



Serviço Brasileiro de Respostas Técnicas

ATIVIDADES DE GESTÃO DE RESÍDUOS E DESCONTAMINAÇÃO

dossiê técnico

Aproveitamento de Resíduos Agrícolas

Guilherme Arf Torres
Luiz Renato Marques Tarifa
Universidade de São Paulo - USP

Fevereiro/2012





Serviço Brasileiro de **Respostas Técnicas**

dossiê técnico

Aproveitamento de Resíduos Agrícolas

O Serviço Brasileiro de Respostas Técnicas – SBRT fornece soluções de informação tecnológica sob medida, relacionadas aos processos produtivos das Micro e Pequenas Empresas. Ele é estruturado em rede, sendo operacionalizado por centros de pesquisa, universidades, centros de educação profissional e tecnologias industriais, bem como associações que promovam a interface entre a oferta e a demanda tecnológica. O SBRT é apoiado pelo Serviço Brasileiro de Apoio às Micro e Pequenas Empresas – SEBRAE e pelo Ministério da Ciência, Tecnologia e Inovação – MCTI e de seus institutos: Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico – CNPq e Instituto Brasileiro de Informação em Ciência e Tecnologia – IBICT.



TÊCPAR



FIERGS SENAI

Sistema **FIEB TEL**

SENAI



Ministério da
Ciência, Tecnologia
e Inovação

GOVERNO FEDERAL
BRASIL
PAÍS RICO E PAÍS SEM POBREZA



Dossiê Técnico	TORRES, Guilherme Arf TARIFA, Luiz Renato Marques Aproveitamento de Resíduos Agrícolas Universidade de São Paulo - USP 9/2/2012
Resumo	Vários são os resíduos produzidos pela agricultura, entre eles, cascas, palhas, colmos, ramas, raízes, caroços, sabugo. Estes podem ser incorporados no solo, podem ser queimados ou utilizados como ração para os animais. O dossiê abordará os diversos processos de utilização desses resíduos.
Assunto	OBTENÇÃO DE COMPOSTOS ORGÂNICOS PARA FERTILIZAÇÃO DO SOLO A PARTIR DE PROCESSO DE DEGRADAÇÃO BIOLÓGICA DE RESÍDUOS ORGÂNICOS (RESTOS DE ALIMENTOS, ESTERCOS ANIMAIS, RESTOS DE CULTURAS AGRÍCOLAS)
Palavras-chave	<i>Agricultura; biodegradação; compostagem; reciclagem; resíduos agroindustriais; tratamento de resíduo</i>



Salvo indicação contrária, este conteúdo está licenciado sob a proteção da Licença de Atribuição 3.0 da Creative Commons. É permitida a cópia, distribuição e execução desta obra - bem como as obras derivadas criadas a partir dela - desde que dado os créditos ao autor, com menção ao: Serviço Brasileiro de Respostas Técnicas - <http://www.respostatecnica.org.br>

Para os termos desta licença, visite: <http://creativecommons.org/licenses/by/3.0/>

Sumário

1 INTRODUÇÃO	3
2 DESTINO DOS RESÍDUOS AGRÍCOLAS	4
3 CLASSIFICAÇÃO DA BIOMASSA	5
4 PROCESSOS DE REAPROVEITAMENTO	6
4.1 Compostagem	6
4.1.1 Metodologia.....	6
4.2 Tratamento químico.....	9
4.2.1 Tratamento com ureia.....	10
4.3 Uso como substrato	12
4.4 Exemplos de utilização.....	12
4.4.1 Palha de cana-de-açúcar	12
4.4.2 Palha de feijão	15
4.4.3 Casca de arroz.....	16
4.4.4 Outros.....	17
4.5 Novas tecnologias	17
CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES.....	18
REFERÊNCIAS.....	18

Conteúdo

1 INTRODUÇÃO

Atualmente, um dos temas de preocupação mundial, em que vários países têm trabalhado no estudo de soluções, é a quantidade e ação prejudicial de resíduos industriais, urbanos e agrícolas. A restrição de espaço e a necessidade de atender cada vez mais as demandas de energia, água de boa qualidade e alimento, tem colocado alguns paradigmas a serem vencidos, os quais se relacionam principalmente à qualidade ambiental e à distribuição, disponibilidade e custos de energia e alimentos (LUCAS JÚNIOR; SANTOS, 2000).

A agricultura moderna que vem utilizando com muita intensidade máquinas e insumos químicos, visando garantir uma maior produtividade de alimentos, têm sido atualmente bastante questionados em decorrência das consequências causadas por este tipo de atividade no meio ambiente. Todo esse questionamento é proveniente de que este modelo de desenvolvimento agrícola é insustentável (SILVA; MELO; SOUZA, 2005).

As atividades agropecuárias e de processamento de produtos agropecuários têm proporcionado sérios problemas de poluição no solo, em águas superficiais e em águas subterrâneas. Como os resíduos dessas atividades apresentam, em geral, grande concentração de material orgânico, o seu descarte em corpos hídricos pode proporcionar grande decréscimo na concentração de oxigênio dissolvido nesse meio (MATOS, 2005).

Quando há o lançamento de grande quantidade de material orgânico oxidável no corpo hídrico, as bactérias aeróbias passam a utilizar o oxigênio disponível, para estabilizarem o material orgânico presente no meio aquático, baixando sua concentração na água e podendo, com isso, provocar a morte de peixes e outros animais aquáticos aeróbios, por asfixia. Além disso, ainda pode haver outras consequências, como, a exalação de odores fétidos e de gases agressivos, eutrofização de rios e lagos e problemas no tratamento de água para o abastecimento público (MATOS, 2005).

Com isso, a agricultura sustentável surge como uma alternativa para equilibrar a atual situação do setor agrícola. Neste tipo de modelo, em relação aos resíduos agrícolas, faz-se o aproveitamento de diversas maneiras a exemplo da reciclagem (ALTIERI, 2000 apud (SILVA; MELO; SOUZA, 2005).

Além disso, a situação da economia brasileira sugere esforços na busca de sistemas mais produtivos e a custos mais baixos, sendo assim, mais um motivo para o reaproveitamento dos subprodutos gerados na agricultura (MORGADO et al., 2000).

Os resíduos rurais incluem todos os tipos de resíduos gerados pelas atividades produtivas nas zonas rurais, quais sejam: os resíduos agrícolas, florestais e pecuários. Os resíduos agrícolas são aqueles produzidos no campo, resultantes das atividades de colheita dos produtos agrícolas (Figura 1), entre eles, estão: as cascas, palhas, colmos, ramas, raízes, caroços, sabugo, etc. (CENBIO, [20--?]).



Figura 1 - Palhadas de milho, capim de planta e paulistinha.
Fonte: (INSTITUTO AGROPOLOS, 2010)

2 DESTINO DOS RESÍDUOS AGRÍCOLAS

Desde os primórdios da civilização, o homem utiliza os processos de fermentação para a produção de bens de consumo, como exemplo a produção de pão, de queijo, e, as bebidas, como o vinho e a cerveja. Assim, praticamente quaisquer produtos naturais ou seus derivados de origem orgânica, como os resíduos agrícolas, podem ser utilizados como matérias-primas no processo fermentativo (SERAFINI et al., 2002 apud SILVA; MELO, SOUZA et al., 2005).

Grande parte dos resíduos agrícolas é deixada no próprio terreno de cultivo, servindo como proteção ao solo ou como adubo fornecedor de nutriente (CENBIO, [20--?]). O aproveitamento dos elementos nutritivos dos resíduos agrícolas também pode ser ocorrer através de seu processamento simples, como a compostagem, realizada no próprio imóvel rural (CARVALHO, 2006).

Entretanto, grandes volumes de biomassa também podem ser processados por meio de vastos processos produtivos, objetivando uma grande diversidade na produção final de produtos, como: alimentos, bioenergia, bio-plásticos, papel, celulose e outros produtos químicos (SACHS, 1997 apud SILVA; MELO; SOUZA et al, 2005).

De acordo com o estudo realizado por Silva, Melo e Souza et al (2005), avaliando o aproveitamento das sobras da colheita com agricultores da região semiárida de Sergipe, verificaram que aproximadamente 50% são utilizados para ração animal; 35% não aproveitam os resíduos, deixando-os no próprio local da colheita; 10% armazenam em um determinado local do lote e 5% realizam a queima.

Outro exemplo de utilização, com grande destaque nacional, é a cogeração de energia no setor sucroalcooleiro, recentemente também intitulado sucroenergético. Em vista a grande quantidade de bagaço (aproximadamente 30% da cana moída) e palha (em torno de 20 t/ha) produzida, as indústrias do setor desenvolveram instalações próprias de geração elétrica, a partir da queima desses resíduos, gerando energia suficiente para as próprias necessidades e até mesmo para venda comercial (COELHO et al., 2008).

Resíduos lignocelulósicos podem também se transformar em importantes fontes energéticas para ruminantes, desde que sejam devidamente tratados, para melhor aproveitamento de sua fração fibrosa, ou seja, rompimento da ligação entre a lignina com a celulose e a hemicelulose, com o objetivo de aumentar a oferta de energia dentro do rúmen (SOUZA et al., 2005).

3 CLASSIFICAÇÃO DA BIOMASSA

As fontes de biomassa se diferenciam de acordo com suas características ou origens. Esta diferenciação deve ser considerada quando se pretende utilizá-la como fonte eficiente para geração de energia (CENBIO, 2003).

Algumas biomassas são de difícil classificação, como o caso de resíduos vegetais na etapa inicial de transformação em carvão vegetal, ou mesmo os óleos vegetais produzidos a partir de produtos derivados de árvores, como é o caso do dendê. Outras formas de classificação da energia da biomassa consideram as rotas tecnológicas a serem adotadas para sua utilização ou seu nível de desenvolvimento tecnológico, como o caso das fontes de biomassas tradicionais e modernas (NOGUEIRA; LORA, 2003 apud CENBIO, 2003).

Diante disso, diversas classificações foram realizadas, e apesar dessas não conseguirem considerar e classificar todos os aspectos, o mais importante é que sejam analisadas a origem e utilização de determinada bioenergia, para o reconhecimento de seus impactos e potenciais (CENBIO, 2003).

Nesta abordagem utilizada pelo CENBIO (2003), e que possui diferenças conceituais quando analisadas com trabalho de outros autores, as fontes de biomassa serão separadas em três principais grupos: vegetais não lenhosos; vegetais lenhosos; e resíduos orgânicos, conforme mostra a Figura 2, que além de apresentar as principais fontes, apresenta também os principais processos de conversão da biomassa em energéticos.

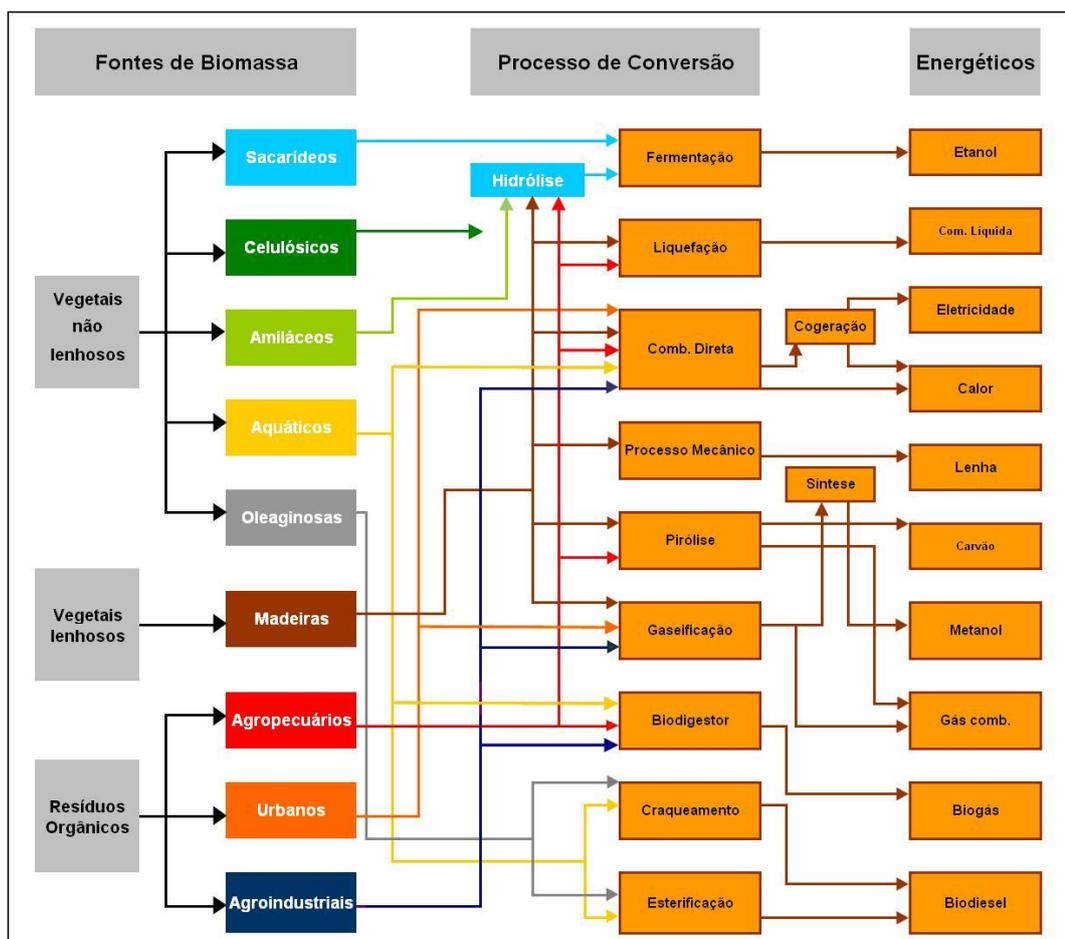


Figura 2 - Principais fontes e processos de conversão da biomassa em energéticos
Fonte: (CENBIO, 2003)

4 PROCESSOS DE REAPROVEITAMENTO

4.1 Compostagem

A compostagem é um processo biológico de transformação da matéria orgânica crua em substâncias húmicas, estabilizadas, com propriedades e características diferentes do material que lhe deu origem. Em linhas gerais, consiste no aproveitamento de matérias-primas que contenham um balanço de relação carbono/nitrogênio favorável ao metabolismo dos organismos que vão efetuar sua biodigestão. A fermentação dessas matérias-primas pode ser aeróbia ou anaeróbia, controlando-se a umidade, a aeração, a temperatura e demais fatores, conforme o caso (CARVALHO, 2006).

Em se tratando de resíduos agrícolas, a fermentação mais simples e adequada é a aeróbia, na qual se procura manter a presença de ar atmosférico, evitando-se a compactação e o encharcamento da massa (FIG. 3). A decomposição aeróbia é caracterizada pela elevação da temperatura e por gases inodoros (CARVALHO, 2006).



Figura 3 - Compostagem de Resíduos Orgânicos
Fonte: (ETHOS, [20--?])

4.1.1 Metodologia

Segundo Carvalho (2006), para se obter um composto de boa qualidade e em menor espaço de tempo são necessários alguns cuidados, como:

Local

O local para montagem das pilhas de matéria prima deve ser limpo e ligeiramente inclinado para facilitar o escoamento de águas de chuvas. Deve ter área suficiente para a construção das pilhas e espaço para revolvimento das mesmas e circulação de tratores com carretas e/ou caminhões (CARVALHO, 2006).

Qualidade dos resíduos agrícolas

A princípio, todos os resíduos agrícolas podem ser compostados. No entanto, para se obter um composto de boa qualidade em menos tempo é necessário que os resíduos apresentem um conteúdo apropriado de nitrogênio e carbono, favorecendo o crescimento e a atividade das colônias de microrganismos envolvidos no processo (CARVALHO, 2006).

Tendo em vista que esses microrganismos absorvem o carbono e o nitrogênio numa proporção de 30/1, respectivamente, consideram-se os limites de 26/1 a 35/1 como sendo as relações C/N mais recomendadas para uma rápida e eficiente compostagem (CARVALHO, 2006).

Resíduos com relação C/N baixa, perdem nitrogênio na forma amoniacal durante o processo de compostagem, prejudicando a qualidade do composto. Nesse caso, recomenda-se acrescentar restos vegetais celulósicos para elevá-la a um valor próximo do ideal (30/1) (CARVALHO, 2006).

Quando ocorre o contrário, ou seja, a matéria-prima possui relação C/N alta, o processo torna-se demorado e o produto final apresentará baixos teores de matéria orgânica. Para corrigir essa distorção basta acrescentar materiais ricos em nitrogênio tais como esterco, camas animais, tortas vegetais, etc. (CARVALHO, 2006).

Tamanho das partículas dos resíduos agrícolas

Os resíduos a serem compostados não devem ser em partículas muito pequenas para evitar a compactação durante o processo de compostagem, comprometendo a aeração (exemplo, serragem). Por outro lado, resíduos com colmos inteiros retardam a decomposição por reterem pouca umidade e apresentarem menor superfície de contato com os microrganismos (exemplo, colmos de milho). Restos de culturas de soja e feijão, gramas folhas, por exemplo, podem ser compostados inteiros (CARVALHO, 2006).

Umidade

A melhor umidade para o material ser compostado situa-se entre 40% e 60%. Abaixo de 35%, a atividade microbiana é afetada e acima de 65% começa a haver comprometimento da aeração da massa, provocando condições anaeróbicas e com consequente liberação de odores desagradáveis (CARVALHO, 2006).

Em caso de falta de água, deve-se irrigar uniformemente o material em compostagem uma ou duas vezes por semana e quando em excesso (após chuvas), deve-se fazer o revolvimento do material para provocar a evaporação (CARVALHO, 2006).

Na operação de controle da umidade é importante que todas as camadas do material em compostagem tenham igual teor de água, portanto, ao revolvê-lo, devem-se misturar as camadas externas mais secas, com as internas mais úmidas (CARVALHO, 2006).

Aeração

O oxigênio é de vital importância para a oxidação biológica do carbono dos resíduos orgânicos, para que ocorra produção de energia necessária aos microrganismos que realizam a decomposição. Parte dessa energia é utilizada no metabolismo dos microrganismos e o restante é liberado na forma de calor (CARVALHO, 2006).

O arejamento evita a formação de maus odores e a presença de moscas, o que é importante tanto para o processo como para o meio ambiente. Para se obter o adequado suprimento de oxigênio devem-se realizar revolvimentos do material, que podem ser feitos utilizando-se garfos, enxadadas e ancinhos (CARVALHO, 2006).

Recomenda-se que se faça o primeiro revolvimento duas ou três semanas após o início do processo, período em que se exige a maior aeração possível. O segundo revolvimento deve ser feito, aproximadamente, três semanas após o primeiro, ocasião em que se inicia o abaixamento lento da temperatura, indicando o início da estabilização do processo de compostagem (CARVALHO, 2006).

Na décima semana após o início do processo faz-se um terceiro revolvimento para uma incorporação final de oxigênio. É provável que nessa oportunidade não esteja mais ocorrendo liberação de calor, pois a matéria orgânica não estará mais sofrendo decomposição e os elementos fertilizantes poderão ser conservados sem perdas (CARVALHO, 2006).

Temperatura

O calor desenvolvido no composto é o resultado da influência de outros fatores que atuam no processo de decomposição. Havendo microrganismos, oxigênio, umidade, granulometria favorável e material com relação C/N em torno de 30/1 haverá, forçosamente, desenvolvimento de calor, indicativo de que o processo fermentativo iniciou-se (CARVALHO, 2006).

Para verificar se o processo está ocorrendo normalmente, deve-se fazer o monitoramento da temperatura frequentemente. Para isso, basta introduzir algumas barras de ferro (vergalhões) até o fundo das pilhas dos materiais a serem compostados, tão logo estejam prontas. Essas barras deverão ser retiradas para verificação da temperatura a cada dois ou três dias até o primeiro revolvimento, passando a uma vez por semana a partir de então, até o final do processo (CARVALHO, 2006).

A temperatura deve ser verificada tocando-se com a palma da mão a parte da barra de ferro que estava introduzida na pilha dos materiais em compostagem, podendo ocorrer três situações (CARVALHO, 2006):

- a) A barra de ferro apresenta-se quente, porém o contato com a mão é suportável. São indícios de que o processo está ocorrendo normalmente;
- b) b) a barra de ferro está muito quente não sendo suportável o contato com a palma da mão. Nesse caso, está havendo excesso de temperatura e o material deve ser revolvido se estiver muito úmido, ou umedecido se estiver seco;
- c) A barra de ferro se encontra morna ou fria. Nesse caso, deve-se considerar o tempo em que está ocorrendo o processo, ou seja; se ainda não tiver sido feito o primeiro revolvimento, provavelmente está faltando umidade na pilha ou ela não foi construída com as dimensões corretas. Se o processo já estiver ocorrendo há mais de sete semanas, com dois ou mais revoltimentos, a baixa temperatura indica que a decomposição está estabilizada, portanto, o composto está pronto.

O composto estabilizado, além de ter temperatura igual a ambiente, apresenta-se quebradiço quando seco, moldável quando úmido, não atrai moscas e não tem cheiro desagradável (CARVALHO, 2006).

Preparo das pilhas

As pilhas devem ser preparadas diretamente no solo e constituídas por camadas de restos vegetais, intercaladas com camadas de esterco, numa proporção de 3:1, respectivamente (CARVALHO, 2006).

Primeiramente, demarca-se no solo uma largura de 3 a 4 metros, deixando espaço para um comprimento indeterminado (de acordo com a quantidade de material). Na localização, deve-se prever um espaço para revolvimento do composto (2 metros, aproximadamente) numa das extremidades da pilha. Deve-se também construir valas de escoamento para águas de chuva ao redor das pilhas (CARVALHO, 2006).

Inicia-se a construção das pilhas distribuindo-se uniformemente os resíduos vegetais, de preferência bem fragmentados, numa camada de 15 a 25 centímetros de espessura. Em seguida, irriga-se bem o material e espalha-se o esterco sobre ele numa camada de 5 a 7 centímetros de espessura, também o irrigando. Esse procedimento deve ser repetido sempre alternando e irrigando as camadas de restos vegetais e esterco, até atingir uma altura entre 1,5 a 1,8 metros (CARVALHO, 2006).

Alturas inferiores a 1,5 metros não são recomendadas, por não apresentarem um volume suficiente para manter uma temperatura adequada. Do mesmo modo, alturas superiores a 1,8 metros não devem ser adotadas, pois acumulam muito peso, provocando compactação e, conseqüentemente, comprometendo a aeração (CARVALHO, 2006).

Preferencialmente, a última camada deve ser de resíduos vegetais para melhor proteção contra águas de chuva, embora o ideal seja proteção com sapé ou outro capim, ou ainda lonas (CARVALHO, 2006).

A modalidade de compostagem em pilhas e a aeração por revolvimento manual são impraticáveis para grandes volumes de resíduos. Criações e produções de grande porte, com volumes expressivos de resíduos, exigem processamento mecanizado (CARVALHO, 2006).

Utilização

A maior eficiência do composto orgânico é obtida quando ele é utilizado imediatamente após o término do processo de compostagem. Entretanto, se isso não for possível, o composto deve ser armazenado em local protegido do sol e da chuva, de preferência mantendo-o coberto com lona de polietileno ou mesmo com sacos velhos (CARVALHO, 2006).

4.2 Tratamento químico

O elemento básico diferenciador na composição química de palhas de cereais e outros resíduos lignocelulósicos em comparação com outros alimentos que são utilizados na alimentação de ruminantes é seu conteúdo de carboidratos (CHO) estruturais (celulose e hemicelulose) que corresponde de 70 a 80% da matéria seca (MS), assim como seu elevado teor de lignina (6 a 12%). Adicionalmente também são baixos os teores de proteína bruta e a digestibilidade apresenta valores reduzidos (SOUZA et al., 2005).

A composição química assim como o valor nutritivo das palhas, depende de vários fatores. O grau de amadurecimento da planta é o primeiro, pois a maioria dos nutrientes desloca-se para os frutos e poucos nutrientes permanecem nas outras partes das plantas. Pode-se ainda considerar fatores como a fertilização dos solos, altura de corte, época de colheita, manejo e condições climáticas (SOUZA et al., 2005).

Desta forma o crescente interesse para o uso de resíduos agrícolas que podem servir de alimento para ruminantes, para diversificar as fontes de energia e baratear os custos finais da exploração animal, tem despertado a comunidade científica mundial em busca de alternativas que possam melhorar o aproveitamento dessa fonte alternativa de alimentos, de uma forma sustentável. Assim, uma das formas utilizadas para melhorar o aproveitamento desse recurso forrageiro, é através de tratamento químico (SOUZA et al., 2005).

De acordo com Souza et al. (2005), investigações científicas realizadas na década de 70 do século XX, comprovaram que se pode aumentar a oferta de hidratos de carbono estruturais para a população microbiana do rúmen, através do tratamento químico. Este processo, sinteticamente, tem por base dois mecanismos:

- a)** Ruptura das ligações químicas dentro da parede celular;
- b)** Hidrólise dos CHO da parede celular, removendo-os da matriz lignificada.

Existem três métodos mundialmente conhecidos para se tratar quimicamente esses resíduos:

- Com hidróxido de sódio (NaOH);
- Com amônia;
- Com ureia.

4.2.1 Tratamento com ureia

O tratamento com ureia é o mais recomendado atualmente por técnicos em todo o mundo, uma vez ser a ureia bastante conhecida pela maioria dos produtores rurais, de fácil armazenamento, não perigosa de manuseio e principalmente de custo mais barato que outros métodos (SOUZA et al., 2005).

Muitos trabalhos de pesquisas enfocando o tratamento desses resíduos com ureia têm evidenciado resultados bastante positivos como o aumento do teor de proteína bruta, o incremento da digestibilidade em mais de 20 pontos percentuais e a elevação da ingestão voluntária, em torno de 30% (SOUZA et al., 2005).

Os resíduos lignocelulósicos podem se transformar em importantes fontes energéticas para ruminantes, desde que sejam devidamente tratados, para melhor aproveitamento de sua fração fibrosa, ou seja, rompimento da ligação entre a lignina com a celulose e a hemicelulose, com o objetivo de aumentar a oferta de energia dentro do rúmen (SOUZA et al., 2005).

4.2.1.1 Metodologia

Quantidade e forma de aplicação

Inicialmente devem-se juntar os resíduos em um único lugar e verificar a quantidade de matéria seca (MS) a ser tratada. A quantidade de ureia a ser aplicada será em função da quantidade de MS a ser tratada, utilizando 5% de ureia em relação à matéria seca, ou seja, 5 kg de ureia para cada 100 kg de MS do resíduo (SOUZA et al., 2005; ROSA; FADEL, 2001).

É importante também triturar o material para proporcionar uma maior superfície de exposição, como mostra a Figura 4 (INSTITUTO AGROPOLOS, 2010).



Figura 4 - Trituração do material a ser tratado
Fonte: (INSTITUTO AGROPOLOS, 2010)

Em seguida, deve-se calcular e preparar a solução de ureia (FIG. 5). Esta pode ser distribuída por meio de um pulverizador, regador ou bomba de sucção acoplada a uma mangueira, de modo que a solução seja distribuída uniformemente sobre todo o material a ser tratado (SOUZA et al., 2005).



Figura 5 - Preparação da solução de uréia
Fonte: (INSTITUTO AGROPOLOS, 2010)

Temperatura

As reações químicas que ocorrem com a amonização se processam mais rapidamente em temperaturas mais altas do que nas baixas. Após a aplicação de amônia, a temperatura interna aumenta rapidamente, atingindo valores máximos até seis horas após a aplicação (GARCIA; PIRES, 1998 apud ROSA; FADEL, 2001).

A temperatura ambiente tem importante efeito na velocidade de reação entre a NH_3 e o material tratado. Em temperaturas próximas de 100°C , as reações são quase imediatas, enquanto que, quando próximas de 0°C , são extremamente lentas (GARCIA; PIRES, 1998 apud ROSA; FADEL, 2001).

As variações de temperatura que ocorrem dentro do material amonizado dependem da umidade dos resíduos, da quantidade de amônia aplicada, da temperatura ambiente e outros fatores (ROSA; FADEL, 2001).

Tempo de Tratamento

Ao final da pulverização, deve-se cobrir todo o material com uma lona de polietileno, de maneira que o ambiente se torne hermeticamente fechado (FIG. 6). Após o tratamento, a ureia se transformará em gás (NH_3), assim, se não coberto adequadamente, o gás produzido escapará, não obtendo os bons resultados (SOUZA et al., 2005).



Figura 6 - Vedação do material tratado.
Fonte: (INSTITUTO AGROPOLOS, 2010)

O tempo de tratamento depende da temperatura ambiente e esta, por sua vez, influi na velocidade de hidrólise da ureia. Recomenda-se um período mínimo de tratamento de 15 dias no verão e 30 dias nas épocas mais frias. Este período seria suficiente para uma hidrólise quase total da ureia, conforme relata Ghate e Bilanski (1981, apud ROSA; FADEL, 2001).

Umidade

A umidade final deve estar entre 30 e 40%. Por exemplo, as palhas têm geralmente 10% de umidade, então é necessário adicionar 30 litros de água para cada 100 kg de palha a ser tratada (SOUZA et al., 2005).

Tipo e qualidade da forragem

A resposta à amonização é variável de acordo com o tipo de forragem tratada, sendo que os resultados de pesquisa mostram efeito mais pronunciado para forragens que apresentam digestibilidade muito baixa (GARCIA; PIRES, 1998 apud ROSA; FADEL, 2001).

Teixeira (1990 apud ROSA; FADEL, 2001) relata aumentos do teor de PB (Proteína Bruta) da ordem de 159,8 e 273,3%, para a palha de milho mais sabugo, tratados com doses de 1,5 e 3,0% de amônia anidra, e comparado ao tratamento controle.

Palhadas de todos os tipos de cereal podem ser tratadas, sendo que as de arroz podem ser tratadas inteiras, embora se aconselhe picar as palhas oriundas de cereais de caules mais duros, como as de trigo (DOLBERG, 1992 apud ROSA; FADEL, 2001). O mesmo autor afirma que, em termos relativos, os melhores resultados desse tipo de tratamento são obtidos com os volumosos de pior qualidade.

Rosa (1999 apud ROSA; FADEL, 2001) chama a atenção do grande potencial dos resíduos de colheita de sementes de forrageiras na região Centro-Oeste, que poderiam ser amonizados e utilizados na alimentação animal.

4.3 Uso como substrato

Resíduos agrícolas como fibra de coco, casca de pínus e casca de arroz carbonizada são exemplos de substratos utilizados como alternativos ao xaxim na floricultura. De acordo com a literatura, estes substratos foram avaliados por alguns autores tais como: Kämpf (1999), Faria et al. (2001), Rosa et al. (2001), Souza e Jasmim (2001), Bosa et al. (2003), Guerrini e Trigueiro (2004), Meneguice, Oliveira e Faria (2004) e outros.

Assis et al. (2005) obtiveram um bom desenvolvimento da parte aérea de *Dendrobium nobile* Lindl quando utilizaram coco em pó como substrato alternativo ao xaxim. Colombo et al. (2005), trabalhando com diferentes substratos na aclimatização da orquídea *Cattleya chocolate drop* X (*C. guttata* X *L. tenebrosa*), obtiveram os melhores resultados quando foi usado o substrato pó de coco. Stegani (2006) estudando a aclimatização dessa mesma orquídea, concluiu que, além do pó de coco puro, somente o pó de bagaço de cana-de-açúcar na mistura com o pó de coco (1:1, base volume) foi o mais indicado para substituir o xaxim. Carneiro e Brito (1995) concluíram que o bagaço de cana triturado também é uma boa alternativa de utilização em substratos.

4.4 Exemplos de utilização

4.4.1 Palha de cana-de-açúcar

A maior parte da cana-de-açúcar (*Saccharum* sp) no Brasil é colhida manualmente. A queima das lavouras na pré-colheita torna a planta mais quebradiça, maximizando a capacidade de corte e reduzindo o tempo de colheita. Entretanto, a queima da palha da cana trás consequências negativas, sobretudo na saúde da população e no meio ambiente.

Dentre as consequências à saúde, são frequentes: irritação nos olhos, ataques de asma, falta de ar, tosse, dores de cabeça (RIBEIRO; FICARELLI, 2010).



Figura 7 – Queima de cana-de-açúcar
Fonte: (CRISPIN, 2010)

“A fumaça carrega partículas carbonizadas (carvãozinho), pó, fiapos de palha e gases nocivos à saúde, como óxidos nítricos (NO), hidrocarbonetos (HC), dióxido de nitrogênio (NO₂) e monóxido de carbono (CO)” (RIBEIRO; ASSUNÇÃO, 2002 apud RIBEIRO, H.; FICARELLI, 2010).

A Secretaria Estadual da Agricultura e Abastecimento de São Paulo, preocupa-se com a questão ambiental, através da Lei Estadual nº 11.241, de 19 de setembro de 2002 que dispõe sobre a eliminação gradativa da queima da palha da cana-de-açúcar e dá providências correlatas. De acordo com a legislação, o processo será substituído totalmente, de forma gradativa, em um prazo de 30 anos. Após essa data será obrigatório o cultivo mecanizado de cana crua (SÃO PAULO, 2002).

Com a mudança do sistema de colheita manual de cana-de-açúcar queimada para o sistema mecanizado que já representa aproximadamente 70% da colheita da região centro-sul do país (PECEGE, 2011), grande quantidade de palha é deixada no campo podendo ser aproveitada depois de ficarem alguns dias secando sobre o solo até atingir 30% de umidade (CORTEZ, 1999).

A “palha de cana” é a denominação popular para as partes “não colmos” da cana-de-açúcar, ou seja, toda parte aérea da planta menos os colmos industrializáveis. A palha, nesse sentido, é composta pelas folhas (lâmina foliar e bainha) verdes e parcialmente secas (folhas mortas) e pelos ponteiros de cana, formados pelos entrenós imaturos do topo (“palmito”) e folhas novas enroladas ao redor do meristema apical (CENTRO DE TECNOLOGIA CANAVIEIRA, 2012).

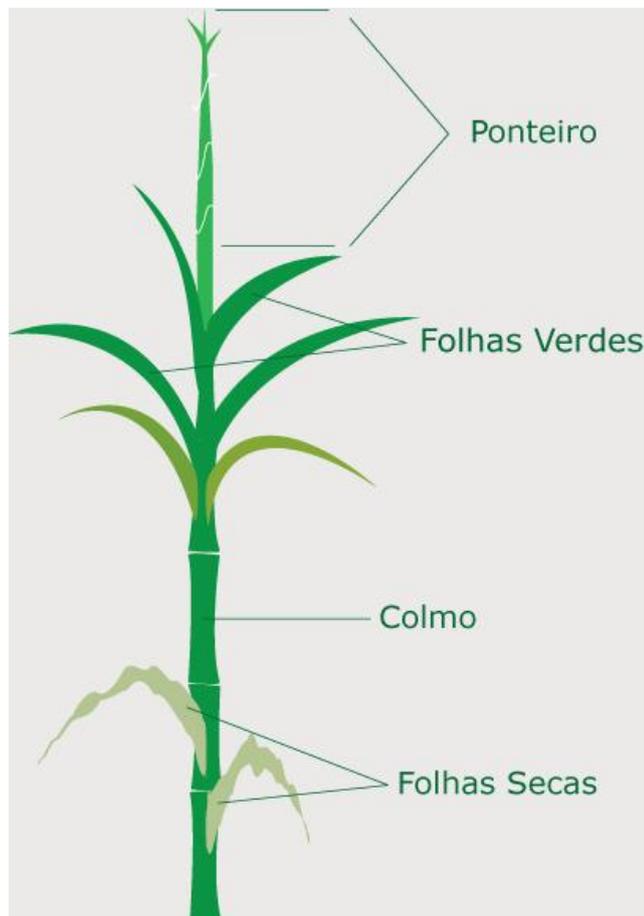


Figura 8 – Planta de cana-de-açúcar
 Fonte: (CENTRO DE TECNOLOGIA CANAVIEIRA, 2012)

A palha, se deixada no campo sobre a soqueira, pode representar riscos para o canavial como incêndio ou atrasando o desenvolvimento da rebrota da cana. Assim, é recomendável a recuperação de pelo menos parte da palha. Não há, contudo, consenso sobre a quantidade ou proporção que possa ser recuperada, entre os especialistas os números variam de 50 até 90%. Deixar um pouco de palha no campo também pode trazer benefícios agrônômicos, além do que uma recuperação total da palha implica em trazer uma palha mais “suja”, com mais terra o que pode ser pouco recomendado tecnicamente (CORTEZ, 1999).



Figura 9 – Resíduos de cana-de-açúcar que ficam no campo após a colheita.
 Fonte: (CÉSAR, 2008)

Para sua recuperação exige-se uma série de operações iniciadas pelo enleiramento da palha no campo. Esta operação realizada por uma enleiradora permite arrumar a palha num monte contínuo. Em seguida, a palha deve ser adensada para permitir um transporte econômico até o local de consumo. Estima-se que para viabilizar o uso energético da palha, esta deva chegar ao local de consumo com um custo final comparável ao do bagaço de cana (MOLINA JR et al., 1995). Além disso, tem-se que buscar um “adensamento energético” de forma econômica e/ou transformar a palha em outro produto mais valorizado comercialmente. É nesse sentido que se propõe também a pirólise ou simplesmente o carvoejamento da palha de cana. Contudo, o uso da palha em conjunto com o bagaço na cogeração de energia já é tecnologia consolidada e desde 2011 vem sendo adotada pelas usinas. No futuro breve, a palha também deverá “herdar” as soluções de uso do bagaço, tais como o uso para a produção de ração (PECEGE, 2011).

O bagaço de cana-de-açúcar também pode ser utilizado para produção de energia elétrica (MARTINS, 2009).

Após a planta ser colhida e levada até a usina, ela passa por três moendas. O produto da primeira moagem vai para a produção de açúcar, na chamada "moagem de 1ª linha". Já na segunda e na terceira moagens o que é produzido é o álcool combustível. O que resta da cana é o bagaço, que é levado por uma esteira até a caldeira que realiza a queima. Depois de passar pelas turbinas e geradores, o vapor produzido na queima gera a energia elétrica (MARTINS, 2009).

A fuligem produzida na queima do bagaço é retirada em filtros e pode se tornar adubo para plantios futuros. Em São Paulo, uma resolução estadual obriga que até 2017, as queimadas sejam extintas, o que possibilitaria o aproveitamento da palha (MARTINS, 2009).

4.4.2 Palha de feijão

A queima de resíduos da cultura do feijão emite grandes quantidades de CO₂ ou são utilizados como cobertura morta, se tornando fonte de fitopatógenos. A produção de carvão ativado (CA) tem sido uma alternativa para esses resíduos (DESTRO et al., 2009).

“Os CA são materiais carbonáceos de grande área superficial empregados em inúmeros processos industriais como adsorventes na remoção de poluentes e substâncias tóxicas, no tratamento de água, como suporte catalítico entre outros.” (DESTRO et al., 2009). Destro et al. (2009) observaram a grande viabilidade da utilização dos resíduos da colheita do feijão para a produção de carvão ativado.

O cogumelo do gênero *Pleurotus*, conhecido no Japão como "*Houbitake*", é um cogumelo de origem asiática, de sabor suave, rico em vitaminas e aminoácidos e que apresenta propriedades terapêuticas. No Brasil, são cultivados tradicionalmente em bagaço de cana-de-açúcar após uma compostagem rápida, seguida de um processo de pasteurização (MOLENA, 1986 apud BONONI et al., 1995). No entanto, mesmo nas regiões produtoras de cana-de-açúcar, o bagaço tem se tornado escasso, pelo fato de que o mesmo tem sido usado como combustível pelas usinas.

Dias et al. (2003) avaliaram resíduos agrícolas em substituição ao bagaço de cana, e a palha de feijão foi considerada o melhor resíduo para a produção do cogumelo *Pleurotus sajor-caju*, porque apresentou a melhor eficiência biológica sem necessidade de enriquecimento, o que significa um menor custo de produção. Além disso, a palha de feijão poderá ser uma ótima fonte de enriquecimento para resíduos menos favoráveis ao cultivo do cogumelo. Estudos vêm sendo realizados para utilização desses e de outros resíduos para cultivo de outros cogumelos mais tradicionais no Brasil como *shitake* e o *champignon*.

4.4.3 Casca de arroz

O uso da casca de arroz tem sido recentemente, objeto de diversas pesquisas com o intuito de melhorar as características físico-mecânicas de argamassas e/ou de materiais de construção baseados em terra crua (AKASAKI; SILVA, 2001). Situação semelhante ocorre com os resíduos oriundos das usinas de beneficiamento de sementes de forrageiras, como as do capim braquiária (*Brachiaria brizantha*). A casca que envolve a semente é, na maioria das vezes, descartada, pela inexistência de aproveitamento mais adequado.

No processamento industrial do arroz, as cascas correspondem a aproximadamente 20% do peso dos resíduos e contém quase 80% do seu peso em carbono, apresentado alto poder energético. Tanto nas cascas de arroz como em suas cinzas, não existem compostos tóxicos, por essa razão, podem ser usadas como substrato, em canteiros ou recipientes, na germinação de sementes e formação de mudas de vegetais superiores (SOUZA, 1993).

O substrato de cascas de arroz carbonizadas apresenta as seguintes características físicas e químicas: densidade seca de 150g/l, capacidade de retenção de água de 53,9%, capacidade de troca de cátions de 5,5 meq/dl, pH em água de 7,4, teor de sais solúveis de 0,7 g/l, 0,7% de nitrogênio, 0,2% de fósforo e 0,32% de potássio (SOUZA, 1993).



Figura 10 – Casca de arroz carbonizada e crua
Fonte: (OLX, [20--?])

As construções rurais ou urbanas também seguem a tendência de racionalização dos recursos disponíveis, e várias tecnologias visando à redução dos custos dos processos produtivos, vêm sendo estudadas (FERREIRA, 2003). A utilização de biomassa vegetal vem apresentando grande potencial de reaproveitamento na área da construção civil (MILANI; FREIRE, 2006).

Milani e Freire (2006) concluíram que misturas de solo associado ao teor de 12% de combinações de cimento e casca de arroz se mostraram promissoras como materiais para posterior utilização na fabricação de elementos construtivos em construções e instalações rurais.

Outro uso é envolvido com o método de prensagem na produção de sucos de várias frutas. De acordo com Hurley e Wey (1984), quando a pressão é aplicada sobre a polpa triturada dentro de uma câmara, a falta de volume resultante da compactação, prejudica a prensagem, dificultando a extração do suco. Assim, são necessários auxiliares de prensagem para dar firmeza à polpa triturada e formar canais no interior da massa, facilitando a drenagem do suco. Um dos auxiliares de prensagem usado é a casca de arroz, que segundo as conclusões de Vicenzi (2001) incrementou o rendimento de extração do suco de maçã da variedade *Fuji*, sem alterar significativamente as características sensoriais.

Outra forma, ainda, de utilização da casca de arroz, é como substrato de cama de aviário. A utilização desta cama visa evitar o contato direto da ave com o piso, servir de substrato para absorção da água, incorporação de fezes, urina, penas, descamações da pele e restos de alimento caídos dos comedouros e contribuir para a redução das oscilações de temperatura no aviário (AVILA et al., 1992).

Anisuzzaman e Chowdhury (1996) compararam quatro tipos de materiais para cama (casca de arroz, serragem, palhada de arroz e areia) e observaram que a casca de arroz foi o material que proporcionou melhor resultado quando utilizada como cama, pois proporcionou maior ganho de peso e consumo de ração, melhor conversão alimentar, maior viabilidade e maior índice de produtividade.

Ávila et al. (2008) concluíram que além da casca de arroz, é possível utilizar sabugo de milho, resto da cultura da soja, resto da cultura do milho e serragem como cama de aviário.

4.4.4 Outros

Outra linha de pesquisa para reutilização de resíduos agrícolas para a produção de materiais carbonáceos adsorventes é o emprego do tratamento de efluentes industriais líquidos. É uma tecnologia que pode ser bastante interessante principalmente em países em desenvolvimento, devido aos elevados custos de operação e implantação do tratamento (BABEL; KURNIAWAN, 2004). Os resíduos agrícolas lignocelulósicos, se enquadram na produção de adsorventes de baixo custo, uma vez que são ricos em carbono, estão prontamente disponíveis e são passíveis de serem convertidos a carvão ativado (TSAI et al., 2001).

Reis (2005) concluiu que cascas e palhas de café seco em seu estado natural apresentam elevado potencial para utilização como adsorventes de baixo custo. Não foram encontradas pesquisas contundentes para diferentes aproveitamentos de casca de algodão, casca de café, casca de amendoim, entre outros resíduos, que não fossem a combustão direta. Uma boa opção de venda para esses resíduos são cerâmicas, que o utilizariam em substituição de lenha por serem mais baratos, porém, grandes distâncias inviabilizam o negócio.

4.5 Novas tecnologias

Há uma grande quantidade de pesquisas e programas de fomento para obtenção de etanol a partir de biomassa celulósica. Esta tecnologia, confirmada sua viabilidade, pode se tornar um promissor destino para os resíduos agrícolas, como palhada, cascas, bagaço e etc. Uma das maiores dificuldades na implantação do processo de bioconversão de biomassa residual reside no alto custo das enzimas necessárias à sacarificação da celulose em açúcares fermentescíveis (NGUYEN, SADDLER, 1991 apud RAMOS, 2001). Estudos preliminares têm sido realizados em diversos laboratórios, visando o estabelecimento de uma metodologia que permita a reciclagem de enzimas celulósicas (RAMOS, 2001).

Face à complexidade orientada tanto à natureza recalcitrante do substrato quanto à natureza do complexo enzimático responsável pela sua biodegradação, pode-se facilmente perceber que a hidrólise enzimática da celulose não é um processo bioquimicamente simples.

Vários dos fatores que têm sido relacionados como limitantes à hidrólise enzimática da celulose, podem ser grosseiramente divididos em dois grandes grupos (RAMOS, 2001): Associados às mudanças na estrutura do substrato e relativos ao comportamento das enzimas durante o processo hidrolítico.

Os fatores associados ao substrato dizem respeito ao aumento gradativo da resistência da celulose à ação enzimática, particularmente decorrente do ataque preferencial das enzimas às regiões mais acessíveis da celulose. Quanto ao comportamento das enzimas durante o processo hidrolítico, há diminuição da eficiência do processo em razão da progressiva perda de atividade catalítica (RAMOS, 2001).

Enfim, sendo o objetivo do processo sacarificar a celulose em sua totalidade, como exemplo, no aproveitamento máximo da cana-de-açúcar (incluindo o bagaço) para produção de etanol, o complexo enzimático a ser utilizado deverá ser o mais eficiente e completo possível, e tempos de incubação relativamente longos (e muitas vezes proibitivos) deverão ser considerados (RAMOS, 2001).

Conclusões e recomendações

Esse dossiê contribui para o conhecimento das diferentes técnicas e possibilidades de reutilização dos resíduos agrícolas, buscando hoje uma agricultura mais sustentável, com menores custos de produção e novas alternativas de mercado, minimizando assim os danos causados ao meio ambiente.

Referências

- AKASAKI, J.L.; SILVA, A.P. Estudo de composições do solo estabilizado com cal e resíduos agroindustriais. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA AGRÍCOLA, 30., 2001, Foz do Iguaçu. **Anais...** Foz do Iguaçu: SBEA, 2001. 1 Cd-Rom.
- ANISUZZAMAN, M.; CHOWDHURY, S.D. Use of four types of litter for rearing broilers. **Bristih Poultry Science**, v.37, n.3, p.541-545, 1996.
- ASSIS, A. M. et al. Utilização de substratos à base de coco no cultivo de *Dendrobium nobile* Lindl. (Orchidaceae). **Acta Scientiarum**, Maringá, v. 27, n. 2, p. 255-260, abr./jun. 2005.
- AVILA et al . Avaliação de materiais alternativos em substituição à maravalha como cama de aviário. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 37, n. 2, fev. 2008.
- AVILA, V.S. et al. **Cama de aviário**: materiais, reutilização, uso como alimento e fertilizante. Concórdia: EMBRAPA - CNPSA, 1992. 38p. (Circular Técnica, 16).
- BABEL, S.; KURNIAWAN, T.A. Cr(VI) removal from synthetic wastewater using coconut shell charcoal and commercial activated carbon modified with oxidizing agents and/or chitosan. **Chemosphere**, n. 54, p.951-967, 2004.
- BONONI, V. L. et al. **Cultivo de cogumelos comestíveis**. São Paulo: Ícone, 1995. 206 p.
- CARNEIRO, J. G. de A.; BRITO, M. A. R. Nova metodologia para produção mecanizada de mudas de *Pinus taeda* L. em recipientes com raízes laterais podadas. **Revista Árvore**, Viçosa, v. 22, p.63-77, 1995.
- CARVALHO, José. Gabriel. **Compostagem de resíduos agrícolas**. Lavras: Editora UFLA, 2006.
- CENBIO - Centro Nacional de Referência em Biomassa. **Resíduos no Brasil**. São Paulo: Universidade de São Paulo, [20--?]. Disponível em: <http://infoener.iee.usp.br/scripts/biomassa/br_residuos.asp>. Acesso em: 24 jan. 2012.

CENBIO - Centro Nacional de Referência em Biomassa. **Panorama do potencial de biomassa no Brasil**. Brasília: Dupligráfica, 2003. 80 p.

CENTRO DE TECNOLOGIA CANAVIEIRA. **Palha de cana**. [S.l.], 2012. Disponível em: <http://www.ctcanavieira.com.br/index.php?option=com_content&view=article&id=368&Itemid=1324>. Acesso em: 6 fev. 2012.

CÉSAR, E. **Novas técnicas transformam palha da cana em bioóleo, carvão siderúrgico, carbeto de silício e, no futuro, etanol**. [S.l.], 2008. Disponível em: <<http://www.ecodebate.com.br/2008/12/18/novas-tecnicas-transformam-palha-da-cana-em-biooleo-carvao-siderurgico-carbeto-de-silicio-e-no-futuro-etanol/>>. Acesso em: 6 fev. 2012.

COELHO, S. T. et al. **Atlas da Biomassa**. São Paulo: CENBIO - Centro Nacional de Referência em Biomassa; Universidade de São Paulo, 2008. (Projeto Fortalecimento Institucional do CENBIO). Disponível em: <http://cenbio.iee.usp.br/download/atlas_cenbio.pdf>. Acesso em: 25 jan. 2012.

COLOMBO, L. A. et al. Aclimatização de um híbrido de *Cattleya* em substratos de origem vegetal sob dois sistemas de irrigação. **Acta Scientiarum**, Maringá, v. 27, n. 1, p. 145-150, jan./mar. 2005.

CORTEZ, L. A. uso de resíduos agrícolas para fins energéticos: o caso da palha de cana de açúcar. **Revista Brasileira de Energia**, Rio de Janeiro, v. 6, n° 1, p. 66-81, 1° sem. 1999.

CRISPIN, A. **CETESB proíbe queima da cana em São Paulo**. Araçatuba, 2010. Disponível em: <<http://www.lr1.com.br/index.php?pagina=noticia&categoria=cidade¬icia=8733>>. Acesso em: 23 jan. 2012.

DESTRO, P. et al. Produção de carvão ativado a partir dos resíduos da colheita do feijão (palha de feijão). REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE QUÍMICA, 2009, Fortaleza/CE. Resumos...São Paulo: SBQ, 2009. Disponível em: <<http://sec.sbq.org.br/cdrom/32ra/resumos/T1980-1.pdf>>. Acesso em: 7 fev. 2012.

DIAS, E.S. et al. Cultivo do cogumelo *Pleurotus sajor-caju* em diferentes resíduos agrícolas. **Ciência agrotécnica**. Lavras, v. 27, n. 6. nov./dez. 2003.

ETHOS - Instituto de Empresas e Responsabilidade Social. **Crédito de carbono pela compostagem de resíduos orgânicos**. [São Paulo], [20--?]. Disponível em: <<http://www.ethos.org.br/mostravirtual/negocios/430/430.html>>. Acesso em: 23 jan. 2012.

FARIA, R. T. et al. Performance of diferents genotyps of brazilian orchid cultivation in alternatives substrates. **Brazilian Archives of Biology and Technology**, Curitiba, v. 44, n. 4, p. 337-342, 2001.

FERREIRA, R. de C. **Desempenho físico-mecânico e propriedades termofísicas de tijolos e mini-painéis de terra crua tratada com aditivos químicos**. Tese (Doutorado em Construções Rurais e Ambiente)-Faculdade de Engenharia Agrícola, Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2003.

HURLER, A.; WEY, R. Technique of griding and making the mash. **Confructa Stud**. v. 28, n. 2, p. 125-130, 1984.

INSTITUTO AGROPOLOS. **Ensinar fazendo o processo de amonização**. Fortaleza, CE: Assessoria de Imprensa. 2010. Disponível em: <<http://www.institutoagropolos.org.br/blog/editorias/categoria/noticias/ensinar-fazendo-o-processo-de-amonizacao>>. Acesso em: 25 jan. 2012.

LUCAS JR., J.; SANTOS, T. M. B. Aproveitamento de resíduos da indústria avícola para produção de biogás. In: SIMPÓSIO SOBRE RESÍDUOS DA PRODUÇÃO AVÍCOLA, 2000, Concórdia, SC. **Anais...** Concórdia: Embrapa Suínos e Aves, 2000. p. 27-43.

MARTINS, R. **Energia produzida a partir do bagaço da cana é economicamente viável.** São Paulo, 2009. Disponível em: <<http://www.inovacaotecnologica.com.br/noticias/noticia.php?artigo=energia-produzida-partir-bagaco-cana-economicamente-viavel&id=010175090810>>. Acesso em: 3 fev. 2012.

MATOS, A.T. **Tratamento de resíduos agroindustriais.** Viçosa: Universidade Federal de Viçosa, 2005. Curso sobre tratamento de resíduos agroindustriais ministrado pela Fundação Estadual do Meio Ambiente em 2005.

MILANI, A.P. da S.; FREIRE, W.J. Características físicas e mecânicas de misturas de solo, cimento e casca de arroz. **Engenharia Agrícola**, Jaboticabal, v.26, n.1, p.1-10, 2006.

MORGADO, I.F. et al. Resíduos agroindustriais prensados como substrato para a produção de mudas de cana-de-açúcar. **Sciencia Agrícola**, São Paulo, v. 57, n. 4, p.709-712, out./dez. 2000.

OLX. **Casca de arroz carbonizada.** Lajeado/RS, [20--?]. Disponível em: <<http://lajeado-riograndedosul.olx.com.br/casca-de-arroz-carbonizada-iid-233150983>>. Acesso em: 3 fev. 2012.

PECEGE - Programa de Educação Continuada em Economia e Gestão de Empresas. **Custos de produção de cana-de-açúcar, açúcar e etanol no Brasil: acompanhamento da safra 2010/2011 – Centro-Sul.** Piracicaba: Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”; Universidade de São Paulo, 2011. Relatório apresentado a Confederação da Agricultura e Pecuária do Brasil – CNA. (Essa última informação é melhor apresentada como nota de conteúdo, verificar página 8 da IT02 e item 8.11 da NBR 6023)

RAMOS, L. P. **Aproveitamento integral de resíduos agrícolas e agroindustriais.** Curitiba: Universidade Federal do Paraná, 2001.

REIS, M. O.; OLIVEIRA, L. S.; ROCHA, S. D.; Adsorvente de resíduos do beneficiamento do café. In: VI CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA QUÍMICA EM INICIAÇÃO CIENTÍFICA, 6, 2005, Campinas. **Anais...** São Paulo: Unicamp, 2005.

ROSA, B.; FADEL, R. **Uso de amônia anidra e de ureia para melhorar o valor alimentício de forragens conservadas.** In: SIMPÓSIO SOBRE PRODUÇÃO E UTILIZAÇÃO DE FORRAGENS CONSERVADAS, 1., 2001, Maringá. **Anais...** Maringá: UEM, p.41-63, 2001.

RIBEIRO, H.; FICARELLI, T. R. A.. Queimadas nos canaviais e perspectivas dos cortadores de cana-de-açúcar em Macatuba, São Paulo. **Sociedade Saúde**, São Paulo, v. 19, n. 1, mar. 2010. Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0104-12902010000100005&lng=en&nrm=iso>. Acesso em: 6 fev. 2012.

ROSA, M. F. et al. Utilização do pó da casca de coco verde na germinação de alface hidropônico. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v. 19, n. 2, p. 294, 2001.

SÃO PAULO. Secretaria Estadual da Agricultura e Abastecimento. Lei Estadual nº 11.241, de 19 de setembro de 2002. Dispõe sobre a eliminação gradativa da queima da palha da cana-de-açúcar e dá providências correlatas. **Diário Oficial do Estado**, São Paulo/SP, 20 set. 2002. Disponível em: <http://www.iea.sp.gov.br/out/bioenergia/legislacao/2002_Lei_Est_11241.pdf>. Acesso em: 6 fev. 2012.

SILVA, M. A.; MELO, R. S.; SOUZA, R. R. Biodegradação de resíduos agrícolas como alternativa à redução de riscos ambientais no semiárido sergipano. In: ENCONTRO DA ANPPAS, 2004, Indaiatuba. **Anais...** Indaiatuba, SP, 2005. Disponível em: <http://www.anppas.org.br/encontro_anual/encontro2/>. Acesso em: 23 jan. 2012.

SOUZA, F.X. Casca de arroz carbonizada: um substrato para a propagação de plantas. **Revista Lavoura Arrozeira**, [Porto Alegre], v. 46, n. 406, p. 11, jan./fev. 1993. Disponível em: <http://www.cultivodeflores.com.br/casca_de_arroz.htm>. Acesso em: 6 fev. 2012.

SOUZA, N. A.; JASMIM, J. Uso de casca de coco em substrato e tutor para o cultivo de singônio. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE FLORICULTURA E PLANTAS ORNAMENTAIS, 13., 2001, São Paulo. **Anais...** São Paulo: SBFPO, 2001.

SOUZA, O. et al. **Importância da utilização de resíduos agropecuários**. Uberaba, MG: O Berro, 2005.

STEGANI, V. **Aclimatização de orquídea utilizando como substrato pó de bagaço de cana-de-açúcar**. 2006. Dissertação (Mestrado em Agronomia) - Universidade Estadual de Maringá, Maringá, 2006. Disponível em: <http://www.dominiopublico.gov.br/pesquisa/DetalheObraForm.do?select_action=&co_obra=173025>. Acesso em: 23 jan. 2013.

TSAI, W.T. et al. Cleaner production of carbon adsorbents by utilizing waste corn cob. **Resources, Conservation and Recycling**, n.32, p.43-53, 2001.

VICENZI, R; BILHALVA, A. B.; TREPTOW, R. O. Avaliação sensorial do suco de maçã processado com casca de arroz como coadjuvante de prensagem. **Ciência Tecnológica Alimentar**, Campinas, v. 21, n. 3, dez. 2001.

Identificação do Especialista

Fernanda Oliveira – Mestre em Biotecnologia

Jéssica Câmara Siqueira – Mestre em Ciência da Informação





Serviço Brasileiro de Respostas Técnicas

www.respostatecnica.org.br