

Uso de biodigestores em propriedades rurais: uma alternativa à sustentabilidade ambiental

George Barbosa*
Marcelo Langer**

Resumo

Os problemas ambientais causados pela destinação inadequada de dejetos no meio rural estão se tornando, cada vez mais, um problema para o meio ambiente e para as pessoas que vivem nas áreas rurais. Os resíduos (dejetos) da propriedade rural, quando não tratados e dispostos inadequadamente, podem causar prejuízos incalculáveis ao meio ambiente, sociedade e economia, pois podem contaminar o ar, o solo e a água. Esta pesquisa teve como principais atividades desenvolvidas a análise técnica de biodigestores para tratamento de resíduos de suínos e geração de biofertilizantes e biogás em propriedades rurais. As atividades foram desenvolvidas por meio de visitas técnicas a diversas obras realizadas nas propriedades, para um manejo adequado dos dejetos dos animais e levantamento dos benefícios da implantação de biodigestores. Essa análise apresentou suas vantagens e principais benefícios gerados, como a utilização do biogás para gerar energia renovável e limpa, e a produção de biofertilizantes para o uso em pastagens e lavouras. A adubação na própria propriedade mostrou uma realidade viável e facilmente aplicável. De forma geral, os aspectos que foram analisados e acompanhados, mostram que essa tecnologia de biodigestores traz ganhos significativos para o produtor e o meio ambiente. O tratamento e aproveitamento desses dejetos apresentam benefícios para o meio ambiente e para a saúde dos moradores locais, como ganhos ambientais mediante a redução de gases de efeito estufa e a redução da poluição ambiental; e socioeconômicos, por meio da produção de energia e biofertilizantes, além da possibilidade da venda de créditos de carbono.

Palavras-chave: Biodigestores. Biogás. Biofertilizantes. Dejetos agropecuários. Meio ambiente.

1 INTRODUÇÃO

Do ponto de vista econômico e social, o sistema biointegrado de atividades rurais é de grande importância para as pequenas e médias propriedades rurais, e também para a preocupação com o meio ambiente.

A destinação inadequada dos dejetos de animais nas propriedades rurais é um problema encontrado pelos agricultores, pois além de afetar o meio ambiente, traz danos que podem prejudicar a saúde desses agricultores e determinar maiores custos administrativos.

As propriedades rurais brasileiras estão se modernizando em virtude das inovações tecnológicas e de gestão no setor agroindustrial. O uso de energias renováveis é uma alternativa tecnológica capaz de gerar ótimos resultados, melhorando a gestão dos recursos econômicos da propriedade, reduzindo problemas ambientais pelos resíduos orgânicos e evitando problemas à saúde humana em razão da contaminação do meio ambiente, além de contribuir para a estabilização dos níveis de consumo dos recursos naturais e solucionar o problema de abastecimento energético mundial.

* Acadêmico do Curso de Tecnologia em Gestão Ambiental da Unoesc, *Campus* de Xanxerê, SC; Rua Dirceu Giordani, 696, Xanxerê, SC, 89820-000; george_colorado@hotmail.com

** Mestre em Ciências Florestais pela ESALQ/USP; professor do Curso de Tecnologia em Gestão Ambiental da Unoesc, *Campus* de Xanxerê, SC; Rua Dirceu Giordani, 696, Xanxerê, SC, 89820-000; malanger04@yahoo.es

A utilização da biomassa e o aproveitamento dos resíduos rurais, efluentes industriais e urbanos como fontes renováveis e sustentáveis de energia. Uma dessas tecnologias é a biodigestão, que pode gerar tanto benefícios ambientais pela eliminação de resíduos dispostos de modo irregular, diminuindo a contaminação da água, do solo, e do ar, quanto sociais evitando contato humano aos resíduos e à proliferação de pragas e outras doenças correlacionadas à falta de saneamento básico, além dos econômicos que podem ser percebidos por meio da geração de energia e uso de biofertilizantes de grande importância para as pastagens e adubação em geral.

Os benefícios econômicos são imensos, já que com a implantação do sistema de biodigestores haverá ganhos pela redução de energia comprada e uso dos recursos naturais para geração de energia sustentável mediante tecnologias de produção energética renováveis e mais limpas.

A utilização do gás em forma de energia é uma ótima forma de redução dos gastos, sendo a tecnologia dos biodigestores para produção de energia a partir de dejetos da agropecuária em propriedades rurais e os benefícios que o tratamento e uso desses resíduos podem trazer à agricultura e ao meio ambiente, com a produção de biogás e biofertilizantes.

A destinação inadequada dos dejetos de animais faz com que ocorram inúmeros problemas ambientais, como a poluição da água, do solo e também do ar; outro agravante é a proliferação de insetos e roedores, que acabam trazendo doenças para os seres humanos.

Os produtores rurais utilizam tecnologias que geralmente são escolhidas por sua eficiência e rentabilidade econômica. Entretanto, essas opções tecnológicas, ao causarem danos ambientais, afetam negativamente o bem-estar de outros agentes que utilizam os recursos ambientais comuns.

Especificamente, a medição dos impactos ambientais dos pacotes tecnológicos disponíveis ao produtor rural traz uma importante contribuição para o debate do dilema existente entre eficiência econômica e eficácia social, associado às escolhas técnicas feitas por agentes maximizadores de lucros.

1.1 CONTAMINAÇÃO DE ÁGUAS SUPERFICIAIS E SUBTERRÂNEAS

Um dos principais impactos causados pelo uso inadequado dos dejetos de animais é a contaminação de cursos de água, que ocorre em razão da disposição imprópria dos dejetos em rios, córregos ou lagos, e também pelo escoamento superficial em pastagens e lavouras adubadas com esses dejetos.

Pinheiro (2004) descreve que “[...] as atividades humanas, devido ao lançamento de resíduos, têm gerado alterações nas características físicas, químicas e biológicas dos corpos-d’água.”

Essa ação traz diversos problemas para a propriedade e também para a sua vizinhança, e isso ocorre em razão da composição físico-química de tais dejetos, ricos em determinados elementos químicos, como o fósforo (P), cuja concentração excessiva prejudica não somente água e solo, mas também o organismo dos seres vivos expostos a estes.

1.2 CONTAMINAÇÃO DO SOLO

Anjos et al. (2004) comentam que “[...] o solo é um recurso natural fundamental para a produção agrícola graças a um conjunto de propriedades que permitem que ofereça sustentação às plantas e lhes dê as condições necessárias de desenvolvimento.”

O uso incorreto desses dejetos, ou seja, usados como adubo puro no solo, pode trazer uma degradação deste, e conseqüente ao meio ambiente.

Ainda conforme Anjos et al. (2004), entre os principais componentes poluentes dos dejetos, principalmente de suínos, estão os macronutrientes nitrogênio (N) e fósforo (P), e alguns micro-

minerais como o zinco (Zn) e o cobre (Cu). A ação deteriorante do nitrogênio no solo ocorre em virtude da sua transformação em nitrato.

Com o aumento das atividades no meio rural, torna-se cada vez mais preocupante a situação do meio ambiente, decorrente da falta, muitas vezes, de um saneamento adequado às necessidades de cada propriedade.

A expansão da produção de suínos (suinocultura) na região, certamente se tornou um grande marco para o desenvolvimento socioeconômico da sociedade. Esses dejetos de animais são responsáveis por diversos problemas, como a proliferação de moscas, roedores, vetores de doenças, poluição de rios, emissão de GEE como CH_4 , NO, SO e outros.

De acordo com Cazarré (2008), para minimizar tais impactos, deverão ser tomadas algumas medidas, como desenvolver tecnologias para o tratamento dos dejetos à preço acessível aos produtores; monitorar os sistemas de tratamento existentes e os que virão; desenvolver novas linhas de créditos àqueles produtores que desejam resolver o problema; responsabilizar, por intermédio da promotora pública a integradora, agroindústria ou cooperativa e aumentar a fiscalização do órgão ambiental responsável.

Um suíno adulto produz em média 2 kg de esterco por dia, ou seja, 2000 gramas, o suficiente para criação de 2000 novas moscas por dia; cada mosca produz em média 1200 ovos durante sua vida (PAIVA, 1994).

A atual Legislação Ambiental Brasileira obriga os suinocultores a passarem por um processo para obter a licença ambiental em que os impactos da atividade são todos avaliados.

1.3 POLUIÇÃO DO AR

Segundo Assunção (2006, p. 102), atualmente, a poluição do ar é um problema mundial, com impactos em todo o planeta Terra, como o efeito estufa e a redução da camada de ozônio.

Os dejetos produzidos por animais nas propriedades rurais contribuem para a emissão de gases de efeito estufa. O metano (CH_4) é um dos principais emissores de gases de efeito estufa e os animais são grandes emissores desse gás para a atmosfera por meio de suas fezes e também pela respiração.

Com isso, os produtores rurais devem tomar conhecimento dos problemas que podem vir a ocorrer com a disposição inadequada desses resíduos de animais (dejetos), como o efeito estufa, a redução da camada de ozônio e as mudanças climáticas; tudo isso deve ser considerado para que não ocorra essa poluição atmosférica, atualmente um problema que vem acontecendo frequentemente.

1.4 TECNOLOGIAS "LIMPAS" PARA MINIMIZAR OS PROBLEMAS NAS PROPRIEDADES RURAIS

Segundo Seiffert (2007), "[...] tecnologias limpas são sistemas criados para minimizar de alguma forma os poluentes gerados em qualquer que seja o tipo de produção, agrícola, industrial, etc." Surgiram, então, as tecnologias para o tratamento de poluentes, a fim de zelar pelos recursos naturais.

Conforme Cazarré (2008), uma das tecnologias apresentadas é na construção de biodigestores anaeróbicos cobertos, assim o sistema capturará o biogás gerado pelo tratamento anaeróbico do material orgânico oriundo dos animais confinados. Isso trará uma série de benefícios ambientais, como a redução das emissões de gases de efeito estufa, contribuindo para o desenvolvimento sustentável.

Esse sistema utiliza a biomassa gerada nas propriedades rurais para gerar benefícios a elas. O resultado esperado é a redução significativa das emissões de gases de efeito estufa, quando comparadas às emissões que ocorreriam na ausência do projeto e também promover a produção sustentável de animais confinados pela transformação dos dejetos em energia limpa, resultante da sua queima e geração de biogás.

Além disso, pode proporcionar aos produtores rurais a utilização do biogás na geração de eletricidade para suprir a necessidade da própria granja, na qual o produtor decide investir recursos adicionais para a implementação de um gerador.

Segundo Barrera (2003), para as condições brasileiras, o biodigestor rural aproveita todas as sobras orgânicas da propriedade para a produção de gás e fertilizante, reduzindo custos nas propriedades, em que o biofertilizante é usado para o uso na irrigação de cultivos anuais e perenes.

Kunz, Perdomo e Oliveira (2004) afirmam ainda que “[...] o sistema de tratamento com biodigestores tem um abatimento de 70 a 80% da carga orgânica, ou seja, ele reduz o poder poluente do dejetos nestas porcentagens.”

O tratamento adequado desses dejetos trará uma série de benefícios ambientais, redução de gases de efeito estufa, ganhos com a utilização do biofertilizante nas lavouras e pastagens e também não ficam disponíveis à criação e proliferação de insetos e roedores; o que acontece com as lagoas anaeróbicas abertas, reduzindo, portanto, a proliferação de insetos, os maiores agentes causadores de doenças para as pessoas que moram nas propriedades.

2 FONTES ALTERNATIVAS DE ENERGIAS

2.1 BIOMASSA

Considera-se biomassa toda a matéria orgânica que possa ser transformada em energia mecânica, térmica ou elétrica, ela se torna uma das fontes renováveis com grande potencial de crescimento (AGÊNCIA NACIONAL DE ENERGIA ELÉTRICA, 2008).

É contida nos vegetais e nos resíduos florestais e agropecuários, bem como na matéria orgânica presente nos resíduos industriais e rurais.

A ANEEL (2008) estabelece que qualquer matéria orgânica que possa ser transformada em energia mecânica, térmica ou elétrica é classificada como biomassa. Sua origem pode ser florestal (madeira, principalmente); agrícola (soja, arroz e cana-de-açúcar, entre outras) e rejeitos urbanos e industriais (sólidos ou líquidos, como o lixo). Os derivados obtidos dependem tanto da matéria prima utilizada (cujo potencial energético varia de tipo para tipo), quanto da tecnologia de processamento para obtenção dos energéticos.

Ainda segundo a ANEEL (2008), biomassa é uma das fontes para produção de energia com maior potencial de crescimento nos próximos anos. Tanto no mercado internacional quanto no interno, é considerada uma das principais alternativas para a diversificação da matriz energética e a consequente redução da dependência dos combustíveis fósseis.

Segundo Zagonel e Ramos (2001), a biomassa, de acordo com a origem, pode ser: florestal (principalmente madeira); agrícola (soja, arroz, cana-de-açúcar, entre outras) e rejeitos urbanos e industriais (sólidos ou líquidos, como o lixo).

2.2 BIOGÁS

Segundo Zanandréa (2010), o biogás é gerado por meio da mistura gasosa, resultante da fermentação anaeróbia da matéria orgânica, proporcionada por certas bactérias anaeróbias,

denominadas de bactérias metanogênicas. O biogás pode ser produzido artificialmente com a utilização de um equipamento denominado biodigestor anaeróbio, ou seja, o biodigestor.

Conforme Coldebella (apud ZANANDRÉA, 2010), o biogás é um produto da ação digestiva das bactérias metanogênicas, composto, principalmente, por gás carbônico (CO_2) e metano (CH_4), embora apresente traços de nitrogênio (N), hidrogênio (H) e gás sulfídrico (H_2S). Ele se forma por intermédio da decomposição de matéria orgânica (biomassa) em condições anaeróbicas.

A composição do biogás varia de acordo com o tipo e a quantidade da biomassa que é colocada dentro do biodigestor, os fatores climáticos e o tamanho deste. Conforme Zanandréa (2010), essa composição do biogás depende de alguns fatores, como o tipo de biomassa e as condições favoráveis às atividades bacterianas anaeróbias. A temperatura que o biodigestor está operando também é outro fator determinante para que os micro-organismos possam melhor desempenhar suas atividades, pois as bactérias predominantes que atuam no processo de digestão anaeróbia são mesofílicas, e, portanto, a temperatura ideal para o seu desenvolvimento fica entre 20 e 45 °C.

A decomposição bacteriana de matéria orgânica sob condições anaeróbicas é composta por três fases. Na fase de hidrólise enzimática, as bactérias liberam no meio as enzimas extracelulares que irão fazer a hidrólise de partículas; na fase ácida, as bactérias produtoras de ácidos transformam moléculas de proteínas, gorduras e carboidratos em ácidos (ácido láctico e ácido butílico), etanol, hidrogênio, amônia e dióxido de carbono, entre outros; enquanto que na fase metagênica, as bactérias metanogênicas atuam sobre o hidrogênio e o dióxido de carbono, transformando-os em metano (CH_4). Nessa fase, a velocidade da cadeia de reações fica limitada, em razão, principalmente, da formação de microbolhas de CH_4 e CO_2 em torno da bactéria metanogênica, isolando-a do contato direto com a mistura, razão pela qual a agitação é prática recomendável por meio de movimentos giratórios do gômetro ou com pás no biodigestor (ARRUDA et al., 2002).

De acordo com Oliveira et al. (2008), outro fator importante é a mistura do esterco com água para calcular o volume da carga diária. Para alimentar um biodigestor, é necessário conhecer a média da massa de dejetos produzida e somar a quantidade de água, observando a relação esterco/água.

Para que se possa produzir um metro cúbico de biogás, BARRERA (2003, p. 11) ressalta que são precisos:

- a) 25 kg de esterco fresco de vaca ou;
- b) 5 kg de esterco seco de galinha ou;
- c) 12 kg de esterco de porco ou;
- d) 25 kg de plantas ou cascas de cereais ou;
- e) 20 kg de lixo.

Cada tipo de dejetos tem uma produção específica de biogás, que é dada em m^3 de biogás por kg de sólidos voláteis (SV).

2.3 USO DO BIOGÁS

Em aproximadamente 10 dias após o fechamento dos biodigestores, estes já estarão produzindo metano, e é extremamente importante que o biogás seja queimado, caso contrário, poluições atmosféricas ocorrerão.

Quando se queima o gás metano com o biodigestor, esse gás é transformado em dióxido de carbono, e, portanto, reduz-se o dano potencial do gás gerado pela decomposição dos resíduos animais. A queima desse gás deve ter uma eficiência de 95%, para se ter um manejo adequado.

Segundo Olivera et al. (2008), o produtor deve realizar diariamente as seguintes operações de manejo:

- a) Manter os animais presos no curral durante uma parte do dia ou à noite;
- b) coletar esterco pela manhã e depositar na caixa de entrada;
- c) adicionar água na proporção correta;
- d) misturar e liberar para o biodigestor;
- e) retirar e aplicar o biofertilizante nas hortas;
- f) utilizar o biogás para cozinhar, ligar motores, etc.

De acordo com Lindemeyer (2008), 1 m³ de biogás equivale a 6,5 kwh. Partindo-se desse princípio, tem-se que a eficiência de transformação de biogás em energia elétrica é obtida pela razão entre a energia produzida em kwh pela equivalência de 1 m³ de biogás, ou seja, 1 m³ de biogás pode gerar aproximadamente 2 kwh de energia elétrica, conforme demonstrado na equação:

$$Eficiência(\%) = \left(\frac{energia_produzida(kWh/m^3)}{6,5kWh/m^3} \right) \cdot 100 \quad (1)$$

$$Eficiência(\%) = \left(\frac{2,0kWh/m^3}{6,5kWh/m^3} \right) \cdot 100$$

$$Eficiência(\%) = 30\%$$

A estimativa de produção de energia elétrica a partir do biogás pode ser determinada pela seguinte equação, de acordo com a Companhia de Tecnologia de Saneamento Ambiental (Cetesb) (2006):

$$E_{elétrica} = E \cdot R_{gerador} \cdot PCI_{biogás} \quad (2)$$

Onde:

$E_{elétrica}$ = Energia elétrica gerada por meio do biogás;

E = Potencial energético do biogás;

$R_{gerador}$ = Rendimento do gerador;

$PCI_{biogás}$ = Poder calorífico inferior: 22.320 kJ/m³.

2.4 BIOFERTILIZANTE

O biofertilizante é o efluente gerado pela biodigestão que resulta da fermentação anaeróbia da biomassa de um biodigestor, é considerado um produto final de toda reação, e não somente um subproduto de grande importância para a agricultura.

Conforme Fornari (2002), o biofertilizante possui teores de nutrientes iguais e até maiores que o do material original. A fermentação anaeróbia faz com que haja menos perda de nutrientes, principalmente o N, cujo teor médio total é de 0,7%; o de P é de 0,5% e o de K, 0,7%. Seu pH (médio) é de 6,9 e a relação C/N (média) é de 11/1; isso tudo depende do material que for utilizado.

Os efluentes finais chamados de biofertilizantes, resultantes do processo de fermentação anaeróbia, são usados como adubos em cultivos de culturas e pastagens. O biofertilizante é um líquido rico em matéria orgânica e pode ser usado como adubo no solo, enriquecendo-o.

Uma das principais vantagens do uso de biofertilizantes na agricultura é o baixo custo. Estes não geram problemas quanto à acidez e degradação do solo, como ocorre com o uso de fertilizantes de origem química.

Barrera (2003) comenta que o pH médio do biofertilizante é de 7,5, ou seja, levemente alcalino, fator que pode reduzir a acidez do solo e ajudar no aumento da produtividade.

3 CONCLUSÃO

De forma geral, os aspectos que foram levantados, analisados e acompanhados, permitem afirmar a total importância e a necessidade da existência de um tratamento adequado aos dejetos da agricultura, nas pequenas e grandes propriedades rurais.

Os resíduos gerados nestas, quando não tratados de forma correta, trazem prejuízos imensos ao meio ambiente, sociedade e economia, como a poluição do ar, contaminação do solo e água; e ainda podem trazer riscos à saúde humana e de outros seres vivos, além de ocasionar a proliferação de insetos e outros agentes vetores de doenças e contaminação ambiental.

O biodigestor representa uma excelente alternativa tecnológica para o tratamento de resíduos (dejetos) gerados, já que estes são de responsabilidade do produtor, o qual deve fornecer um destino adequado a eles; e, também, uma maior percepção da problemática ambiental causada pelas atividades rurais, das dificuldades da implantação de melhorias, tudo isso em busca da sustentabilidade e proteção ao meio ambiente. Assim, trará ganhos relevantes para a propriedade rural e seus moradores, geração de energia limpa, renovável e também ganhos ambientais.

Percebe-se a importância do uso racional dos recursos naturais para que estes sejam inesgotáveis, e que a degradação ambiental é um problema causado pelo ser humano e necessita de soluções. A tecnologia de biodigestão com a produção de biogás e biofertilizantes é uma alternativa viável ao proprietário rural, o que traz inúmeros benefícios socioeconômicos e também contribui com a redução dos impactos ambientais causados pelas atividades rurais.

Abstract

Environmental problems caused by improper disposal of wastes in rural areas are becoming increasingly a problem for the environment and for people who live in rural areas. The waste of rural property, if not treated and disposed of improperly, can cause incalculable damage to the environment, society and economy, therefore, can contaminate air, soil and water, this research has as main activities the technical analysis digesters for pig waste treatment and generation of biogas and bio-fertilizers on farms. The activities were conducted through visits to various works carried out in properties for proper management of animal waste, and raising the benefits of deploying digesters. The analysis of the implementation of biogas digesters, their advantages and their key benefits, such as the use of biogas for generating renewable energy and clean, and the production of bio-fertilizers for use in pastures, crops. Fertilization inside the property proved to be a really viable and easily applicable. In general aspects have been analyzed and monitored, and show that this technology brings significant gains digesters for the producer and the environment. The treatment and use of these wastes have benefits for the environment and the health of local residents, such as environmental gains through the reduction of greenhouse gases, reduction of environmental pollution, and socioeconomic through the production of energy and fertilizer, as well the possibility of selling carbon credits.

Keywords: Biodigesters. Biogas. Biofertilizers. Agricultural wastes. Environment.

REFERÊNCIAS

AGÊNCIA NACIONAL DE ENERGIA ELÉTRICA. 2008. Disponível em: <<http://www.aneel.gov.br/>>. Acesso em: 7 out. 2010.

ANJOS et al. **Avaliação e contabilização de impactos ambientais**. Campinas: Ed. da Unicamp, 2004.

ARRUDA, Mariliz H. et al. Dimensionamento de Biodigestor para Geração de Energia Alternativa. **Revista científica eletrônica de agronomia**, Garças: Ed. da FAEF, ano 1, n. 2, dez. 2002. Semestral. Disponível em: <<http://www.revista.inf.br/agro02/notas/notatecnica01.pdf>>. Acesso em: 19 out. 2010.

BARRERA, Paulo. **Biodigestores**: energia, fertilidade e saneamento para zona rural. São Paulo: Ícone, 2003. 106 p.

BLEY JUNIOR, C. Instalações para tratamento de dejetos. In: CICLO DE PALESTRAS SOBRE DEJETOS DE SUÍNOS, MANEJO E UTILIZAÇÃO, DO SUDESTE GOIANO, 1., 1997, Rio Verde. **Anais...** Rio Verde: Fundação do Ensino Superior de Rio Verde; Esucarv, 1997.

CAZARRÉ, Marcus. **Os dejetos de suínos no Oeste Catarinense**. 2008. Disponível em: <<http://www.hwshost.com.br/Wsk24/Artigos/artigo10.pdf>>. Acesso em: 25 out. 2010.

CENTRO NACIONAL DE REFERÊNCIA DE PEQUENAS CENTRAIS HIDRELÉTRICAS – CERPCH. Disponível em: <<http://www.cerpch.unifei.edu.br/biodigestor.php>>. Acesso em: 20 out. 2010.

CONSELHO NACIONAL DO MEIO AMBIENTE – CONAMA. Legislação Ambiental. **Resolução n. 0001**, de 23 de janeiro de 1986.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA – EMBRAPA. Uso de biodigestores para tratamento de resíduos animais. 1. ed. Concórdia, SC: Embrapa Suínos e Aves, 2008. Disponível em: <<http://www.cnpsa.embrapa.br>>. Acesso em: 17 out. 2010.

GOMES FILHO, R. R. **Tratamento de águas residuárias da suinocultura utilizando o cultivo hidropônico de braquiária (Brachiaria ruziziensis) e aveia forrageira (Avena strigosa)**. 2000. 143 f. Tese (Doutorado em Engenharia Agrícola)–Universidade Federal de Viçosa, Viçosa: Ed. da UFV, 2000.

KUNZ, A.; PERDOMO, C. C.; OLIVEIRA, P. A. V. **Biodigestores**: avanços e retrocessos. 2004. Disponível em: <<http://www.cnpsa.embrapa.br/artigos/2004>>. Acesso em: 16 out. 2010.

LIMA et al. **Avaliação e contabilização de impactos ambientais**. Campinas: Ed. da Unicamp, 2004.

NOBRE, Carlos; NOBRE, Antônio. O balanço de carbono da Amazônia brasileira. **Estudos Avançados**, São Paulo, v. 16, n. 45, p. 81-90, 2002.

OLIVEIRA P. (Coord.). **Manual de manejo e utilização de dejetos de suínos**. Documentos, Concórdia: Embrapa; CNPSA, n. 27, 1993.

PAINEL INTERGOVERNAMENTAL SOBRE MUDANÇA DO CLIMA. **Relatório 2007**. Disponível em: <<http://www.ipcc.ch/pdf/reports-nonUN-translations/portuguese/ar4-wg1-spm.pdf>>. Acesso em: 5 nov. 2010.

PROTOCOLO DE KYOTO. Disponível em: <http://www.ufpa.br/npadc/gpeea/DocsEA/Protocolo_quioto.pdf>. Acesso em: 13 nov. 2010.

REBOUÇAS, Fernando. **Biofertilizantes**. Disponível em: <[http://www.infoescola.com/ecologia/biofertilizantes/Fernando Rebouças](http://www.infoescola.com/ecologia/biofertilizantes/Fernando_Rebouças)>. Acesso em: 12 out. 2010.

SEIFFERT, Mari Elizabete Bernardini. **Gestão ambiental: instrumentos, esferas de ação e educação ambiental**. 1. ed. 2. reimpr. São Paulo: Atlas, 2009.

ZAGONEL, G. F.; RAMOS, L. P. Produção de biocombustível alternativo ao óleo diesel através da transesterificação de óleos vegetais. **Revista de Química Industrial**, v. 717, p. 17-26, 2001.

ZANANDRÉA, Valmir. **Análise do uso da tecnologia de biodigestores para fins energéticos em propriedades rurais**. 2010. Trabalho de Conclusão de Curso–Universidade de Dois Vizinhos, 2010.