.27, p.518-526, 2005.

DEVITO, R.A. **Estudos físicos e mecânicos de telhas de cimento de escória de alto-forno reforçados com fibras celulósicas residuais**. Dissertação (Mestrado: Escola de Engenharia de São Carlos). Universidade de São Paulo, São Carlos, p.63, 2003.

FAO (Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación). **Manual técnico forraje verde hidropónico**. Santiago, Chile, v.1, p.73, 2001.

FAEG (Federação da Agricultura e Pecuária de Goiás), **Etanol de segunda geração: nova possibilidade de combustível renovável**, 14/05/2012. Disponível em: <http://www.sistemafaeg.com.br/faeg/site/Noticia.do?vo.codigo=1401>. Acesso em: 03/07/2012.

FLORES, M. T. D. **Efeito da densidade de semeadura e da idade de colheita na produtividade e na composição bromatológica de milho (*Zea mays* L.)** Dissertação (Mestrado em Fitotecnia) – Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz" – ESALQ/USP, Piracicaba – SP, p.79, 2009.

GARCIA, R., NEIVA, J.N.M. **Utilização da amonização na melhoria da qualidade de volumosos para ruminantes.** In: SIMPÓSIO NORDESTINO DE ALIMENTAÇÃO DE RUMINANTES. Anais... Salvador: Sociedade Nordestina de Produção Animal, p.41-61, 1994.

LIMA NETO A.S.; PETROVICK P.R. **A celulose na farmácia**. Caderno Farmacêutico, v.13, n.1, p.19-23, 1997.

MENDES, R. F. **Utilização do bagaço de cana de alambique na produção de painéis aglomerados.** p.104 Monografia (graduação em Engenharia Florestal) – Universidade Federal de Lavras, 2008a.

MENDES, R. F. **Qualidade de painéis aglomerados produzidos na China utilizando bagaço de cana.** In: ENCONTRO BRASILEIRO EM MADEIRAS E EM ESTRUTURAS DE MADEIRA. Anais... Londrina, p.11, 2008.

MENDES, R. F.; MENDES, L. M.; ALMEIDA, N. F. **Associação de eucalipto e pinus na produção de painéis aglomerados de bagaço de cana**. In: ENCONTRO BRASILEIRO EM MADEIRAS E EM ESTRUTURAS DE MADEIRA. Anais… Lavras, p.12, 2010.

NUSSIO, L. G., BALSALOBRE, M. A. A. **Utilização de Resíduos Fibrosos da Industrialização da Cana-de-Açúcar na Alimentação de Bovinos**. In: SIMPOSIO SOBRE NUTRIÇÃO DE BOVINOS. Anais... Piracicaba: FEALQ, p.127,1993.

PAIVA, J.A.J., GARCIA, R., QUEIROZ, A.C. **Efeitos dos níveis de amônia anidra e períodos de amonização sobre teores de compostos nitrogenados e retenção de nitrogênio na palhada de milho (Zea mays L.).** Revista Sociedade Brasileira Zootecnia, v.24, n·5, p.672-682, 1995.

PUGLIA, D.; TOMASSUCCI, A.; KENNY, J.M. **Processing, properties and stability of biodegradable composites based on MaterBi-(R) and cellulose fibres.** Polymer Advanced Technology, v.14, n.12, p.749-756, 2003.

REVISTA ABRIL, **Bagaço de cana-de-açúcar é reaproveitado para a fabricação de cimento.** 15/12/2010. Disponível em: < http://exame.abril.com.br/economia/meio-ambiente-e-energia/noticias/bagaco-da-cana-de-acucar-e-reaproveitado-para-a-fabricacao-de-cimento>. Acesso em: 05/07/2012.

REVISTA CANAVIALIS, **Cana é usada na fabricação de cosméticos.** 03/2009. Disponível em: < http://www.canavialis.com.br/noticias/Jornal_Cana_marco_abril_2009.pdf>. Acesso em: 01/07/2012.

REVISTA GLOBO RURAL, **Bagaço de cana produz papel biodegradável.** 16/12/2011. Disponível em:< http://revistagloborural.globo.com/Revista/Common/0,,EMI281184-18080,00-BAGACO+DE+CANA+PRODUZ+PAPEL+BIODEGRADAVEL.html>. Acesso em: 09/03/2012.

SAVASTANO JÚNIOR, H.; AGOPYAN, V.; NOLASCO, A.M.; PIMENTEL, L. **Plant fibre reinforced cement components for roofing.** Construction and Building Materials, Kidlington, v. 13, n. 8, p. 433-438,1999.

SAVASTANO JÚNIOR, H.; JOHN, V.M.; AGOPYAN, V.; CINCOTTO, M.A. **Recycling agricultural and industrial residues as cement-based building materials.** In: International Symposium on Concrete for a sustainable agriculture: agriculture, aquaculture and communities applications. Proceedings... Ghent: Ghent University & Agricultural Research Center, p.251-258, 2002.

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, v.2, p.27-32, 2007.

SOUZA, Z. J. **Geração de energia elétrica excedente no setor sucroalcooleiro: entraves estruturais e custos de transação.** Tese (Doutorado em Engenharia da Produção) Departamento da Engenharia da Produção- UFSCAR - São Carlos, SP, p.163, 2003.

TELLES, M.R.; SARAN, L.M.; UNÊDA-TREVISOLLI, S.H. **Produção, propriedades e aplicações de bioplástico obtido a partir da cana-de-açúcar.** Revista Ciência e Tecnologia: FATEC-JB, v.2, n.1, p.52-63, 2011.

UNICA, União da Indústria de Cana-de-Açúcar. **Bagaço de cana pode ganhar valor substituindo areia na construção civil**. 04/02/2011. Disponível em: <http://www.unica.com.br/noticias/show.asp?nwsCode=%7B4E794FD3-7EC2-403C-A66D-325016046000%7D>. Acesso em: 09/03/2012

VIRMOND, M. **Avaliação do bagaço de cana tratado com diferentes agentes químicos através de jogos da cinética ruminal e ensaios de degradabilidade.** Pirassununga: Faculdade de Zootecnia e Engenharia de Alimentos. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) – Universidade de São Paulo, p.82, 2001.