

## Caracterização, classificação e destinação de resíduos da agricultura

CHARLES DOUGLAS ROSSOL<sup>1</sup>; HOMERO SCALON FILHO<sup>2</sup>; LUIZ NERI BERTÉ<sup>3</sup>;  
PAULO EVANDRO JANDREY<sup>4</sup>; DANIEL SCHWANTES<sup>5\*</sup>; AFFONSO CELSO  
GONÇALVES JR.<sup>6</sup>

<sup>1</sup>Engenheiro Agrônomo, Mestrando em Agronomia pela Universidade Estadual do Oeste do Paraná (UNIOESTE) - *campus* de Marechal Cândido Rondon

<sup>2</sup>MSc. em Agronomia, Doutorando em Agronomia pela UNIOESTE, Professor da Universidade Estadual do Mato Grosso do Sul (UEMS)

<sup>3</sup>Engenheiro Agrônomo, Mestrando em Agronomia pela UNIOESTE

<sup>4</sup>Engenheiro Agrônomo, Mestrando em Agronomia pela UNIOESTE

<sup>5</sup>Engenheiro Agrônomo, Mestrando em Agronomia pela UNIOESTE. E-mail: [daniel\\_schwantes@hotmail.com](mailto:daniel_schwantes@hotmail.com).

\*Autor para correspondência

<sup>6</sup>Pós-Doutor em Ciências Ambientais, Professor Associado da UNIOESTE, Centro de Ciências Agrárias – *campus* de Marechal Cândido Rondon

### RESUMO

O uso agrônômico racional de resíduos é apresentado como uma opção para a solução de problemas ambientais; porém, implica em ampliação dos conhecimentos sobre os resíduos e suas respectivas formas de tratamento. O presente trabalho relata uma pesquisa realizada sobre a aplicação dos resíduos na agricultura, bem como a classificação, o tratamento, a gestão e a destinação desses resíduos. A reutilização de resíduos na agricultura pode ser associada aos processos de classificação, controle, produção, armazenamento, recolha, transferência e transporte, processamento, tratamento e destino final dos resíduos sólidos, de acordo com os melhores princípios de preservação da saúde pública, economia, engenharia, conservação dos recursos, estética e outros princípios ambientais.

**Palavras-chave:** classificação de resíduos agrícolas, gestão de resíduos, reciclagem

### ABSTRACT

#### Characterization, classification and disposal of waste in agriculture

The rational agronomic use of waste is presented as an option for the solution of environmental problems, but it involves expansion of knowledge on waste and their treatments. This paper reports a study on the application of agricultural waste, as well as the classification, treatment, management and disposal of such waste. The reuse of waste in agriculture can be associated with the processes of classification, control, production, storage, collection, transfer and transportation, processing, treatment and disposal of solid waste, according to the best principles of preservation of public health, economics, engineering, resource conservation, aesthetics and other environmental principles.

**Keywords:** classification of agricultural waste, waste management, recycling.

### INTRODUÇÃO

A disposição de qualquer resíduo na agricultura está diretamente relacionada à necessidade de minimização de efeitos do desenvolvimento da sociedade contemporânea ao longo do tempo, efeitos estes nem sempre benéficos para o meio ambiente, à vida e ao próprio ser humano (ARMSTRONG, 2006).

SAP 5858

Data do envio: 09/12/2011

Data do aceite: 23/02/2012

O avanço industrial tem gerado grande quantidade e variedade de resíduos, causando sérios problemas ambientais. Com o aumento dos custos dos fertilizantes comerciais e a escassez de áreas disponíveis próximas aos grandes centros urbanos para o despejo dos resíduos industriais e urbanos, o uso desse material na agricultura tornou-se alternativa atrativa, tanto do ponto de vista de reciclagem de nutrientes, quanto do ponto de vista econômico (MESQUITA, 2002).

Enquanto por um lado a adequada destinação final dos resíduos domésticos constitui-se em uma necessidade de saúde pública, de preservação ambiental e de responsabilidade social por outro o retorno da matéria orgânica e nutrientes ao solo poderá evitar problemas de contaminação e degradação dos recursos hídricos e poderá contribuir para a produção de alimentos, forrageiras, fibras e biocombustíveis (FIXEN, 2009).

## **CLASSIFICAÇÃO DE RESÍDUOS**

A classificação mais comumente adotada faz menção à toxicidade dos defensivos agrícolas de modo geral, herbicidas inclusive, considerando Classe I: extremamente tóxico; Classe II, altamente tóxico; Classe III, moderadamente tóxico; Classe IV, produto tóxico. Essa classificação serve de alerta para os profissionais envolvidos no processo da aplicação, técnicos ou não e os cuidados com sua proteção individual, e essa parece ser sua limitação não se estendendo às questões da exposição no longo prazo ou às questões que envolvam relação da produção vegetal em larga escala com o meio ambiente (ANDEF, 2011). Aqui não são apresentados produtos não tóxicos, ou atóxicos, mas existe menção aos resíduos classificados como não perigosos geralmente orgânicos na NBR 10004 (ABNT, 2004).

Na agricultura, os resíduos provenientes da aplicação como a dispersão por névoa, gotejamento de equipamentos, vazamento ou derramamento de embalagens e contaminação do EPI – Equipamento de Proteção Individual são raramente citados, enquanto que o maior índice de contaminação ocorre com a exposição prolongada e a reutilização dos recipientes que passam a merecer, por determinação legal, a conceituação da tríplice lavagem e o descarte adequado das embalagens vazias, com o devido acompanhamento técnico que deve ocorrer desde a emissão do receituário agrônomo (LEI Nº 7.802, de 11/07/ 1989). Portanto, essa questão pode ser retirada do debate, desde que seguidos os preceitos legais, da ética profissional, do treinamento e da educação dos aplicadores e do bom senso.

Porém outros resíduos são decorrentes da atividade agrícola, mas antes da abordagem do assunto convém uma revisão sobre os resíduos de uma forma geral e de sua classificação.

Resíduos gerados pelo consumismo moderno são todos eles passíveis de classificações propostas por diversas instituições, profissionais isolados ou agregados a entidades ambientalistas conforme sua especialidade. Os mesmos resíduos vistos por um sanitarista e por um físico, por um professor de biologia do ensino médio e por um grupo de pesquisadores de uma Organização Não Governamental (ONG) ambientalista sediada no norte europeu, obviamente serão alvo de propostas de classificação muito distintas, mas nem por isso de menor ou maior importância considerando a questão do impacto ambiental. Talvez a consideração deva repousar na eficiência, clareza e objetividade da classificação, tornando-a compreensível ao público - leigo - interessado.

Classificações extremamente prolixas podem ter seu valor acadêmico reconhecido, mas classificações que possam ser adotadas por prefeituras do interior da imensidão isolada de uma nação continental têm que ser igualmente consideradas.

Alguns exemplos são citados na literatura e mostram vantagens da classificação de resíduos passivos de reciclagem ou reutilização como a conversão de resíduos agrícolas à base de casca de café em substrato para o cultivo de orquídeas (ASSIS, 2011), uma alternativa considerável por reduzir os custos e o acúmulo desses materiais no meio ambiente, e a oferta de subprodutos de frutas in natura na dieta de bovinos em substituição parcial à silagem de milho, que mostrou resultados igualmente consideráveis (AZEVEDO, 2011), o que demonstra que por

resíduos agrícolas não se deva entender necessariamente a contaminação ambiental por defensivos, notadamente os fitossanitários, e que sua classificação pode ser reavaliada.

A população tem sido induzida a acreditar que todo papel é reciclado e que economizar papel é poupar uma árvore, o que é verdade, em parte. Educadores do ensino fundamental passam a informação para crianças entendendo que o meio ambiente já está comprometido e que cabe à geração delas a tarefa de resgatar a moradia dos pequenos símios e das aves do planeta.

Esforços são dispensados na instalação de coletores de resíduos nas cantinas das escolas, um deles específico para o papel, um produto orgânico de origem vegetal obtido a partir de lavouras de pinus cultivadas para esse fim. E ali, nos coletores, são depositados na sua imensa maioria guardanapos e lenços de papel contaminados com resíduos orgânicos e químicos, como saliva e gorduras. Isso não é material a ser reciclado.

O termo “lixo” tem profundas raízes na nossa cultura, mas deve ser revisto em função da atual questão ambiental. O que é “lixo” pode ser de extremo valor como fator de produção para novos e atentos microempreendedores. Embalagens de shampoo, cremes, óleo de cozinha, condimentos, alguns produtos de limpeza, água mineral, refrigerantes, podem ser recicláveis tornando-se fonte de renda para muitas famílias que, em regime individual ou de cooperativas, encontram na atividade um caminho para a dignidade social. Pejorativamente chamados de “catadores de papel”, quando bem orientados produzem uma melhora na qualidade da vida urbana, que passa despercebida pela sociedade de consumo, que tem como alívio de consciência a preservação de latinhas de cerveja, quando muito. Outros materiais podem ser igualmente portadores de potencial financeiro quando reciclados ou reutilizados, e sobram exemplos de grupos de artesãos que transformam nosso “lixo” em belezas e utilidades que vão desde uma árvore de natal a um barco ou fundação para casas de moradia, deixando de ser simplesmente lixo para se tornar matéria prima de utilidade ampla, ou reutilizados, ou ainda convenientemente descartados gerando um lucro que pode ser expresso em moeda ambiental.

Por considerar a questão ainda com lacunas, procedeu-se a uma revisão de literatura com abordagem ampla que mostra que os resíduos sólidos de forma geral podem ser classificados conforme o seu tipo, sua origem e composição química, dentre outros, e mostra ainda que de forma implícita suas interfaces com a especificidade dos resíduos agrícolas.

## **TIPO**

Os resíduos sólidos podem ser mais sucintamente classificados em dois tipos: Reciclável e Não Reciclável, sendo esse último composto principalmente por material contaminado.

## **ORIGEM**

Quanto à sua origem os resíduos podem ser classificados segundo a forma proposta por Pires & Mattiazzo, (2008) em:

- a) Resíduos da atividade agrícola, que são aqueles originados exclusivamente da produção agropecuária, compostos por resíduos de lavouras, como as palhas e da atividade zootécnica, como dejetos orgânicos passíveis de tratamento para posterior utilização como esterco e considerados, ambos, como portadores de baixa concentração de contaminantes;
- b) Resíduos da atividade industrial, compostos de matéria prima originada estritamente da produção agrícola e completamente isenta de outros elementos que não aqueles provenientes dos produtos de colheita ou da criação durante o processo de industrialização, como ocorre na industrialização da cana-de-açúcar;
- c) Resíduos da atividade industrial, compostos por matéria prima agrícola com adição durante o processamento industrial de outras substâncias, como ocorre na indústria alimentícia.

Outros métodos são largamente definidos para a classificação dos resíduos de forma geral, não somente os de origem agrícola, mas que podem encontrar interfaces interessantes, aqui propostas, com base nos aspectos de sua obtenção.

Da atividade dos serviços de saúde, ou “lixo hospitalar”, somam-se aqueles provenientes de enfermarias diversas, laboratórios de análises clínicas, farmácias e pronto-socorro, constituídos por seringas, agulhas, curativos e outros materiais que podem apresentar algum tipo de contaminação por agentes patogênicos químicos e orgânicos. Deve-se considerar que em toda atividade de criação, extensiva ou principalmente intensiva, restos de remédios principalmente vencidos, suas embalagens, seringas veterinárias e similares descartados em escala considerável, são eventualmente depositados em vala comum na propriedade sem os cuidados que a técnica exige.

Da atividade domiciliar, gerados nas residências com volume e diversificação influenciadas por seu nível socioeconômico e talvez por esse fato os mais danosos para o meio ambiente e para a saúde pública, considerando o problema comum das cidades com relação aos aterros sanitários. Aqui cabem três alertas a respeito primeiro da não separação das embalagens plásticas, recicláveis, e das pilhas e baterias, restos de remédios, lâmpadas halogênicas e outros, não recicláveis. Segundo do material contaminante como fraudas descartáveis, absorventes higiênicos, papel higiênico, termômetros e restos de medicamentos, além de embalagens com restos de produtos de limpeza inclusive ácidos tipo limpa pedra, que se avolumam perigosamente nos “lixões”. Terceiro do próprio conceito de “aterro sanitário”, que se trata de uma técnica de alocação de resíduos notadamente urbanos, mas erroneamente entendido simplesmente como um local de depósito de lixo. Outra vez cabe a consideração da interface, pois se observa nas casas de moradia da população rural necessidades de consumo pouco diferenciada da população urbana, e o descarte se faz invariavelmente na propriedade rural, normalmente próximo das casas e perigosamente próximo de cursos d’água e nascentes.

Da atividade essencialmente agrícola, gerado pelas criações em sistema intensivo (resíduos orgânicos de granjas e confinamentos), pela mecanização das lavouras com cada vez maior dependência de novas tecnologias (pneus velhos, óleo lubrificante, estopas, óleo de aplicação hidráulica, graxas e embalagens vazias, água do sistema de arrefecimento, solução de baterias) e pelo cultivo (embalagens de sementes, adubos e restos de mangueiras e bicos pulverizadores).

Da atividade agroindustrial gerado pelos abatedouros, usinas de álcool e açúcar, curtumes, ração animal, laticínios, óleos vegetais e usinas de compostagem, que em alguns casos subsidiam a aquisição do composto por pequenos produtores para a sua reutilização como fonte de nutrientes.

## COMPOSIÇÃO QUÍMICA

Orgânicos: são considerados os restos de alimentos “*in natura*”, de vegetais, carcaças e estrume, dentre outros. Ressalta-se que alguns compostos orgânicos podem ser tóxicos, nesse caso denominados “Poluentes Orgânicos Persistentes” (POP) e “Poluentes Orgânicos Não Persistentes”. Dentre os primeiros encontram-se os hidrocarbonetos de alto peso molecular, alguns encontrados em formulações de ampla aplicação agrícola; e os solventes de baixo peso molecular, alguns pesticidas biodegradáveis e a maioria dos detergentes enquadram-se como “Poluentes Orgânicos Não Persistentes”. Inorgânicos: material inerte como borrachas, plásticos, soluções, graxas e óleos. Conforme a Tabela 1, os resíduos com origem diversa e estritamente agrícola apresentam interfaces de fácil percepção.

Verifica-se que os resíduos gerados pela atividade agrícola, quando observadas as questões técnicas, educacionais, legais e de bom senso não se restringem aos defensivos, que têm normatização para seu descarte. Comunidades agrícolas geram os mesmos resíduos que as urbanas ainda que em menor escala, mas não possuem as mesmas formas de coleta e técnicas de descarte. A reciclagem, reutilização e deposição ainda precisam ser melhor avaliadas e uma noção da periculosidade da não observância desses fatores pode se tornar uma questão de relevância ambiental.

**TABELA 1.** Interfaces entre as fontes convencionais de resíduos e a atividade agrícola.

<b>RESÍDUO</b>	<b>FONTE</b>	<b>TIPOS</b>	<b>AGRICULTURA</b>
Hospitalar	Hospitais, postos de saúde, sedes de unidades de atendimento móvel, enfermarias, clubes, laboratórios, farmácias e ainda escolas e domicílios	Seringas, agulhas, frascos, remédios vencidos, restos de medicamentos, de curativos, produtos químicos e outros materiais que podem estar contaminados	Atividades ligadas à Zootecnia e à Veterinária
Domiciliar	Residências urbanas e rurais, casa de campo, de praia, ranchos de pesca	Restos alimentares, resíduos sanitários, papel, plástico, vidro, pilhas, baterias, medicamentos vencidos, restos de remédios, <u>produtos químicos em geral</u>	Habitações e recreação
Entulho	Construção civil e reformas	Restos de tijolos, telhas, madeira, cimento, ferragens, tubos plásticos, vidros, <u>produtos químicos</u>	Habitações, almoxarifados e instalações zootécnicas
Estritamente Agrícola	Atividades agropecuárias	Palhas, cascas, estrume, animais mortos, bagaços, produtos veterinários pregos, grampos de cerca, restos ferramentas, de arame liso e farpado	Rotina

## **GESTÃO DA APLICAÇÃO DE RESÍDUOS**

### a) Aspectos legais

Como não existe uma legislação específica para a gestão dos resíduos na agricultura, toma-se como base para a disponibilização desses materiais a Lei Federal nº 6938, de 31 de agosto de 1981, que trata da política nacional do meio ambiente e define, no seu artigo 3º: I - meio ambiente: conjunto de condições, leis, influências e interações de ordem física, química e biológica, que permite, abriga e rege a vida em todas as suas formas; II - degradação da qualidade ambiental: alteração adversa das características do meio ambiente; III - poluição: a degradação da qualidade ambiental resultante de atividades que direta ou indiretamente: a) prejudiquem a saúde, a segurança e o bem estar da população; b) criem condições adversas às

atividades sociais e econômicas; c) afetem desfavoravelmente a biota; d) afetem as condições estéticas ou sanitárias do meio ambiente; e) lancem matérias ou energia em desacordo com os padrões ambientais estabelecidos. IV - poluidor: pessoa física ou jurídica, de direito público ou privado, responsável direta ou indiretamente por atividade causadora de degradação ambiental; V - recursos ambientais: atmosfera, águas interiores, superficiais e subterrâneas, estuários, mar territorial, solo e elementos da biosfera.

#### b) Aspectos técnicos

Nas discussões sobre os rumos do processo de destruição da natureza, desde a Conferência de Estocolmo (1972), Sachs propôs o conceito de ecodesenvolvimento, depois ampliado para desenvolvimento sustentável. Ele enfatizou a necessidade de se planejar formas de harmonização entre atividades socioeconômicas e o trabalho de gestão do meio ambiente, buscando “aquele desenvolvimento que atenda às necessidades do presente, sem comprometer as possibilidades das gerações futuras atenderem às próprias”. Esta concepção incorpora as diferenças entre países e culturas, além de implicar na integração entre meio ambiente e estrutura socioeconômica - num processo que melhora as condições de vida das comunidades humanas e, ao mesmo tempo, respeita os limites da capacidade de carga dos ecossistemas (SACHS, 1993).

A sociedade como um todo tem poluído a natureza pelo consumo exagerado de produtos industrializados e tóxicos que, ao serem descartados, acumulam-se no ambiente, causando danos ao planeta e à própria existência humana.

Barbieri (2004) conceitua o termo, gestão do meio ambiente, ou simplesmente gestão ambiental entendidos como as diretrizes às atividades administrativas e operacionais, tais como, planejamento, direção, controle, alocação de recursos e outras realizadas com o objetivo de obter efeitos positivos sobre o meio ambiente, quer reduzindo ou eliminando os danos ou problemas causados pelas ações humanas, quer evitando que eles surjam.

Segundo Tachizawa (2006), “A gestão ambiental e a responsabilidade social, tornam-se importantes instrumentos gerenciais para capacitação e criação de condições de competitividade para as organizações, qualquer seja seu segmento econômico”.

Para se instalar um plano de gestão ambiental é necessário a realização de uma análise ambiental, formulando-se uma hipótese preliminar de situações de impactos ambientais, considerando-se requisitos técnicos, econômicos e financeiros de forma a obter as melhores alternativas ambientais para minimizar os impactos negativos, e otimizar ou potencializar os positivos (KOHN DE MACEDO, 1994).

Pires & Mattiazzo (2008) relatam que para ser realizada a utilização de resíduos na agricultura, se faz necessário o planejamento desta aplicação, considerando alguns aspectos, legais, ambientais e econômicos, sendo que a aplicação do mesmo devera ser viável economicamente e sustentável ambientalmente.

Segundo os autores varias características devem ser observadas e existe a necessidade de se realizar operações antes da utilização destes resíduos na agricultura como fonte de nutrientes, para que problemas futuros sejam evitados.

O pré-tratamento do resíduo para uso deve ser efetuado sempre que necessário, envolvendo atividades de adequação do resíduo antes de aplicá-lo ao solo, como secagem ou eliminação de patógenos, se assim for necessário. Outra questão pertinente a gestão dos resíduos, envolve o transporte dos mesmos, sendo que devem ser tomados os cuidados necessários para transportar adequadamente o resíduo até a propriedade agrícola ou até a área de aplicação.

O armazenamento do resíduo também merece atenção e cuidados, como características do depósito ou necessidade de cobrir o resíduo. A dose de resíduo a ser aplicada na área é outro ponto relevante na gestão, sendo que deve haver uma base de cálculo da dose de resíduo a ser adicionada, inclusive apresentando a caracterização do resíduo utilizado. O local de aplicação deve ser caracterizado, principalmente em relação à topografia, tipo de solo, proximidade de coleções hídricas, profundidade do lençol freático, direção do fluxo de água, entre outros.

Outro ponto relevante no gerenciamento correto da utilização de resíduos na agricultura, segundo os autores, é o preparo da área e o método de aplicação utilizado. Durante a aplicação, alguns cuidados devem ser tomados, como a utilização de equipamentos de proteção individual e, em caso de acidentes saber os procedimentos a serem tomados. O monitoramento da área, para aplicação dos resíduos, com o tipo e a frequência de amostragem e análises a serem realizadas, é mais um aspecto técnico a ser considerado na gestão adequada dos resíduos.

## TRATAMENTO DE RESÍDUOS

A atividade humana, seja ela industrial ou não, é um grande agente gerador de resíduos. Corantes, óleos, graxas e muitos outros subprodutos acarretam diversos problemas ao meio ambiente, sendo que uma importante parcela do processo de contaminação pode ser atribuída às atividades das refinarias de petróleo, das indústrias químicas, têxteis e farmacêuticas, da agricultura, esgotos sanitários e resíduos domésticos. Em vista da escassez dos recursos hídricos disponíveis, diversas alternativas e novas tecnologias têm sido desenvolvidas para o tratamento desses compostos orgânicos tóxicos (AQUINO NETO *et al.*, 2011).

Hoje em dia, há uma grande variedade de métodos físicos, químicos e biológicos disponíveis para o tratamento de águas residuais provenientes de diversas atividades humanas. O objetivo desses tratamentos é realizar a transferência de fase do material do efluente de interesse e, se possível, transformar substâncias que possuem elevado grau de toxicidade em compostos inertes, como CO<sub>2</sub> e H<sub>2</sub>O, ou em outros menos agressivos ao meio ambiente. Dentre os diversos tratamentos físicos existentes, a adsorção em carvão ativado, coagulação e flotação são bastante eficientes na remoção dos compostos de interesse de matrizes complexas (AQUINO NETO *et al.*, 2011).

O tratamento biológico é o método mais utilizado para a remoção de resíduos, já que possui baixo custo, porém, sua cinética de degradação é lenta e sua ação é limitada a compostos de baixa toxicidade e a concentrações baixas de contaminantes (ALPARSLAN, 2006).

O tratamento eletroquímico surge como uma alternativa para realizar a oxidação e não apenas a transferência de fase do material orgânico de interesse. Estudos mostram que se pode alcançar elevada eficiência de degradação com esta técnica (AQUINO NETO, 2009).

O processo da eletrofloculação, também chamado de eletrocoagulação ou eletroflotação é essencialmente um processo eletrolítico que envolve a desestabilização de poluentes emulsificados, ou em suspensão, em meio aquoso. Basicamente, este processo ocorre em três etapas (CRESPILO & REZENDE, 2004).

Segundo o mesmo autor, na primeira, o coagulante é gerado *in situ* pela oxidação de um ânodo metálico (M) de sacrifício; assim que os respectivos cátions são gerados na fase anódica, estes reagem com moléculas de água para formação dos respectivos hidróxidos e poli-hidróxidos. Na segunda etapa, os hidróxidos formados adsorvem-se em partículas coloidais originando os flóculos e tem-se o transporte dessas espécies que entram em contato com as impurezas. A remoção dos poluentes pode ocorrer tanto por complexação como por atração eletrostática e posterior coagulação. Na última etapa do processo ocorre a flotação, em decorrência da formação das microbolhas que são geradas da eletrólise da água.

O tratamento de efluentes oriundos de confinamentos de animais domésticos, como forma de adequá-los a uma qualidade desejada ou ao padrão de qualidade vigente, está associado aos conceitos do nível e da eficiência do tratamento. Os processos de tratamento de águas residuárias baseados nos sistemas naturais, que voltaram à tona nos Estados Unidos com o advento de “Clean Water Act” de 1972 (AUSTIN & MYERS, 2007), possuem as seguintes vantagens em relação aos sistemas convencionais: baixo custo de implantação, operação pouco mecanizada, baixa manutenção e fácil operação.

As lagoas facultativas são a variante mais simples das lagoas de estabilização. Os leitos cultivados são baseados nos alagados, nas várzeas naturais e agem como filtros biológicos onde

os responsáveis pela remoção de poluentes são os mecanismos físico-químicos e reações de degradação biológica aeróbia e anaeróbia (HEALY *et al.*, 2007).

### **APROVEITAMENTO DE RESÍDUOS ORGÂNICOS**

De um modo geral a reciclagem dos resíduos no meio rural, pode ser feita com o objetivo de reciclagem em energia ou reciclagem orgânica e de nutrientes. A reciclagem energética de resíduos tem como objetivo a geração de calor ou de gás combustível. A conversão de matéria orgânica em energia pode ser consumada através de vários processos, dependendo do material e do tipo de energia desejada. Entretanto, a digestão anaeróbia provavelmente seja o processo mais viável para conversão de esterco em energia, e em alguns casos, além da digestão anaeróbia, a combustão direta é outra alternativa viável (HOBSON *et al.*, 1981).

Sousa *et al.* (2010) mostraram no estudo desenvolvido a avaliação dos resíduos lignocelulósicos cascas de banana, engaço, pseudocaule e folhas de bananeiras como substrato de fermentação no processo de metanização. Os autores concluíram que o engaço in natura não possui potencial para uso como substrato de fermentação na geração de biogás; os demais resíduos (casca de banana, folhas e pseudocaule) foram empregados com sucesso na produção de biogás alcançando o rendimento considerável quando utilizados de forma conjunta. O processo mostrou ter viabilidade tanto técnica como econômica.

O aproveitamento de águas residuárias ricas em material orgânico tem sido adotado com frequência, como forma de disposição final adequada desses resíduos, concorrendo para que se obtenha melhoria na qualidade do solo, possibilitando a obtenção de aumento na produtividade de muitas culturas agrícolas (Matos *et al.*, 2003). Segundo Pereira Neto (1995a), a compostagem, desde que observados critérios técnicos, pode constituir-se em um processo seguro e eficaz de tratamento da matéria orgânica, por transformá-la em um fertilizante (composto orgânico) de grande valor e utilidade no meio agrícola. O composto orgânico vem sendo utilizado de muitas maneiras: na agricultura, florestação, horticultura, combate a erosão e na recuperação de solos degradados (PEREIRA NETO, 1987).

A utilização na agricultura deverá ser feita após a conversão de seus componentes em húmus, com a eliminação de substâncias tóxicas, possíveis microorganismos patogênicos e sementes de ervas daninhas (PEREIRA NETO, 1990). O uso do composto produzido na compostagem deverá ser criteriosamente monitorado, devido a uma possível contaminação do mesmo por metais pesados. “O biofertilizante deve ser encarado como um benefício a mais, desde que seja respeitada uma combinação harmoniosa dos princípios da ciência do solo, saúde pública e hidrologia” (LUCAS JR. & SANTOS, 2000).

Pelissari *et al.* (2010), estudaram a reutilização da fibra residual da mandioca como matéria-prima na construção civil, como agregado de argamassa de revestimento. Os autores realizaram testes de resistência, testes referentes à retenção de água a composição com adição de 10% de fibras é a que mais se assemelhou a matriz cimentícia plena. Os testes de retração demonstraram que não houve retração da massa em diferentes porcentagens testadas. Apesar da diminuição da resistência a compressão axial dos compósitos agregados com fibra, concluíram que este resíduo pode ser usado como argamassa de revestimento. Os autores também constataram que o bagaço obtido demonstrou potencialidade para o emprego como agregado de materiais cimentícios e direcionados à construção de baixo custo.

O estudo desenvolvido por Vendruscolo *et al.* (2009) trata do tratamento biológico do bagaço de maçã pelo fungo *gongronella butleri*, através do processo de fermentação em estado sólido, foi adicionado deste material na alimentação de tilápias. Os peixes submetidos à dieta contendo 30% do material tratado biologicamente na ração convencional apresentaram aumento de 44% na massa corporal com diferenças significativas em nível de 0,05 quando comparados com os alevinos alimentados apenas com ração convencional.

Magalhães *et al.* (2006) desenvolveram um estudo, avaliando o processo de compostagem de resíduo orgânico (bagaço de cana-de-açúcar triturado), utilizado como material

filtrante para águas residuárias de suinocultura, imediatamente após este material perder a capacidade filtrante e ter sido descartado da coluna filtrante. Os resultados obtidos permitiram concluir-se que o composto de bagaço de cana-de-açúcar corresponde ao fertilizante obtido por processo bioquímico, natural e controlado com mistura de resíduos de origem vegetal ou animal, contendo um ou mais nutrientes de plantas. Na avaliação da composição química do composto maturado, as pilhas de bagaço de cana-de-açúcar mais dejetos de suínos apresentaram concentração total de metais pesados que pode ser considerada segura, sob o ponto de vista de uso na adubação de culturas agrícolas, desde que obedecidos os critérios de taxa máxima de aplicação acumulativa.

## CONCLUSÃO

Muitas informações são geradas em torno do assunto, discute-se amplamente a destinação adequada dos resíduos em geral, sendo que sua reutilização no solo agrícola tem sido considerada como a opção mais interessante, tanto sob o ponto de vista ambiental como econômico, porém a utilização dos mesmos na agricultura deve ser precedida de análises de impacto ambiental e econômica, a utilização indiscriminada dos resíduos pode acarretar em contaminações. A gestão da aplicação destes resíduos tem papel fundamental para o sucesso da atividade.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALVES, J.D.; CORREIA, V.C.; COSTA, C.J. **Avaliação do bioconcreto com fibras mineralizadas de bambu**. A Construção em Goiás, v. -, p.04-09, 2008.

ANDEF – **Associação Nacional de Defesa Vegetal**. Disponível em <http://www.ande.com.br/defensivos/index.asp?cod=4>. Acessado em 11/11/2011.

AQUINO NETO, S.de; MAGRI, T.C.; SILVA, G.M.da; ANDRADE, A.R.de. Tratamento de resíduos de corante por eletrofloculação: um experimento para cursos de graduação em química. **Química Nova** [online]. 2011, v.34, n.8, p.1468-1471.

ARMSTRONG, D.L.P. **Lodo de esgoto alcalinizado como fonte de nitrogênio no desenvolvimento inicial da cultura do arroz**. Curitiba, 2006. 68 f. Dissertação (Mestrado em Ciência do solo). Universidade Federal do Paraná.

ASSIS, Adriane Marinho de et al . Cultivo de orquídea em substratos à base de casca de café. **Bragantia**, Campinas, v.70, n.3, 2011. Disponível em <<[http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0006-87052011000300009&lng=pt&nrm=iso](http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0006-87052011000300009&lng=pt&nrm=iso)>>. Acessado em 14 nov. 2011.

Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT). Resíduos Sólidos - Classificação. NBR 10004. 2ª ed. 2004.

AUSTIN, J.; MYERS, B. Anchoring the Clean Water Act. In: CONGRESS CONSTITUTIONAL SOURCES OF POWER TO PROTECT THE NATION'S WATERS, 2007, USA. **Environmental Law Institute**, 2007. 14 p.

AZEVEDO, J.A.G. *et al.* Consumo, digestibilidade total, produção de proteína microbiana e balanço de nitrogênio em dietas com subprodutos de frutas para ruminantes. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v.40, n.5, maio 2011. Disponível em <<[http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S151635982011000500017&lng=pt&nrm=iso](http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S151635982011000500017&lng=pt&nrm=iso)>>. Acesso em 14 nov. 2011.

BARBIERI, J.C. **Gestão ambiental empresarial: conceitos, modelos e instrumentos / Environmental management: concepts, models and tools.** São Paulo; Saraiva; 2004. 328 p.

BRASIL Lei nº 6938, de 31 de agosto de 1981. Dispõe sobre a Política Nacional do Meio Ambiente, seus fins e mecanismos de formulação e aplicação, e dá outras providências. **Diário Oficial da União**, Brasília, agosto de 1981.

BRASIL. Lei nº 7.802, de 11 de julho de 1989. Dispõe sobre a pesquisa, a experimentação, a produção, a embalagem e rotulagem, o transporte, o armazenamento, a comercialização, a propaganda comercial, a utilização, a importação, a exportação, o destino final dos resíduos e embalagens, o registro, a classificação, o controle, a inspeção e a fiscalização de agrotóxicos, seus componentes e afins, e dá outras providências. **Diário Oficial da União**, Brasília, DF, 11 jul. 1989.

CRESPILHO, F.R.; REZENDE, M.O.O. **Eletroflotação: Princípios e Aplicações**, RiMa Editora: São Carlos, 2004.

FIXEN, P.E. Reservas **mundiais de nutrientes dos fertilizantes**. Informações Agronômicas, IPNI, Piracicaba. n. 126, jun., p.8-14, 2009.

HEALY, M.G.; RODGERS, M.; MULQUEEN, J. Treatment of dairy wastewater using constructed wetlands and intermittent sand filters. **Bioresource Technology**, v.98, n.12, p.2.268-2.281, 2007.

HOBSON, P.N., BOUSFIELD, S., SUMMERS, R. **Methane production from agricultural and domestic wastes**. London: Applied Science Publishers, 250 p. 1981.

KOHN DE MACEDO, R.R. **Gestão ambiental: os instrumentos básicos para a gestão ambiental de territórios e de unidades produtivas**. Rio de Janeiro; ABES; 266 p. 1994.

LUCAS JR., J.; SANTOS, T.M.B. **Aproveitamento de resíduos da indústria avícola para produção de biogás**. Simpósio sobre Resíduos da Produção Avícola, Concórdia-SC, 12 de abril de 2000.

MAGALHAES, M.A.; MATOS, A.T.; DENICULI, W.; TINOCO, I.F.F. Compostagem de bagaço de cana-de-açúcar triturado utilizado como material filtrante de águas residuárias da suinocultura. **Revista brasileira de engenharia agrícola ambiental** [online], vol.10, n.2, pp. 466-471, 2006.

MATOS, A.T.; BRASIL, M.S.; FONSECA, S.P.P. **Aproveitamento de efluentes líquidos domésticos e agroindustriais na agricultura**. In: Encontro de Preservação de Mananciais da Zona da Mata Mineira, 3, 2003, Viçosa. Anais... Viçosa: ABES-MG, ABASMG, DEA/UFV, 2003. p.25-79.

MESQUITA, A.A. **Remediação de áreas contaminadas por metais pesados provenientes de lodo de esgoto**. 2002. 68p. Dissertação (Mestrado em Agronomia) - Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Seropédica.

PELISSARI, P.G.Z.; PAZ, D.; BORON L., HERMES, E. MUCELIM, E.C. Utilização de resíduo de fécula de mandioca como agregado de argamassa de revestimento. **Engenharia Ambiental** - Espírito Santo do Pinhal, v.7, n.1, p.109-120, jan./mar. 2010.

PEREIRA NETO, J.T. **A importância da temperatura nos sistemas de compostagem.** In: SIMPÓSIO LUSO-BRASILEIRO DE ENGENHARIA SANITÁRIA E AMBIENTAL, 4, 1990, Belo Horizonte. Anais 1990a. 17p. (Mimeogr.).

PEREIRA NETO, J.T. **On the treatment of municipal refuse and sewage sludge using aerated static pile composting; a low cost technology approach.** Leeds: University of Leeds, 1987. 276p. Tese (Doctor of Philosophy) - University of Leeds, 1987.

PIRES, A.M.M.; MATTIAZZO, M.E. **Avaliação da Viabilidade do Uso de Resíduos na Agricultura.** Circular Técnica 19. EMBRAPA:Jaguariúna, nov 2008. 9p. Rio de Janeiro, v. 14, n.4, 2009. Disponível em <<[http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S151770762009000400010&lng=pt&nrm=iso](http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S151770762009000400010&lng=pt&nrm=iso)>>. Acesso em 14 nov. 2011.

SACHS, I. **Do Crescimento Econômico ao Ecodesenvolvimento.** In: Desenvolvimento e Meio Ambiente no Brasil: a contribuição de Ignacy Sachs. Porto Alegre: Pallotti; Florianópolis: APED, 1998 (161-163) Estratégias de transição para o século XXI” in Para Pensar o Desenvolvimento Sustentável. M. Bursztyn (org) S. Paulo: Brasiliense, 1993 (29-56).

SOUZA, O.; FEDERIZZI, M.; COELHO, B.; WAGNER, T. M.; WISBECK, E. Biodegradação de resíduos lignocelulósicos gerados na bananicultura e sua valorização para a produção de biogás. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental** v.14, n.4, p.438-443, 2010.

TACHIZAWA, T. Gestão ambiental e responsabilidade social corporativa: estratégias de negócios focadas na realidade Brasileira – 4. ed. **Revista e ampliada** – São Paulo: Atlas, p. 23-31, 2006.

VENDRUSCOLO, F.; RIBEIRO, C.S.; ESPÓSITO, E.; NINOW J.E. Tratamento biológico do bagaço de maçã e adição em dietas para alevinos. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental** v.13, n.4, p.487-493, 2009.