

# Biodigestores: cartilha de manejo

**Mariellen Cristina Rosa Herculano**

*Pós-graduanda em Saneamento Ambiental  
Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia  
do Triângulo Mineiro (IFTM)*

**Amílton Diniz e Souza**

*Doutor em Meio Ambiente  
Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia  
do Triângulo Mineiro (IFTM)*



## Introdução

Considerado, inicialmente, um assunto somente para ecologistas, a redução dos impactos das atividades econômicas sobre o meio ambiente, atualmente, é uma realidade e sua importância está cada vez maior (BARICHELLO et al., 2011).

Dessa forma, atividades como a suinocultura, avicultura, bovinocultura, entre outras que vêm apresentando significativo crescimento, trazem grande preocupação quanto à degradação ambiental que, conseqüentemente, acarreta prejuízos à qualidade de vida das pessoas. Com o crescimento populacional, faz-se necessário o aumento da produção e, por conseguinte, o aumento de geração de dejetos. Assim, o desenvolvimento de alternativas tecnológicas com vistas ao manejo e tratamento de resíduos gerados com a criação animal é extremamente importante.

Uma das alternativas que vem despertando grande interesse é a tecnologia de biodigestão anaeróbia em biodigestores (SILVA, 2013).

Essa tecnologia, ao propiciar o tratamento dos dejetos provenientes da produção animal, traz inúmeros benefícios como redução da poluição e de organismos patogênicos e parasitas, agregando, assim, valor às propriedades rurais.

Os biodigestores contribuem para o tratamento adequado de dejetos, evitando a poluição dos recursos hídricos e a emissão de gases sobre a atmosfera (SILVA, 2013).

A utilização de biodigestores tem merecido destaque devido aos aspectos de saneamento e energia, além de estimular a reciclagem de nutrientes (BARICHELLO et al., 2011). Eles não só produzem o biofertilizante utilizado para adubação, como também o biogás, gás produzido pelo sistema que pode ser utilizado para o abastecimento de energia elétrica.

O biodigestor é um facilitador de aproveitamento de biomassa para atingir a sustentabilidade da produção em função da biomassa produzida nas propriedades agrícolas.

Para a criação de sistemas de biodigestores, faz-se necessário analisar a execução do projeto para permitir a construção de instalações mais econômicas e a recuperação de investimentos de forma rápida (CERVI; ESPERANCINI; BUENO, 2010).

## O que é o biodigestor?

O biodigestor pode ser definido como o local onde ocorre a fermentação da biomassa. Pode ser um tanque, uma caixa ou uma vala revestida e coberta por um material impermeável. O importante é que o biodigestor seja totalmente vedado, com exceção dos tubos de entrada e saída, criando um ambiente anaeróbio (sem a presença de oxigênio) onde os microrganismos degradam o material orgânico, transformando-o em biogás e biofertilizante. A transformação da matéria orgânica em gás é possível, então, pela sua fermentação anaeróbia - sem presença de ar (OLIVER, 2008).

Os biodigestores, ao degradarem a matéria orgânica, têm como produtos o lodo digerido ou biofertilizante, composto por uma parte sólida, que decanta no fundo do tanque; uma parte líquida, que corresponde ao efluente mineralizado (tratado) e o biogás, o qual tem como principais componentes o metano e o gás carbônico (RANZI; ANDRADE, 2004).

A utilização de biodigestores é uma alternativa tecnológica para o gerenciamento dos dejetos de vários tipos de animais (suínos, aves, bovinos, entre outros) que agrega valor ao resíduo mediante utilização do biogás produzido em sistemas de geração de energia e calor (PERDOMO; OLIVEIRA; KUNZ., 2003).

## Histórico e modelos mais utilizados

Segundo Nogueira (1986), o primeiro biodigestor data do ano de 1857, em Bombaim, na Índia, e tinha o intuito de produzir gás combustível para um hospital de hansenianos.

Contudo, somente depois da primeira crise do petróleo em 1970, os biodigestores foram desenvolvidos e aplicados em larga escala na Índia e na China (GASPAR, 2003).

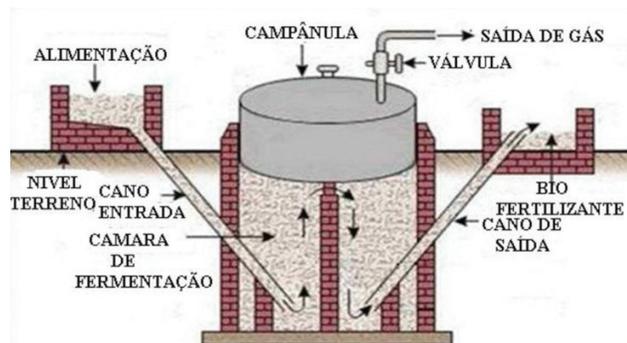
Os chineses buscam, nessa tecnologia, o biofertilizante para produção de alimentos necessários ao seu excedente populacional, enquanto os indianos precisam dela para cobrir o imenso déficit de energia do país. Com isso, foram desen-

volvidos dois modelos diferentes de biodigestor: o modelo chinês, mais simples e mais econômico, e o modelo indiano, mais sofisticado e técnico, para aproveitar melhor a produção de biogás (GASPAR, 2003). Mais à frente, esses dois modelos serão comentados.

Segundo Oliver (2008), o modelo de biodigestor mais difundido no Brasil, atualmente, é aquele feito de manta de PVC, de baixo custo e de fácil instalação se comparado aos modelos antigos, e com a vantagem de poder ser usado tanto por pequenos produtores como por grandes projetos agroindustriais.

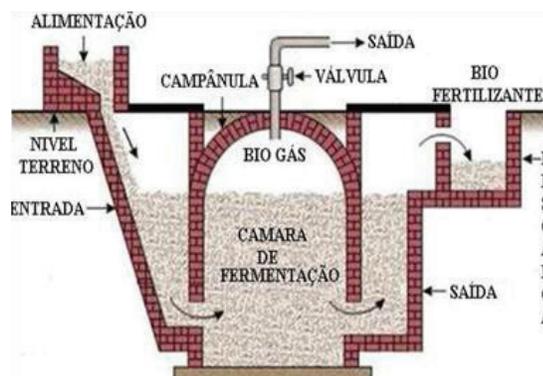
Em relação aos biodigestores de uso agrícola, três modelos são os mais utilizados no Brasil: o modelo indiano, o modelo chinês e o biodigestor de lona (BALMANT, 2009). As figuras de 1 a 3 ilustram diagramas básicos dos modelos citados.

**Figura 1:** Exemplo de biodigestor indiano.



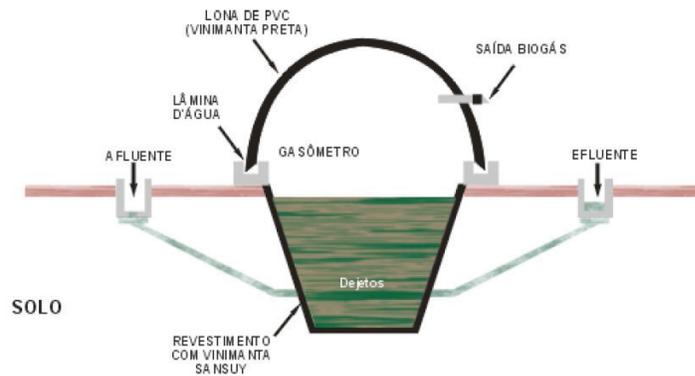
**Fonte:** SEIXAS, 1980.

**Figura 2:** Exemplo de biodigestor chinês.



**Fonte:** SEIXAS, 1980.

**Figura 3:** Exemplo de biodigestor de lona



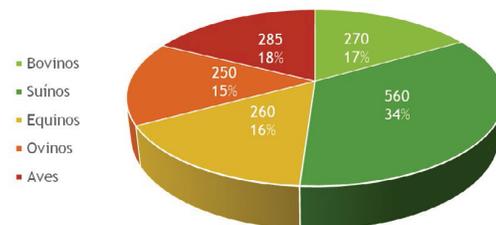
**Fonte:** IENGEP, 2012.

Vários modelos de biodigestores têm sido desenvolvidos e adaptados com o objetivo de aumentar a eficiência e reduzir os custos desses equipamentos (KUNZ; PERDOMO; OLIVEIRA; 2004). No entanto, os biodigestores ainda enfrentam algumas limitações, e a falta de conhecimento dos usuários quanto ao seu funcionamento pode prejudicar sua eficiência, acarretando perdas.

melhor rendimento de biogás por tonelada é a de dejetos suínos (560 m<sup>3</sup> de biogás/tonelada) (CERVI; ESPERANCINI; BUENO, 2010).

**Figura 4:** Gráfico da estimativa de produção de biogás por quantidade de biomassa.

**Produção de Biogás (a partir de material seco em m<sup>3</sup> por tonelada)**



**Fonte:** Adaptado de SGANZERLA, 1983.

## Biogás e biofertilizantes

O biogás é um dos produtos resultantes do processo que ocorre dentro do biodigestor. É um gás inflamável produzido por microrganismos quando matérias orgânicas são fermentadas em decorrência de determinados limites de temperatura, teor de umidade e acidez, em um ambiente impermeável ao ar (GALVÃO et al., 2006).

O biogás é uma mistura de gases com predominância de metano (CH<sub>4</sub>) e gás carbônico (CO<sub>2</sub>). Também fazem parte dessa mistura, o nitrogênio, o oxigênio, o hidrogênio e o gás sulfídrico (H<sub>2</sub>S), gás esse que dá o odor pútrido característico do biogás (RANZI; ANDRADE, 2004).

A composição do biogás pode variar de acordo com o tipo e a quantidade de biomassa empregada, a temperatura no interior do biodigestor, o tempo de retenção hidráulica, as dimensões do biodigestor, entre outras.

Os dados da Figura 4 mostram as diferentes produções de biogás de acordo com a biomassa utilizada. É notório que a biomassa com

É possível a utilização do biogás como substituto de muitos combustíveis. Pode ser usado em fogões, geladeiras, aquecedores, lâmpadas, ferros de passar roupa, refrigeradores, motores e geradores, dentre muitos outros equipamentos. Para o uso do biogás em motores, por exemplo, recomenda-se a retirada do sulfato de hidrogênio (H<sub>2</sub>S), que é corrosivo (RANZI; ANDRADE, 2004).

A utilização do biogás para geração de eletricidade é uma atividade por meio da qual se podem obter os Certificados de Emissões Reduzidas, os chamados Créditos de Carbono (RANZI; ANDRADE, 2004).

É recomendável que haja um planejamento da demanda desta fonte de energia para que o biogás seja utilizado de maneira racional, levando em conta critérios de demanda e produção que, durante os meses de inverno, podem ser críticos (KUNZ; HIGARASHI; OLIVEIRA, 2005).

Após o processo de produção do biogás, a biomassa fermentada deixa o interior do biodigestor em forma líquida e com grande quantidade de material orgânico. Esse efluente misturado, conhecido como biofertilizante, melhora as qualidades biológicas, químicas e físicas quando aplicado no solo, superando qualquer adubo químico (BARICHELLO et al., 2011). Sendo assim, por estar curado (não pode ser mais fermentado), pode ser aplicado diretamente na lavoura (RANZI; ANDRADE, 2004).

Segundo Sganzerla (1983), o biofertilizante funciona como corretor de ácidos do solo e, ao contrário dos adubos químicos, melhora sua qualidade, deixando-o mais fácil de ser trabalhado e proporcionando uma melhor penetração de raízes. Além disso, a umidade do subsolo torna-se melhor, resistindo, assim, a longos períodos de estiagem.

Entre os benefícios do biofertilizante está a multiplicação de bactérias benéficas, que proporcionam mais vida e saúde ao solo e ocasionam aumento significativo da produtividade das lavouras. O biofertilizante produzido não possui odor e não atrai nenhum tipo de inseto (BARICHELLO et al., 2011).

Entre os minerais absorvidos pelas plantas, os mais importantes são o nitrogênio (N), que é responsável pelo crescimento do vegetal e pela sua cor verde; o fósforo (P), que garante a boa floração e frutificação e o potássio (K), que dá melhor qualidade às plantas e aos frutos e aumenta a resistência às doenças (OLIVER, 2008).

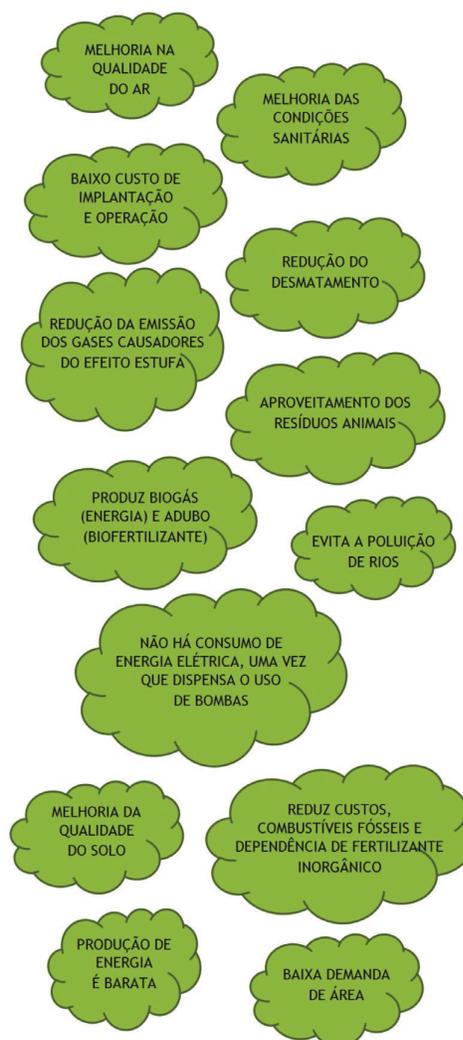
A composição do biofertilizante pode variar de acordo com o tipo de biomassa utilizada no biodigestor (Tabela 1).

**Tabela 1:** Composição percentual (%)

Esterco	N	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	K <sub>2</sub> O	Água
Bovino	0,60	0,15	0,45	86
Equino	0,70	0,35	0,55	78
Suíno	0,50	0,35	0,40	87
Ovino	0,95	0,35	1,00	68
Avícola	2,50	1,80	1,50	55

**Fonte:** Adaptado de OLIVER, 2008.

## Vantagens



## Manejo adequado

É necessário lembrar que, antes da instalação do biodigestor, deverá ser feito um cálculo da quantidade de rejeito, vazão e composição química para a elaboração de um plano técnico de manejo e adubação, considerando a composição química dos dejetos, a área a ser utilizada, a fertilidade e o tipo de solo e as exigências da cultura implantada. Em relação ao biogás, é necessário calcular qual a quantidade de energia que ele poderá produzir de acordo com o volume disponível de dejetos na propriedade.

Após a definição do modelo de biodigestor a ser implantado, para que ele possua a eficiência esperada, são necessários cuidados tanto com a instalação quanto com o manejo do mesmo.

Quanto ao local de instalação:

- É necessário que o biodigestor esteja em um local limpo, capinado e de fácil acesso durante todo o ano para facilitar o trabalho de manutenção. O local de sua instalação deverá ser próximo ao local de onde os dejetos serão retirados para a produção de biogás e de biofertilizante, mas não ao lado da criação, respeitando uma distância mínima de 15 metros de distância e máxima de 30 metros do ponto de consumo do gás;

- Verificar se os ventos não levarão os odores da digestão às residências e evitar áreas propícias a inundações;

- Verificar a disponibilidade de água para o carregamento regular e limpeza;

- Verificar a existência de espaço suficiente para retirada completa da carga em caso de limpeza;

- Verificar se, no local selecionado, existem rochas no subsolo que dificultem a construção e se a profundidade do lençol freático permite a instalação do biodigestor;

- É ideal que o local seja exposto ao sol e tenha algum tipo de isolamento (cerca, por exemplo).

Quanto ao manejo:

- No início da operação do biodigestor, todo o ar deve ser retirado das linhas de gás;

- Materiais em decomposição deverão ser mantidos longe do biodigestor;

- Substâncias como cloreto de sódio (NaCl), cobre (Cu), cromo (Cr) e amônia (NH<sub>3</sub>) são tóxicas para as bactérias responsáveis pela digestão, podendo ser aceitáveis em concentrações baixas. Desinfetantes, bactericidas, resíduos de antibióticos e água tratada com cloro (Cl), se estiverem presentes nos dejetos, poderão ocasionar a morte das bactérias. Portanto, os dejetos do biodigestor não devem conter antibióticos e os dejetos dessa época de tratamento deverão ser separados para adentrarem no sistema;

- A caixa de afluentes (ou caixa de entrada) deverá estar sempre limpa, sem folhas ou outras deposições. Deverá conter somente os dejetos misturados com água, respeitando a proporção de uma parte de esterco (kg) para uma parte de água (litro). Após cada carga, um volume equivalente de material fermentado será lançado, automaticamente, na caixa de descarga e pode, imediatamente, ser usado como fertilizante. O teor de água deve estar ao redor de 90% do peso do conteúdo total. O ideal é que os dejetos fiquem retidos por um tempo nessa caixa de entrada para que haja uma decantação do material sólido da biomassa e entre somente o líquido no biodigestor. Também é importante observar o volume que entra para que seja o correto para a fermentação;

- A sobrecarga do biodigestor pode fazer com que ocorra uma acidificação do meio, ocasionada pelas bactérias responsáveis pela degradação dos grandes polímeros, por possuírem atividade com maior formação de ácidos orgânicos;

- É importante que haja uma decantação do sólido antes da entrada dos dejetos no biodigestor para que não aconteça formação de lodo em excesso, o que pode causar entupimento;

- As bactérias precisam de um ambiente favorável para seu crescimento e desenvolvimento, por isso, é extremamente importante que não haja contato com ar atmosférico. Sendo assim, inspeções de rotina devem ser realizadas para eliminação de vazamentos. Observe especialmente juntas e emendas. Na hipótese de vazamento de gás, em contato com o ar, poderá ocorrer explosões;

- Caso o nível de água do sistema de purga existente na tubulação de gás abaixo devido à evaporação da água, poderá ocorrer o escape de gás e também, se combinado com o ar, provocar explosões;

- Se for detectado um cheiro de ovo podre nas proximidades do biodigestor, isso significa que há vazamentos no gasômetro que devem ser eliminados;

- Providenciar ventilação adequada em torno das linhas de gás. Contudo, os aparelhos queimadores devem estar localizados protegidos de correntes de ar;

- Os equipamentos que utilizam biogás não devem ficar abaixo do solo para evitar acúmulo de gás carbônico;

- A temperatura é um fator importante na digestão anaeróbia, uma vez que influi na velocidade de metabolismo bacteriano, no equilíbrio iônico e na solubilidade dos substratos. A temperatura adequada varia entre 30 e 45 °C;

- A digestão pode efetuar-se entre os pH de 6,6 e 7,6, encontrando-se o ótimo a pH = 7;

- Em relação à matéria a fermentar, há que se levar em consideração a relação carbono/nitrogênio, que deve ter um valor compreendido entre 30 e 35;

- O tempo de detenção do material orgânico dentro do biodigestor varia de acordo com o volume de carregamento diário: quanto maior o volume, menor o tempo. No entanto, tempo de retenção reduzido pode tornar a digestão incompleta, desencadeando um desequilíbrio no processo;

- Em hipótese alguma colocar no biodigestor fertilizante fosfatado. Sob condições de total ausência de ar, esse material pode produzir fosfina, substância extremamente tóxica que pode levar à morte quem entra em contato com ela;

- Não fumar e não acender fósforos perto do biodigestor.

## Considerações finais

O biodigestor é um equipamento criado para auxiliar na diminuição dos impactos causados ao meio ambiente, gerando o biofertilizante e o biogás. O primeiro pode ser utilizado para adubação, melhorando a fertilidade do solo e o segundo, como forma de energia renovável, produzindo energia elétrica.

Há um grande potencial de desenvolvimento desse sistema, que pode ser acessível a todos, desde que estejam dispostos a seguir os procedimentos básicos, mas essenciais, para sua eficiência.

Todo o processo de biodigestor deve ser minimamente planejado, desde a construção e a instalação adequadas até o seu funcionamento. A manutenção deverá ser constante em todas as épocas do ano, necessitando de um responsável técnico.

## Referências

BALMANT, W. **Concepção, construção e operação de um biodigestor e modelagem matemática da biodigestão anaeróbica**. 2009. 30 f. Dissertação (Mestrado em Processos Térmicos e Químicos) - Programa de Pós-Graduação em Engenharia e Ciência dos Materiais - PIPE. Setor de Tecnologia, Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2009. Disponível em: <[http://www.pipe.ufpr.br/portal/defesas/dissertacao/150\(2\).pdf](http://www.pipe.ufpr.br/portal/defesas/dissertacao/150(2).pdf)>. Acesso em: set. 2015.

BARICHELLO, R. et al. O uso de biodigestores em pequenas e médias propriedades rurais com ênfase na agregação de valor: um estudo de caso na região noroeste do Rio Grande do Sul. In: ENCONTRO NACIONAL DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO ENEGEP, 31, 2011, Belo Horizonte. **Anais do ENEGEP 2011**. Belo Horizonte: ABEPRO, v. 1, p. 1-10, 2011.

CERVI, R. G.; ESPERANCINI, M. S. T.; BUENO, O. C. Viabilidade Econômica da Utilização do Biogás Produzido em Granja Suinícola para Geração de Energia Elétrica. **Eng. Agríc.**, Jaboticabal, v.30, n.5, p.831-844, set./out. 2010.

GALVÃO, J. M. et al. Gestão ambiental: aplicação dos biodigestores. In: SIMPÓSIO DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO, 13, 2006, Bauru, SP. **Anais...** Bauru, SP, Brasil: UNESP, 2006.

GASPAR, R. M. A. B. L. **Utilização de biodigestores em pequenas e médias propriedades rurais com ênfase na agregação de valor: um estudo de caso na região de Toledo-PR**. 2003. 119p. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção) - UFSC.

IENGEPE - Soluções em sustentabilidade. **Biodigestores**. 2012. Disponível em: <[http://www.iengepe.com.br/novo/index.php?option=com\\_content&view=article&id=38&Itemid=27](http://www.iengepe.com.br/novo/index.php?option=com_content&view=article&id=38&Itemid=27)>. Acesso: set. 2015.

KUNZ, A., HIGARASHI, M. M., OLIVEIRA, P. A. de. Tecnologias de manejo e tratamento de dejetos de suínos estudadas no Brasil. **Cadernos de Ciência & Tecnologia**, Brasília, v. 22, n. 3, 651-665, set./dez. 2005.

KUNZ, A.; PERDOMO, C.C; OLIVEIRA, P. A. V. O. Biodigestores: avanços e retrocessos. **Suinocultura Industrial**, Porto Feliz, n.178, p.14-16, jun.-jul. 2004.

NOGUEIRA, L. A. H. **Biodigestão: a alternativa energética**. São Paulo: Nobel,1986.

OLIVER, A. de P. M. (Org.). **Manual de treinamento em biodigestão**. Winrock. Salvador, BA. 2008. Disponível em: <[http://ieham.org/html/docs/Manual\\_Biodigestao.pdf](http://ieham.org/html/docs/Manual_Biodigestao.pdf)>. Acesso em: agosto, 2015.

PERDOMO, C. C.; OLIVEIRA, P. A. V. O.; KUNZ, A. **Sistema de tratamento de dejetos de suínos: inventário tecnológico**. Concórdia: Embrapa Suínos e Aves, 2003. 83 p. (Documentos, 85).

RANZI, T. J. D. ; ANDRADE, M. A. N. Estudo de viabilidade de transformação de esterqueiras e bioesterqueiras para dejetos de suínos em biodigestores rurais visando o aproveitamento do biofertilizante e do biogás. In: PROCEEDINGS OF THE 5TH ENCONTRO DE ENERGIA NO MEIO RURAL, 2004, Campinas (SP) [online]. 2004. **Anais...** Disponível em: <[http://www.proceedings.scielo.br/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=MSC000000022004000100058&lng=en&nrm=iso](http://www.proceedings.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=MSC000000022004000100058&lng=en&nrm=iso)>. Acesso em: ago. 2015.

SEIXAS, J. et al. **Construção e funcionamento de biodigestores**. Brasília: EMBRAPA - DID, 1980. (Circular técnica, 4.)

SGANZERLA, E. **Biodigestores: uma solução**. Porto Alegre: Agropecuária, 1983.

SILVA, H.W. A tecnologia da biodigestão anaeróbica na produção de biogás gerado por dejetos de suínos. **Revista Brasileira de Agropecuária Sustentável (RBAS)**, v. 3, p. 56-60, 2013. Disponível em: <[http://www.rbas.com.br/pdf/revista\\_5\\_artigo\\_114.pdf](http://www.rbas.com.br/pdf/revista_5_artigo_114.pdf)>. Acesso em: set. 2015.