

ALTERNATIVA DE UTILIZAÇÃO SUSTENTÁVEL DO RESÍDUO CINZA, ORIUNDA DA QUEIMA DO BAGAÇO DA CANA-DE-AÇÚCAR, INCORPORANDO- A AO CONCRETO COMO AGREGADO

Maria Aparecida Garcia Tommaselli (UFGD)

mariamachado@ufgd.edu.br

Alisson Viana Lima (UFGD)

ligero_10@hotmail.com

Egidio Renostro Tsuji (UFGD)

tsujiengprod@gmail.com

Carlos Alberto Chuba Machado (UEMS)

carloschuba@gmail.com

Aguinaldo Lenine Alves (UEMS)

lenine@uems.br



O crescimento em escala das usinas produtoras de açúcar e álcool, bem como a utilização do bagaço da cana para co-geração de energias utilizadas em vários setores produtivos, contribui para o crescente aumento da quantidade de resíduos gerados no processo, sem um fim racional. No entanto, em dias atuais, muitas alternativas estão sendo procuradas para a redução da poluição causada ao meio ambiente por esses resíduos, através da criação de processos de reciclagem e reaproveitamento, no intuito de gerar renda e emprego aos setores envolvidos. Neste sentido, o presente trabalho tem o objetivo de alertar para o problema oriundo da utilização do bagaço da cana como fonte de geração de energia, enfatizando a utilização da cinza, apontando uma alternativa sustentável para o descarte deste resíduo: o uso deste em substituição ao agregado no concreto.

Palavras-chaves: Resíduos, cinza, cana-de-açúcar, concreto

1. Introdução

A indústria açucareira, no Brasil, remonta do século XVI, embora o açúcar já fosse produzido desde a Colônia. A cultura de cana-de-açúcar cresceu a partir da década de 1970, com o advento do Proálcool - programa do governo que substituiu parte do consumo de gasolina por etanol, obtido a partir da cana-de-açúcar - sendo pioneiro no uso, em larga escala, deste como combustível automotivo, que deveria suprir o país de um combustível alternativo e menos poluente comparado aos derivados do petróleo.

Apesar do açúcar ser um produto centenário deste setor e do álcool incorporado na década de 70, as usinas aumentam ano a ano o seu leque de produtos, viabilizando assim o seu portfólio de produtos rentáveis.

A busca por alternativas de utilização de resíduos industriais tornando-os apenas subprodutos e ainda agregar valor, tornou-se uma busca incessante de todas as cadeias produtivas. Buscas por processos de sustentabilidades e aumento dos ganhos, faz com que produtos antes considerados problemas passem hoje a ser fontes de renda consideráveis para todas as empresas (CHUBA et al., 2010; TOMMASELLI, 2009).

Podemos citar como exemplo o bagaço da cana que a décadas atrás era considerado um problema ambiental, pois uma das únicas vantagens comercial era o destino para alimentação de animais em confinamento, porém sem valor nutricional, contudo utilizado em pequena escala frente aos volumes que se formavam nos depósitos das usinas.

Cenário este, que hoje praticamente não existe. Este resíduo passou a ser uma importante fonte de geração de renda e energia elétrica. Visto que, passou a ser queimado com o intuito de produzir energia ao ponto de ser hoje uma importante fonte de renda. Contudo, com a queima outros resíduos passaram a ser gerados, como os gases lançados pela combustão e as cinzas geradas que se avolumam nos pátios das usinas.

O objetivo deste trabalho é alertar aos problemas oriundos da utilização do bagaço da cana como fonte de geração de energia elétrica, principalmente ao destino da cinza, mostrando alternativas sustentáveis para o descarte deste resíduo.

2. O Agronegócio na Indústria Sucroalcooleira

O setor energético no Brasil vem sofrendo diversas mudanças, como a tentativa de se retomar projetos que levem em conta o meio ambiente e o mercado de trabalho. Tendo-se como referência a Convenção-Quadro das Nações Unidas sobre Mudança do Clima, o governo brasileiro tem mostrado interesse em manter e reativar o Programa Nacional do Álcool (Proálcool), dado que o álcool combustível exerce um importante papel na estratégia energética para um desenvolvimento sustentável. Passados 30 anos da criação do Proálcool, o álcool de cana-de-açúcar está em pauta novamente, pois também atende a atual necessidade de reduzir as emissões de gases poluentes, previstas no Protocolo de Quioto. Desprezado durante anos, o álcool combustível ganhou status de "ouro branco". Ao lado do açúcar, transformou-se numa das maiores apostas econômicas do País e tem atraído investimentos de diversos ramos empresariais, inclusive das multinacionais, principalmente das gigantes do agronegócio, líderes mundiais de commodities, provocando uma revolução no setor sucroalcooleiro. O álcool é um combustível renovável, apresentando vantagem em relação à gasolina, principalmente ambiental, contribuindo para a redução da emissão dos gases de efeito estufa; colaborando para a oferta de eletricidade por meio da co-geração a partir do bagaço de cana, atenuando os impactos decorrentes do aumento da geração termelétrica

(BIODIESELBR, 2010).

A produção de açúcar e álcool a partir da cana-de-açúcar ostenta uma posição de destaque no cenário do agronegócio brasileiro. O Brasil é o maior produtor e exportador mundial de açúcar e álcool, apresentando taxas de produtividade da cana-de-açúcar que não é superada por nenhuma outra cultura. Em paralelo com essa potência de produção, a indústria sucroalcooleira nacional é, atualmente, a mais competitiva de todo o mundo. A forte competitividade nacional é resultante de uma indústria consolidada de base, detendo o conhecimento das máquinas e equipamentos utilizados na produção, que por outro lado aprimora o cultivo e a produtividade da cana para produção de açúcar e álcool. Convém ressaltar que esses equipamentos e bens de produção são um dos principais mercados do aço, formando uma cadeia que vai desde o produto agrícola final (açúcar e álcool) até a indústria siderúrgica (SIDERURGIA BRASIL, 2011). O agronegócio sucroalcooleiro no Brasil movimentava aproximadamente cinquenta bilhões de reais anualmente, que representa cerca de 1,5% do PIB brasileiro e, não obstante, gera 3,6 milhões de empregos diretos e indiretos e inclui, juntamente, cerca de 72 mil agricultores de todo o país (PORTAL MS, 2011).

A produção de açúcar e álcool é integrada, e são confeccionados em unidades produtoras que produzem os dois produtos simultaneamente. Essa sinergia acarreta em menores custos industriais quando comparado a condições contrárias (AGRO ANALYSIS, 2011).

Os baixos custos da produção nacional de açúcar, que é uma típica commodity agrícola, aliados a alta produtividade, ocasionam fortes vantagens em relação aos concorrentes. No caso do álcool as vantagens são ainda maiores, devido ao fato de ainda não se tratar de uma commodity, proporcionando facilidade para o país colocar o produto no mercado internacional, aliado ao fato do álcool ser um combustível limpo e do futuro, aumentando ainda mais a sua demanda (SIDERURGIA BRASIL, 2011). O custo de produção por litro de etanol está por volta de 0,22 dólar, mas esse baixo custo é proporcionado por certas práticas que não agregam valores intangíveis como uma exploração intensa da mão-de-obra, nas apropriações de terras, nos preços das terras e outros aspectos, sem mencionar os grandes riscos ambientais. Contribuindo para este fator o aumento de fusões e aquisições de grupos nacionais e internacionais relacionados ao setor. Fato observado no intervalo dos anos 2000 a 2004 em que, reforçando a centralização de capitais, houve cerca de 35 operações de fusões e aquisições neste setor (PORTAL MS, 2011).

É importante destacar que o desenvolvimento de carros com motores *flex-fuel* tenha sido uma das mais importantes inovações tecnológicas na indústria automotiva brasileira. Tal inovação proporcionou aos novos veículos a capacidade de consumir qualquer proporção de gasolina que contenha etanol hidratado e etanol anidro em sua composição (AGRO ANALYSIS, 2011). Um mercado em extinção que ressurgiu em uma forma moderna e amigável ao consumidor, pelo fato do poder de escolha entre combustíveis que possuem variação de preço (SIDERURGIA BRASIL, 2011).

Toda essa diversificação deve proporcionar boas condições de sustentabilidade à indústria sucroalcooleira. Mesmo sendo desenvolvida ainda não está otimizada. À medida que inovações tecnológicas forem sendo criadas e implementadas, trarão mais economia e contribuirão para o maior aproveitamento de resíduos para uso racional e maior competitividade em relação aos meios tradicionais (AGRO ANALYSIS, 2011).

Se por um lado é notável que o Brasil se transformou no maior produtor de açúcar e álcool do mundo, por outro é óbvio o grande desafio referente a expansão dos territórios destinados à plantação canavieira em contrapartida aos impactos ambientais. Muitos questionamentos são fomentados a respeito da viabilidade do agronegócio no país, devido à ocorrência de

acentuados acontecimentos ambientais e sócio-econômicos com alcance mundial e local (MAGALHÃES & NASCIMENTO, 2009).

Sendo assim, percebe-se a importância do desenvolvimento de uma política e consciência sustentável afim de minimizar ou evitar quaisquer danos e impactos prejudiciais ao meio ambiente, sendo este, o elemento principal para a produção de cana-de-açúcar e, não obstante, a base a que depende todo o agronegócio sucroalcooleiro.

3. A Cana-de-açúcar e seus Resíduos

A área de cana-de-açúcar colhida destinada à atividade sucroalcooleira em 2011, está estimada em 8,17 milhões de hectares distribuídos em todos os estados produtores. Tendo em destaque os Estados de São Paulo (53,6%), Minas Gerais (8,65%), Paraná (7,51%), Goiás (7,34%), Alagoas (5,37%), Mato Grosso do Sul (4,92%) e Pernambuco (4,21%). Os demais estados possuem áreas menores, mas com bons índices de produtividade. A previsão do total de cana-de-açúcar que será moída em 2011 é de 651,51 milhões de toneladas (CONAB, 2011).

O Estado do Mato Grosso do Sul entrou competitivamente para o cenário produtor a menos de uma década, possui hoje vinte e uma usinas em operação e mais três que devem entrar em operação em 2011. Um levantamento feito pela Companhia Nacional de Abastecimento (Conab) mostra que Mato Grosso do Sul é o terceiro estado que mais aumentou a produção na safra 2010/2011. Foram 47,4% a mais, passando de 23,3 milhões/toneladas para 34,3 milhões/toneladas. A área de cana-de-açúcar plantada no estado chega a 400 mil hectares e mais 6 milhões de hectares podem ser destinados a essa cultura (UDOP, 2011).

Embora o avanço destas agroindústrias no Estado de Mato Grosso do Sul promova um aumento na sua capacidade de produção, os riscos ao meio ambiente são inevitáveis. Solo e rios podem ser atingidos por poluentes, como a água alcalina utilizada na lavagem da cana, anti-corrosivos e detergentes aplicados nos equipamentos das instalações. Além disso, a monocultura da cana pode alterar grandes áreas de Cerrado, comprometendo a biodiversidade e desfigurando o entorno do Pantanal, região considerada Patrimônio da Humanidade pela Unesco (ECOINFORME, 2011).

A localização geográfica do estado de Mato Grosso do Sul, na faixa do trópico de Capricórnio, favorece a plantação de espécies gramíneas, entre elas a cana-de-açúcar. A alta incidência solar durante boa parte do ano, a regularidade nas precipitações pluviais, a facilidade da mecanização do solo conjugado com a característica física e a farta disponibilidade de terra devido à baixa densidade demográfica e sua proximidade com o estado de São Paulo estão propiciando uma expansão sem precedentes da cana-de-açúcar (TURDERA, 2009).

A fabricação de açúcar e álcool compreende as etapas de colheita e transporte da cana até a usina, lavagem e processamento. O processo difere a partir da extração do caldo da cana, que é tratado para produzir açúcar e/ou fermentado para a produção de álcool (MOREIRA & GOLDEMBERG, 1999). Os principais subprodutos da indústria sucroalcooleira, são: folhas e pontas, água de lavagem, bagaço, torta de filtro, leveduras e vinhaça. A água usada na lavagem da cana antes da moagem pode ser reaproveitada na produção de biogás e na fertirrigação. O bagaço é empregado na produção de energia (vapor/eletricidade), combustível (natural, briquetado, peletizado, enfardado), hidrólise (rações, furfural, lignina), polpa de papel, celulose e aglomerados. As folhas e pontas, além das mesmas aplicações do bagaço, podem ser utilizadas como forragem. A vinhaça ou vinhoto é utilizada como fertilizante na adubação dos canaviais. Por fim, a torta de filtro, subproduto do processo de clarificação do

caldo na fabricação do açúcar, e a levedura, obtida após a fermentação do caldo, são também empregadas na adubação (CORDEIRO, 2006).

Das utilizações dos subprodutos, merece destaque a geração de energia elétrica através da queima do bagaço. O emprego deste resíduo é atrativo, principalmente, devido aos grandes montantes de cana-de-açúcar processados dentro do setor sucroalcooleiro e ao seu poder calorífico inferior (PCI) médio de 7,74 MJ/kg (1850 kcal/kg), com umidade de 50% (COELHO, 1999). A quantidade de bagaço produzido depende do teor de fibra da cana processada, apresentando, em média, 46% de fibra e 50% de umidade, resultando, aproximadamente, em 260 quilos de bagaço por tonelada de cana processada (CORTEZ et al., 1992). Pela proporção em que é produzido e devido à sua composição, o bagaço constitui-se em um dos mais importantes subprodutos para a indústria sucroalcooleira. Suas principais aplicações são: combustível para caldeira, produção de celulose e na alimentação de gado confinado (MUNDO DA CANA, 2011).

De acordo com a Agência Nacional de Energia Elétrica (ANEEL, 2005), o bagaço de cana é o recurso de maior potencial de energia elétrica no país. A co-geração com bagaço de cana-de-açúcar produz substancial liberação de carbono na forma de CO₂. Entretanto, o balanço nas emissões de CO₂ é praticamente nulo, pois, é recuperado através da fotossíntese, já que as emissões da queima da biomassa nas caldeiras são fixadas novamente no ciclo seguinte da cultura da cana.

4. A Cinza

A queima do bagaço de cana-de-açúcar, que é um subproduto, induz à geração de cinzas, introduzindo mais um resíduo na cadeia produtiva. Como a quantidade de bagaço queimado nas caldeiras são enormes, a quantidade de cinzas que são geradas é alarmante. Uma parte dessa cinza volta para o solo dos canaviais como forma de adubo, apesar de que parem dúvidas a respeito dessa prática em razão da presença de alguns metais pesados na composição da cinza que podem contaminar o solo e lençóis freáticos, e, igualmente, por ser um componente pobre em nutrientes e de difícil deterioração. No entanto, não possuindo outra forma de utilização, a maior parte desse resíduo é destinada aos aterros sanitários. (PESQUISA ONLINE FAPESP, 2010).

As características da cinza são influenciadas pelas condições de queima do bagaço. O bagaço possui boa ignição apesar de normalmente apresentar um elevado teor de umidade. Isto se deve ao alto teor de materiais voláteis presentes neste resíduo, da ordem de 87% em base seca, representando cerca de 78% do poder calorífico e consomem aproximadamente 74% do ar de combustão (PELLEGRINI, 2002).

A umidade do bagaço que alimenta as caldeiras interfere diretamente no rendimento da combustão e nas características da cinza gerada. De acordo com Coelho (1999), para um teor de umidade de 50% a temperatura de ignição do bagaço está entre 500°C e 600°C, faixa que cai para 300°C a 400°C quando a umidade encontra-se entre 35% e 40%. A temperatura da chama também é sensível à umidade e seu valor varia normalmente entre 850°C e 920°C com 50% umidade, mas pode alcançar valores acima de 1000°C quando a umidade é inferior a 35%. A cinza do bagaço apresenta, em termos de óxidos, uma grande quantidade de dióxido de silício, normalmente acima de 60% (em massa). O silício é absorvido do solo pelas raízes na forma de ácido monossílico (H₄SiO₄) e, após a saída da água das plantas por transpiração, deposita-se na parede externa das células da epiderme como sílica gel. O acúmulo de silício entre a cutícula e a parede das células da epiderme funciona como uma barreira física à penetração de fungos patogênicos e reduz as perdas de água por transpiração (BARBOZA FILHO & PRABHU, 2002). Outra possível fonte de sílica para a cinza é a areia (quartzo),

oriunda da lavoura, que não é totalmente removida durante a etapa de lavagem no processamento da cana-de-açúcar (CORDEIRO, 2006).

Para cada tonelada de bagaço incinerado, são gerados por volta de 25 quilos de cinzas (PESQUISA ONLINE FAPESP, 2010). Considerando que a produção de cana-de-açúcar no Brasil na safra 2010/2011 foi de aproximadamente 625 milhões de toneladas (PORTAL DO AGRONEGOCIO, 2011), e cerca de 90% do bagaço foi aproveitado como combustível nas caldeiras (MAUÉS, 2007), pode-se estimar que foram produzidas cerca de 4 milhões de toneladas de cinza residual que não possui um fim racional.

5. A Aplicação da Cinza

O emprego das cinzas como fertilizante e a estocagem de grandes quantidades deste resíduo sem destino próprio tem motivado a busca por aplicações que possam agregar maior valor ao subproduto, dentre as quais se destaca o emprego como aditivo mineral em sistemas cimentícios ou até mesmo a substituição do agregado miúdo em argamassas (CORDEIRO, 2006; TOMMASELLI, 2009). O estudo sobre o emprego da cinza residual do bagaço como aditivo mineral ainda é incipiente. Contudo, pesquisas apontam para a viabilidade do uso da cinza em conjunto com o cimento Portland (CORDEIRO, 2006).

A influência da substituição de cimento Portland por cinza do bagaço na resistência à compressão de argamassas foi verificada por Freitas et al. (1998). Para tal, utilizou-se uma cinza residual classificada na peneira de 75 μm em argamassas (1:3) com relação água-material cimentício de 0,48. Misturas com teores de substituição de 5%, 10%, 15% e 20% foram confeccionadas, além da argamassa de controle, composta exclusivamente por cimento Portland como material cimentício. A mistura com 15% de cinza do bagaço apresentou os melhores resultados de resistência à compressão até os 63 dias de cura. Os valores de resistência obtidos para as misturas com os demais teores de substituição não apresentaram diferenças significativas entre si e com relação à argamassa de controle.

Martirena Hernández et al. (1998) investigaram, através de técnicas de difração de raios X, termogravimetria e microscopia eletrônica de varredura, as reações em pasta composta de cinza do bagaço e hidróxido de cálcio (30% de cinza e 70% de $\text{Ca}(\text{OH})_2$), com relação água-aglomerante de 0,47. Os resultados indicaram consumo de $\text{Ca}(\text{OH})_2$ no tempo e presença de silicato de cálcio hidratado (C-S-H) como principal produto formado nas reações pozolânicas. Os autores ressaltaram que a alta temperatura e a combustão incompleta nas caldeiras reduziram a reatividade da cinza em função do elevado teor de carbono e da presença da sílica em estado estrutural cristalino.

Segundo pesquisa realizada substituindo o agregado miúdo (areia) pela cinza residual em argamassa e concreto, indica que esse resíduo poderá ter um destino ambientalmente adequado e se transformar num importante insumo na fabricação de argamassa e concreto para uso na construção civil (PESQUISA ONLINE FAPESP, 2010). Nas análises com argamassas, as amostras confeccionadas com 20 e 30% de cinza em substituição a areia obtiveram valores de resistência à compressão maiores que os exemplares de referência que são produzidos somente com areia comum. Isso indica que a cinza do bagaço da cana-de-açúcar como um substituto da areia natural é uma alternativa tecnicamente viável para a produção de componentes de infra-estrutura urbana (SALES et al., 2010).

Com isso, há duplo ganho ambiental, na diminuição da extração da areia dos leitos dos rios e a diminuição da necessidade de aterros sanitários para dispor as cinzas. Atualmente, de 100 a 120 milhões de toneladas de areia de rio são consumidas anualmente no Brasil. Em contrapartida, são produzidas cerca de 4 milhões de toneladas de cinza a partir do bagaço da

cana. Portanto, do volume total, a cinza representaria 4% da areia. De acordo com as pesquisas, para cada metro cúbico de concreto a cinza poderá substituir até 50% da areia (UDOP, 2011). Se for comercializado, o novo concreto deverá ser 10% a 12% mais barato, devido ao baixo custo da cinza de cana-de-açúcar e a diminuição do volume de cimento no concreto (PINIWEB, 2010). Em um primeiro momento a aplicação do novo produto seria destinada à infraestrutura urbana, como calçadas e sarjetas, pois para um novo material alternativo é necessário um processo de validação para proteger o consumidor (UDOP, 2011).

6. Conclusão

Considerando que a área plantada no Mato Grosso do sul está em plena expansão, com uma produção de cana-de-açúcar na safra 2010/2011 de 34 milhões de toneladas, levando em conta que a maioria das pesquisas utilizam cinzas oriundas de condições de clima e solo do Estado de São Paulo, o que diferencia das condições de Mato Grosso do sul e que a maioria das novas usinas instaladas no Estado são equipadas com caldeiras para co-geração de energia a partir do bagaço. Considerando que para cada tonelada de bagaço são gerados vinte e cinco quilos de cinzas (PESQUISA ONLINE FAPESP, 2010), e se considerarmos ainda os mesmos percentuais de utilização descrito por Maués (2007) de noventa por cento de todo bagaço gerado destina-se a queima em caldeiras, podemos estimar que a produção para safra 2010/2011 de cinzas será cerca de 200 mil toneladas em Mato Grosso do Sul, se considerarmos o acúmulo das safras passadas este número torna-se ainda mais expressivo.

Esta cinza no entanto está sendo na sua maioria pulverizada nas terras, instalando um problema no Estado. Oriundo de poucos estudos prévios para as condições do Mato Grosso do Sul, devido as diferentes composições dos tipos de solos, o que ocasionam diferenças na composição química da cinza.

Considerando os aspectos colocados quanto à estimativa da quantidade de cinza a ser produzida pelas usinas de cana-de-açúcar, no Mato Grosso do Sul, torna-se preocupante o destino deste resíduo. Uma das formas em estudo (TOMMASELLI, 2009) na reciclagem da cinza do bagaço da cana-de-açúcar é a utilização desta como agregado miúdo, na confecção de argamassa (microconcreto) em substituição a areia, resolvendo problemas de duas cadeias produtivas importantes, a da extração de areia empregada na construção civil, diminuindo a retirada de areia dos rios que por sua vez causa assoreamento das margens, degradando o ecossistema local. A outra, é reduzir o volume de resíduos destinados a aterros sanitários ou como adubo nas terras dos canaviais, reduzindo custos, conseqüentemente diminuindo os riscos de contaminação do meio ambiente. Dessa forma, as usinas de cana-de-açúcar ao fornecer as cinzas, além de resolver parte de seu problema com estocagem desse resíduo, que ocupa grandes espaços no pátio e despesas com transporte para descarte, dará assim um fim racional a esse subproduto contribuindo para a sustentabilidade de sua cadeia.

Os estudos ainda que incipientes, do uso de cinza residual do bagaço como aditivo mineral em sistemas cimentícios ou substituição do agregado miúdo em argamassas, demonstram-se promissoras podendo ter um vasto campo de aplicação, para projeções mais otimistas e atingir uma viabilidade do uso da cinza deixando de ser resíduo e virar subproduto com valor agregado.

Com o intuito de que toda a cadeia de produção de um seguimento importante para o país como é o de bicomustível (álcool), de procedência renovável e com vantagens como os gases emitidos serem menos danosos que os de procedências petrolíferas, faz com que a totalidade de seus resíduos devam ter um destino sustentável agregando assim valor em cada elo de sua cadeia produtiva e/ou minimizar os impactos.

7. Agradecimentos

À Fundação de Apoio ao Desenvolvimento do Ensino, Ciência e Tecnologia do Estado do Mato Grosso do Sul - FUNDECT, pelo apoio financeiro concedido para o desenvolvimento e divulgação desta pesquisa. À Universidade Federal da Grande Dourados - UFGD e à Universidade Estadual de Mato Grosso do Sul - UEMS.

8. Referências

AGRO ANALYSIS – A Revista de Agronegócios da FGV. *A indústria também é flex*, 2011. On line: Disponível na Internet via WWW. URL: http://www.agroanalysis.com.br/materia_detalhe.php?idMateria=809. Consultado em 12 de abril de 2011.

ANEEL - Agência Nacional de Energia Elétrica. *Atlas de energia elétrica do Brasil*, 2 ed. Brasília: ANEEL, 243 p, 2005.

BARBOZA FILHO, M. P. & PRABHU, A. S. *Aplicação de silicato de cálcio na cultura do arroz – Circular Técnica 51*, Santo Antônio de Goiás: EMBRAPA, 4 p, 2002.

BIODIESELBR. PROÁLCOOL - Programa Brasileiro de Álcool, 2010. On line: Disponível na Internet via WWW. URL: <http://www.biodieselbr.com/proalcool/pro-alcool.htm>. Consultado em 12 de abril de 2011.

CHUBA, C. A. M.; ARGANDONA, E. J. S.; HOMEM, G. R.; TOMMASELLI, M. A. G. *Modelo de Viabilização da Produção do Consórcio: Macaúba (Acrocomia Aculeata) e Cana-De-Açúcar (Saccharum Officinarum)*. In: XXX Encontro Nacional de Engenharia de Produção. ENEGEP, São Carlos, 11p, 2010.

COELHO, S. T. *Mecanismos para implementação da co-geração de eletricidade a partir de biomassa. Um modelo para o Estado de São Paulo*. Tese de D.Sc., Universidade de São Paulo, São Paulo, SP, Brasil, 200 p, 1999.

CONAB – Companhia Nacional de Abastecimento. *3º Levantamento cana-de-açúcar Safra - 2010/2011*, 2011. On line: Disponível na internet via WWW. URL: <http://www.conab.gov.br/conteudos.php?a=1253&t=2>. Consultado em 10 de fevereiro de 2011.

CORDEIRO, G. C. *Utilização de Cinzas Ultrafinas do Bagaço de Cana-de-açúcar e da Casca de Arroz como Aditivos Minerias em Concreto*. Tese de Doutorado, COPPE/UFRJ, Rio de Janeiro, RJ, Brasil, 445 p, 2006.

CORTEZ, L., MAGALHÃES, P., HAPP, J. “Principais subprodutos da agroindústria canavieira e sua valorização”, *Revista Brasileira de Energia*, v. 2, n. 2, pp. 12-18, 1992.

ECOINFORME - Agência de Informação do Meio Ambiente. *Governo do Mato Grosso do Sul quer liberar usinas perto do Pantanal*, 2011. On line: Disponível na Internet via WWW. URL: http://www.ecoinforme.com.br/main_noticia.asp?id_noticia=726&id_tipo_noticia=4&id_secao=106. Consultado em 11 de fevereiro de 2011.

FREITAS, E. G. A., RODRIGUES, E. H. V., ARAÚJO, R. C. L., FAY, L. “Efeito da adição de cinzas de bagaço de cana na resistência à compressão de argamassa normal”, In: XXVII Congresso Brasileiro de Engenharia Agrícola, v. 4, Poços de Caldas, Brasil, pp. 219-221, 1998.

MAGALHÃES, D. C. & NASCIMENTO, H. S. *O agronegócio sucroalcooleiro à luz do desenvolvimento sustentável e do direito*. Revista multidisciplinar da uniesp, São Paulo, v. 1, n 8, p. 5-6, 2009.

MARTIRENA HERNÁNDEZ, J. F. M., MIDDEENDORF, B., GEHRKE, M., BUDELMANN, H. “Use of wastes of the sugar industry as pozzolana in lime-pozzolana binders: study of the reaction”, *Cement and Concrete Research*, v. 28, n. 11, pp. 1525-1536, 1998.

MAUÉS, J. A. *Maximização da geração elétrica a partir do bagaço e palha em usina de açúcar e álcool*. Revista Engenharia, Brasil, n. 583, p. 88-95, 2007.

MOREIRA, J. R. & GOLDEMBERG, J. “The alcohol program”, *Energy Policy*, v. 27, n. 4, pp. 229-245, 1999.

MUNDO DA CANA. *Tecnologia de Subprodutos*. On line: Disponível na internet via WWW. URL: <http://www.mundodacana.blogspot.com/2009/07/terca-feira-28-de-julho-de-2009.html>. Consultado em 19 de abril de 2011.

PELLEGRINI, M. C. *Inserção de centrais cogeneradoras a bagaço de cana no parque energético do Estado de São Paulo: exemplo de aplicação de metodologia para análise dos aspectos locais e de integração*

energética. Dissertação M.Sc., Universidade de São Paulo, São Paulo, SP, Brasil, 178 p, 2002.

PESQUISA ONLINE FAPESP. *Concreto feito de cinzas*, 2010. On line: Disponível na internet via WWW. URL: <http://revistapesquisa.fapesp.br/?art=4130&bd=1&pg=1&lg>. Consultado em 11 de fevereiro de 2011.

PINI WEB. *Pesquisadores da UFSCar substituem areia por cinza de cana-de-açúcar na produção de concreto*, 2010. On line: Disponível na internet via WWW. URL: <http://www.piniweb.com.br/construcao/tecnologia-materiais/pesquisadores-da-ufscar-substituem-areia-por-cinza-de-cana-de-acucar-na-185258-1.asp>. Consultado em 12 de fevereiro de 2011.

PORTAL DO AGRONEGOCIO. *Safra 2010/2011 de cana é recorde*, 2011. On line: Disponível na internet via WWW. URL: <http://www.portaldoagronegocio.com.br/conteudo.php?id=48604>. Consultado em 12 de fevereiro de 2011.

PORTAL MS. *O agronegócio sucroalcooleiro e sua expressão no Brasil*, 2011. On line: Disponível na Internet via WWW. URL: <http://www.portalms.com.br/noticias/detalhe.asp?cod=6673>. Consultado em 18 de abril de 2011.

SALES, A., LIMA, A. S., ALMEIDA, R. C. F., MORETTI, P. J. *Considerações ambientais e proposta de aproveitamento da cinza do bagaço da cana-de-açúcar para uso na infraestrutura urbana*. Anais do 4º Congresso Luso-Brasileiro para o Planejamento Urbano, Regional, Integrado, Sustentável. PLURIS, Faro, 12 p, 2010.

SIDERURGIA BRASIL. *A indústria sucroalcooleira nacional vislumbra um horizonte extremamente favorável, tanto no mercado interno quanto no externo*, 2011. On line: Disponível na Internet via WWW. URL: <http://www.siderurgiabrasil.com.br/novosb/component/content/article/106-materias22/679-setor-mais-promissor-agronegocio>. Consultado em 12 de abril de 2011.

TOMMASELLI, M. A G. *“Durabilidade de microconcretos produzidos com cinza do bagaço da cana em substituição ao agregado miúdo*. Projeto aprovado chamada FUNDECT/CNPq N° 08/2009-PROCESSO N°: 23/200.093/2010.

TURDERA, E. M. V. *“O potencial da bioeletricidade no Mato Grosso do Sul”*, In: THE 8th LATIN-AMERICAN CONGRESS ON ELECTRICITY GENERATION AND TRANSMISSION. CLAGTEE, 2009.

UDOP - União dos Produtores de Bioenergia. *Pesquisa aproveita bagaço da cana na construção civil*, 2011. On line: Disponível na internet via WWW. URL: <http://www.udop.com.br/index.php?cod=1072564&item=noticias>. Consultado em 12 de fevereiro de 2011.

UDOP - União dos Produtores de Bioenergia. *Usinas dobram produção em MS e abrem 3 mil vagas em 2011*, 2011. On line: Disponível na internet via WWW. URL: <http://www.udop.com.br/index.php?item=noticias&cod=1072453>. Consultado em 10 de fevereiro de 2011.