
Análise econômico-financeira da implantação do sistema de biodigestores no Município de Toledo (PR)¹

Dóris Mariani Junges²

Sandra Cristiana Kleinschmitt³

Pery Francisco Assis Shikida⁴

Josemar Raimundo da Silva⁵

Resumo: Este artigo objetivou avaliar a viabilidade econômico-financeira da implantação de diferentes modelos de biodigestores em duas propriedades rurais produtoras de suínos no município de Toledo, Paraná. Como corolário, os investimentos produziram indicadores que apontaram inviabilidade econômica em uma das propriedades sem a venda de créditos de carbono e viabilidade na outra, com retornos já no segundo ano após a implantação do biodigestor. Não obstante, considerou-se o potencial de geração de renda e economias e verificou-se que, em propriedades que não geram grande potencial de dejetos, a implantação de biodigestores convencionais é inviável econômico e financeiramente.

Palavras-chave: suinocultura; dejetos suínos; biodigestores; viabilidade econômico-financeira.

1 Os autores são gratos aos pareceristas desta Revista pelas profícuas sugestões e comentários.

2 Secretária Executiva pela UNIOESTE. Mestranda em Desenvolvimento Regional e Agronegócio pela UNIOESTE (Toledo/Paraná). E-mail: dorismj@hotmail.com.

3 Cientista Social pela UNIOESTE. Mestranda em Desenvolvimento Regional e Agronegócio pela UNIOESTE (Toledo/Paraná). Bolsista da CAPES. E-mail: sandracristiana@yahoo.com.br.

4 Professor Associado do Curso de Ciências Econômicas e do Programa de Mestrado em Desenvolvimento Regional e Agronegócio da UNIOESTE (Toledo/Paraná). Bolsista de produtividade em pesquisa do CNPq. E-mail: pfashiki@unioeste.br.

5 Professor Colaborador da UNIOESTE, Centro de Ciências Sociais Aplicadas. Mestre em Engenharia de Produção pela UFSM. E-mail: josemar@unioeste.br. Todos os autores atendem no endereço: UNIOESTE, Rua da Faculdade, 645. CEP: 85.903-000. Toledo, PR.

Economic-financial analysis of the biodigestores system's implantation in Toledo town – Paraná

Abstract: *This paper aimed to evaluate the economic-financial viability of the different models of biodigestor's implantation in two rural properties, which raise swines in Toledo district, Paraná. As corollary, the investments generated indicators which pointed economical inviabilities in one of the properties without the selling of carbon credit and viability in the other one, with feedbacks in the second year after the biodigestor implantation. Despite, it was considered the potential of income and economies generation and it was verified that in properties which do not generate great potential of wastes. The implantation of conventional biodigestors is not economic and financial viable.*

Keywords: *Hog raising; swine wastes; biodigestor's; economic-financial viability.*

JEL: G11

Introdução

A suinocultura é uma das atividades rurais mais relevantes em termos econômicos e sociais na Região Sul do Brasil. Segundo o Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE) (2005), a produção nacional de suínos atingiu 34.063.934 cabeças. Somente na Região Sul a produção atingiu 15.090.727 cabeças, com destaque para o Estado de Santa Catarina, que liderou o *ranking* da produção nacional produzindo 6.309.041 suínos. Naquele ano o Paraná ocupou a segunda posição na produção nacional, representando para o Estado a quarta economia provinda da pecuária.

A problemática da exploração desta atividade é a vasta produção de resíduos orgânicos, considerada poluidora. O município de Toledo, localizado na Região Oeste do Paraná, está inserido nesta problemática. Segundo o IBGE (2005), a produção de suínos atingiu 383.026 cabeças, equivalentes a 8,5% da produção do Estado. Assim, esta produção suína também representa um grande volume de dejetos que, além de altamente poluentes, na maioria dos casos não recebem tratamentos adequados, sendo lançados diretamente no ecossistema. Os biodigestores despontam, desta maneira, como uma alternativa para a sustentabilidade da atividade, agregando valor à produção, diminuindo custos e impactos ambientais.

Diante de tal perspectiva, o objetivo deste artigo é analisar a viabilidade econômico-financeira da implantação de diferentes modelos de

biodigestores em duas propriedades diferentes, com diferenciados sistemas de produção, quantidades de suínos e tipos de subsídios. A análise foi realizada por meio de estudos de casos nas propriedades localizadas no município de Toledo, Paraná.

Para os estudos de caso, duas propriedades foram usadas como base. Na primeira, denominada Granja A, localizada em Três Bocas, Toledo, a implantação do biodigestor ocorreu em parceria com o Instituto de Tecnologia do Paraná (TECPAR), a qual implantou o modelo de Biodigestor com Biosistema Integrado (BSI). Na segunda propriedade, denominada Granja B, localizada próximo ao Rio São Francisco, a três quilômetros da cidade de Toledo, existe dois biodigestores, um implantado pelo proprietário, sem denominação específica de modelo e o outro com parceria da agroindústria Sadia, modelo denominado Suinocultura Sustentável Sadia (3S). Estas propriedades não comercializam o crédito de carbono, mas na Granja B a Sadia já iniciou os procedimentos legais para a obtenção desses créditos.

Diante disso, este artigo está estruturado em cinco itens, além desta introdução. O item seguinte traz um breve panorama da suinocultura na atualidade. Em seguida, são apresentados os procedimentos metodológicos e o levantamento dos dados. No terceiro item são apresentados os resultados e discussões a partir da análise de viabilidade econômico-financeira. O quarto e quinto itens trazem, respectivamente, as análises dos sistemas simulados e de sua comparação. Nas considerações finais são expostos os pontos conclusivos deste trabalho.

1. Panorama da suinocultura

O Brasil é um dos maiores produtores de carne suína do mundo, com possibilidades de expandir ainda mais sua produção. Dentre todos os tipos de carne, a suína deverá apresentar maior crescimento no país, passando de 1,56 milhões de toneladas em 1996 para uma produção estimada em 3.026 milhões de toneladas em 2007 (Casagrande 2003).

Para Bezerra (2002), a cadeia produtiva⁶ da suinocultura paranaense é composta por empresas fornecedoras de insumos e equipamentos; criadores e trabalhadores rurais; empresas voltadas para o abate e a industrialização da carne suína e as prestadoras de serviços para as diferentes esferas da cadeia produtiva. No município de Toledo, a suinocultura garante a sobrevivência de 30% da população. Este também é o percentual da movimentação econômica (valor da produção) do muni-

6 Para aprofundar o entendimento sobre cadeias produtivas, ver Zylbersztajn & Neves (2000).

cípio que se destaca na produção de suínos, sendo um dos maiores produtores nacionais.

1.1 Conseqüências da criação de suínos em escala industrial

Os sistemas integrados de produção suína resultaram na grande concentração espacial da produção em torno das agroindústrias. Neste sistema, os criatórios confinados constituíram-se na base da expansão suinícola e induziram à adoção do manejo dos dejetos na forma líquida: prática que exige maior investimento em infra-estrutura (Perdomo 2002).

Para Casagrande (2003), a intensificação da criação de suínos em escala industrial trouxe sérias conseqüências ambientais devido à intensa produção de dejetos. Esses resíduos orgânicos são altamente poluentes, tendo um potencial poluidor 4,2 vezes superiores ao esgoto doméstico. A situação se agrava, em função de produtores brasileiros não possuírem sistemas de tratamento ou aproveitamento destes. Além disso, a reduzida área agricultável ao redor dos suinocultores impede todo o aproveitamento dos dejetos como fertilizantes.

Quanto aos dejetos distribuídos nas lavouras, Gaspar (2003) afirma que geralmente os procedimentos adotados se resumem à distribuição do material orgânico nas plantações ou por “sepultamento” em áreas futuramente semeadas. Estes dois procedimentos são poluidores, pois os detritos distribuídos sobre a plantação atraem insetos e animais transmissores de doenças. Já os enterrados podem ser transportados até o lençol freático pela chuva, poluindo e comprometendo o manancial de uma região.

Em Toledo e nos municípios da região Oeste paranaense, a intensificação da suinocultura resultou na melhoria da qualidade genética do plantel e na redução dos custos de produção; resultou também na melhoria da sanidade do rebanho e no aumento de animais e de produtores. Estes avanços vieram, no entanto, desprovidos de uma preocupação com os impactos ambientais (Casagrande 2003).

Segundo Gaspar (2003:46), o retrato desta realidade piora, pois “[...] a desinformação fez com que pocilgas fossem construídas próximas aos cursos d’água, destino certo de todos os efluentes produzidos pela criação de aves e animais”. O agravante desta problemática causada pelo desenvolvimento desorientado no município toledano foi a contaminação do Rio Toledo, responsável pelo abastecimento de grande parte da água potável consumida na cidade.

A partir da década de 1970, a pressão de organizações não-governamentais de defesa ambiental foi intensificada. No mundo todo, o poder público passou a criar leis de proteção ambiental e regular atividades como a suinocultura. Destarte, foram tomadas medidas drásticas para regularizar a produção e o tratamento dos resíduos (Gaspar 2003). No Brasil, a Lei dos crimes contra o meio ambiente, cuja aplicação está prevista no art. 60 da Lei Federal n. 9.605/98, pune os transgressores com penas rígidas, ora com prisão dos envolvidos ou com pesadas multas (Giordano 2000). Mesmo com a Lei, Nupea (2006) aponta um levantamento das condições operacionais de propriedades suínolas em São Paulo e evidencia que 77% das granjas pesquisadas não tratam seus resíduos animais, o que gera um alto risco de degradação ambiental devido ao seu potencial poluidor.

O licenciamento ambiental é um dos mais importantes instrumentos administrativos da Política Nacional do Meio Ambiente (PNMA II) (Roessler & Cesconetto 2003). O órgão responsável pelo licenciamento no Paraná é o Instituto Ambiental do Paraná (IAP), que definiu regras rígidas para construções de pocilgas/chiqueiros, em especial para os sistemas de tratamento e/ou armazenamento de dejetos, da posição das pocilgas em relação a nascentes e rios, estradas, divisas, núcleos populacionais e habitações próximas (IAP 2007).

As leis atuais vigentes que regularizam a atividade, entretanto, não resolvem os problemas por completo e as novas exigências também podem inviabilizar a atividade, tendo em vista o aumento dos custos para regularizar a produção. Os principais custos referem-se aos institucionais relacionados às licenças de funcionamento; aos custos com alterações na infra-estrutura; e os custos com a distribuição dos dejetos. Por isso a gestão ambiental relacionada ao desenvolvimento agrícola sustentável será o grande desafio e uma das prioridades do milênio (Giordano 2000).

1.2 O surgimento do biodigestor como alternativa de tratamento dos dejetos suínos: um caminho para a sustentabilidade da atividade

A questão que se destaca é como produzir carne suína dentro de padrões internacionais atendendo as exigências de qualidade minimizando os impactos ambientais?

Para Cruz *et al.* (2007), os impactos ambientais podem ser minimizados com a disseminação de novas tecnologias para tratamento dos dejetos suínos. Além de melhorar o meio ambiente, elas podem promover mu-

danças nas práticas produtivas, com possibilidades de aumentar a sustentabilidade das granjas e, conseqüentemente, da própria suinocultura. Os retornos econômicos, financeiros, ambientais e sociais se intensificariam na medida em que a sustentabilidade da atividade aumentasse.

O primeiro documento que define agricultura e desenvolvimento rural sustentável surge de uma reunião da *Food and Agriculture Organization* (FAO) em Den Bosh em 1991. No enunciado, o desenvolvimento sustentável resultaria da conservação do solo, da água, dos recursos energéticos animais e vegetais. As atividades não poderiam degradar o ambiente, deveriam ser tecnicamente apropriadas, economicamente viáveis e socialmente aceitas (Giordano 2000).

Nesse sentido, o uso de biodigestores na suinocultura é apontado por diversas instituições de pesquisa como uma das soluções eficientes sob os pontos de vista econômico, social e ambiental, permitindo agregar valores à atividade, como a geração de biogás e de biofertilizante. Desta maneira, o uso do biodigestor também atende a uma das estratégias sugeridas pelo Protocolo de Kyoto⁷, pois capta o gás metano a partir do dejetos suíno e o transforma em dióxido de carbono, minimizando a contaminação do ar, o odor e os reflexos na camada de ozônio (Cruz *et al.* 2007:52).

Para Casagrande (2003:50), “A adoção deste tipo de tecnologia contribui de maneira significativa no tratamento de dejetos de suínos, como forma de minimizar as causas do efeito estufa [...]”, pois a decomposição anaeróbica da matéria orgânica presente nos resíduos libera o gás metano, com potencial de aquecimento global 21 vezes superior ao gás carbônico. Este gás pode ser aproveitado como fonte de energia renovável, além de evitar o consumo de combustíveis fósseis.

Em Toledo, a difusão da implantação de biodigestores é abarcada por diversos segmentos. Em 1998, foi formada uma comissão municipal de tratamento e manejo de dejetos suínos, composta por diversas entidades e empresas, como o Instituto de Tecnologia do Paraná (TECPAR), Fundação Banco do Brasil, Sadia S/A, Universidade Estadual do Oeste do Paraná (UNIOESTE), Instituto Ambiental do Paraná (IAP) e Centro de Educação Profissionalizante. Dentre as propostas em estudo, o projeto de Implantação e Difusão de Biossistemas Integrados (BSI) desponha na tentativa de reverter estes agravantes e garantir a sustentabilidade da atividade, fazendo do município um dos pioneiros na difusão desta nova tecnologia (Casagrande 2003).

⁷ O Protocolo de Quioto surgiu de um pacto global pela busca de melhorias no clima do planeta. Ele reconhece o uso de biodigestores como uma das alternativas do Mecanismo de Desenvolvimento Limpo (MDL), que implica assumir responsabilidade para reduzir as emissões de poluentes e promover o desenvolvimento sustentável.

2. Procedimentos metodológicos

Este artigo utiliza o método de estudo de casos, tendo em vista o estudo exploratório em duas propriedades rurais produtoras de suínos e que implantaram o sistema de biodigestores, localizadas no município de Toledo, Paraná. Cada propriedade adotou um modelo distinto de biodigestor. Na Granja A, o modelo implantado para os dois biodigestores foi subsidiado pela TECPAR: modelo BSI. Na Granja B, o modelo misto é compreendido por dois biodigestores, o primeiro sem um modelo específico construído a partir da concepção do produtor e o outro implantado pelo Instituto Sadia: modelo 3S.

De acordo com Lazzarini (1997), a vantagem de realizar pesquisas com múltiplos casos consiste nas evidências proporcionadas entre estes diferentes contextos, tornando a pesquisa mais robusta. O estudo de caso se aplica quando se deseja obter generalizações analíticas e não estatísticas. Assim, a pesquisa proposta é menos rígida em seu planejamento.

Nesta análise, houve levantamento bibliográfico e coleta de dados secundários para reforçar os objetivos deste estudo. Os dados para a análise de viabilidade econômico-financeira foram obtidos através de entrevistas diretas nas duas propriedades rurais onde estão instalados os biodigestores, nos meses de julho e agosto de 2007. Os dados são relacionados à composição estrutural, ao investimento inicial, aos custos de manutenção, além das receitas e economias obtidas.

Dessa maneira, procurou-se analisar a viabilidade econômico-financeira de dois modelos diferentes de biodigestores. A pesquisa apresenta seis indicadores de viabilidade, com três análises em cada propriedade. Quatro foram realizados conforme a realidade observada, com e sem subsídio, e dois foram simulados, uma para cada propriedade, prevenindo a adequação das propriedades no Projeto de Mecanismo de Desenvolvimento Limpo (MDL).

A vida útil do projeto específico contemplou o período de dez anos para os principais investimentos, com exceção das lonas do biodigestor, a malha de ferro e o Kanadren-Sapata. Isto gera a necessidade de reinvestimento para a compra e instalação desses equipamentos.

Todos os investimentos em capital fixo foram depreciados pelo método linear e o valor residual foi considerado nulo (Nogueira, 1999). O método de depreciação considera o valor atual ou original do ativo, a vida útil estimada e o valor residual. Neste método a carga de depreciação é rateada constantemente ao longo dos anos. Segundo Casarotto Filho & Kopittke (2000), a perda do valor do bem por deterioração ou obsolescência não é um desembolso, mas um custo, podendo ser abatida das receitas, diminuindo o lucro tributável.

Para o cálculo das receitas advindas da venda de créditos de carbono, foram considerados os valores da Bolsa de Mercadorias & Futuros (BM&F). Considerou-se o preço de US\$ 5,60 por crédito de carbono e o valor do dólar correspondente a R\$ 1,9021, equivalente à média do mês de setembro (2007). A quantidade de créditos de carbono produzida anualmente em cada propriedade foi obtida a partir do cálculo de Damovich *et al.* (2007).

2.1 Decisão de investimento

Neste artigo foi estimado o investimento necessário para a instalação dos biodigestores, bem como o retorno que este investimento dará e o tempo necessário para ressarcir estes custos. A taxa de desconto utilizada para as estimativas de viabilidade foi a taxa de rendimento da Caderneta de Poupança com taxa média de juros de 8% a.a.⁸

Para a avaliação do retorno sobre os investimentos e a despesa do empreendimento, foram utilizados os seguintes indicadores: O Valor Presente Líquido (VPL) é um índice de rentabilidade que permite analisar a viabilidade econômico-financeira de um projeto ao longo prazo. Segundo Nogueira (1999:244), “O método do Valor Presente Líquido consiste em transferir para o instante atual todas as variações de caixa esperadas, descontadas a uma determinada taxa de juros, e somá-las algebricamente [...]”. A Taxa Interna de Retorno (TIR) é um índice relativo que mede a rentabilidade de um investimento ao longo de um período de tempo. Também pode ser entendida como a taxa de desconto que anula o valor do VPL, equivalente a zero. Esta “[...] é a taxa de juros que torna uma série de recebimentos e desembolsos equivalente na data presente [...]” (Nogueira 1999:249). Por sua vez, a Taxa de Rentabilidade (TR) consiste na relação entre o VPL, determinado a partir da Taxa Mínima de retorno (TMA), e o valor atualizado dos gastos de capital. O período de recuperação econômica de capital, *Payback*, é o tempo necessário para o investimento ou o empreendimento recuperar o capital investido, que consiste em determinar a quantidade de períodos necessários para recuperar este capital.

3. Resultados e discussões

3.1 Granja A

Na propriedade de Três Bocas, a suinocultura é realizada desde 1967. Atualmente o proprietário comercializa os leitões saídos da creche sem

8 No Brasil, é comum a Taxa Mínima de Atratividade ser igual a caderneta de poupança, isto no caso de pessoas físicas (Casarotto Filho & Kopittke 2000).

parcerias com agroindústrias locais. Somente os leitões em fase de terminação são negociados com uma agroindústria localizada no município de Toledo, Paraná. O sistema produtivo praticado na propriedade é o Ciclo Completo.⁹ A propriedade é composta por 450 matrizes, 15 reprodutores que reproduzem 11.000 leitões por ano. A propriedade também realiza a terminação de 1.400 leitões. Os biodigestores foram implantados em 2001 com parceria da TECPAR. O sistema de tratamento utilizado para os dejetos é o Biosistema Integrado (BSI) que valoriza a sustentabilidade na propriedade e o equilíbrio com a natureza.

A suinocultura ocupa apenas um do total de 32 hectares desta propriedade, com uma pocilga de 2.700 m² para o alojamento dos animais. O tratamento dos dejetos é realizado por dois biodigestores e quatro lagoas de armazenamento utilizadas para a criação de algas. Os biodigestores são alimentados continuamente e recebem os dejetos a partir das canalizações, acumulados em uma caixa antes de entrarem no equipamento. No interior do biodigestor os dejetos sofrem decomposição anaeróbica e precisam de dez dias desde o momento que entram no biodigestor até sua saída para as lagoas de contenção.

O volume de dejetos produzidos diariamente é de aproximadamente 35.010 litros, correspondendo a 12.778,65 m³/ano. Toda a capacidade de produção do biodigestor é utilizada para a transformação em biogás e biofertilizante, sendo que o biogás captado é canalizado e transformado em energia mecânica que alimenta motores utilizados no preparo da alimentação de suínos e peixes. O biofertilizante é utilizado para fertilizar a lavoura e para a criação de algas, usadas como alimento para os peixes. Alguns autores como Konzen (1998), por exemplo, estipularam a quantidade de produção de dejetos produzidos por categoria suína. Na Tabela 1 estão apresentados os números relativos à quantidade de dejetos que cada suíno produz diariamente na propriedade.

⁹ Contempla todas as etapas da produção.

TABELA 1 – PRODUÇÃO DE DEJETOS NA GRANJA A POR CATEGORIA

Categoria	Dejetos Líquidos (l/dia)	Quant. de Suínos	Quant. Produzida (l/dia)
25 - 100 kg	7,00	1.400	9.800
Porcas Reposições Cobrição e Gestantes	16,00	225	3.600
Porcas em Lactação com Leitões	27,00	225	6.075
Macho	9,00	15	135
Leitões	1,40	11.000	15.400
Total Geral			35.010

Fonte: dados da pesquisa com base em Damovich *et al.* 2007:10.

Os investimentos relativos ao sistema de biodigestores foram realizados através de linhas específicas de crédito do Banco do Brasil. A Prefeitura de Toledo subsidiou recursos para a terraplanagem. A Tabela 2 detalha os custos para implantação do sistema de biodigestor na Granja A.

A manutenção é diária, sendo necessário misturar o dejetos para não secar e fixar-se nas laterais. A cada quatro anos é necessária a realização da limpeza interna dos biodigestores e da troca das mantas. A cada dois anos é necessária a renovação da licença ambiental e a cada ano realiza-se a manutenção dos equipamentos. A depreciação foi contabilizada na discriminação dos custos de manutenção do sistema. Os valores estão explicitados na Tabela 3, discriminados por ano.

Foram considerados como receita os itens de economia gerados na propriedade a partir da implantação dos biodigestores, como: economias de consumo de energia elétrica; redução em 50% dos dejetos espalhados na lavoura, ou seja, aproximadamente 600 cargas são espalhadas na lavoura anualmente, isto significa que, antes da implantação dos biodigestores eram distribuídas na propriedade 1.200 cargas de dejetos por ano ao custo de R\$ 25,00 por carga; e, a criação de algas como alimento para a piscicultura em cativeiro, isto gera uma economia de 25% da ração total para os peixes. Os valores das receitas do biodigestor na Granja A estão especificados na Tabela 4.

TABELA 2 – DISCRIMINAÇÃO DOS CUSTOS PARA IMPLANTAÇÃO DO SISTEMA DE BIODIGESTOR NA GRANJA A

Investimento Inicial	Quantidade	Valor Unit.(R\$)	Valor Total(R\$)
Equipamentos			
Biodigestores	2 un	36.600,00	73.200,00
Manta plástica	480 m2	18,69	8.971,20
Rede de Tubulações	150 m	20,00	3.000,00
Cano PVC	80 m	87,00	6.960,00
Motor Gerador de energia mecânica	1 un	5.000,00	5.000,00
Total sub-valor dos equipamentos			97.131,20
Montagem do sistema de Biodigestores			
Terraplanagem	300 horas	130,00	45.000,00
Obras civis	1 un	7.000,00	7.000,00
Instalação, montagem, frete e mão-de-obra	1 un	10.000,00	10.000,00
Total sub-valor da montagem dos biodigestores			62.000,00
Taxas, Impostos e Licenciamento			
Licença prévia (IAP)	18 (UPF/PR)	51,98	934,38
Licença de instalação (IAP)	30 (UPF/PR)	51,98	1.559,40
Licença de operação (IAP)	24 (UPF/PR)	51,98	1.247,52
Publicação no Diário Oficial 1ª fase	3 un	18,50	55,50
Publicação no Diário Oficial 2ª fase	2 un	34,50	69,00
Publicação em jornal de circulação	5 un	20,00	100,00
Registro de imóveis	1 un	23,50	23,50
Total sub-valor das taxas, impostos e licenciamento			3.989,30
Total Geral			163.120,50

Fonte: dados da pesquisa.

TABELA 3 – DISCRIMINAÇÃO DOS CUSTOS DE MANUTENÇÃO DO SISTEMA DE BIODIGESTOR NA GRANJA A

Custos de Manutenção	Anos 1, 3, 5, 7 e 9	Anos 2, 6 e 10	Anos 4 e 8
Manutenção dos equipamentos	300,00	300,00	300,00
Limpeza interna dos biodigestores	0,00	0,00	720,00
Troca de manta	0,00	0,00	8.971,00
Renovação da Licença Ambiental	0,00	1.267,52	1.267,52
Depreciação	11.058,80	11.058,80	11.058,80
Total Geral	11.358,80	12.626,32	21.777,52

Fonte: dados da pesquisa.

TABELA 4 – DISCRIMINAÇÃO DAS RECEITAS DO SISTEMA DE BIODIGESTOR NA GRANJA A

Receitas - Economias	Quantidade	Valor Unitário(R\$)	Valor Anual(R\$)
Energia elétrica*	75.230 kWh	0,15951	11.999,94
Espalhar o dejetos	600 cargas	25,00	15.000,00
Ração para peixes	3.500 kg	0,70	2.450,00
Total Geral			29.449,94

Fonte: dados da pesquisa.

* Não foi explicitado como é feita a conversão da produção de dejetos de m³ para kWh, pois o produtor mede a produção do biogás pela redução dos custos em energia elétrica paga para a COPEL.

Para este caso, a análise de viabilidade econômico-financeira foi realizada com e sem o subsídio da terraplenagem. A partir dos valores dos investimentos, custo de manutenção e das receitas obteve-se o fluxo de caixa do sistema por um período de dez anos. Assim, a análise de viabilidade econômico-financeira sem subsídio considerando uma TMA de 8% obteve-se VPL negativo no valor de R\$ 59.182,20, TIR de -1,08%, TR de -36,30% e *payback* negativo para o período considerado. Já a análise de viabilidade econômico-financeira com subsídio

considerando uma TMA de 8% obteve-se um VPL negativo no valor de R\$ 14.182,20, TIR de 5,20%, TR de -12,00% e *payback* negativo.

3.2 Granja B

A granja B está localizada próxima ao Rio São Francisco, a três quilômetros da cidade de Toledo. Na propriedade a suinocultura é realizada desde 1979 e atualmente é realizada de forma intensiva e integrada a agroindústria Sadia.

A suinocultura ocupa apenas 3,6 hectares do total de 96 hectares desta propriedade. A produção é composta por oito pocilgas que totalizam 9.553 m² em construção, com capacidade para abrigar 15.000 leitões, o que representa 105.000 litros de dejetos produzidos diariamente, correspondendo a 38.325,00 m³/ano. Nesta propriedade pratica-se a Unidade de Terminação (UT).¹⁰

O tratamento dos dejetos é realizado por dois modelos de biodigestores, um deles idealizado pelo proprietário construído em 2003 e o outro modelo desenvolvido pela Sadia (3S), construído em 2006. Os biodigestores são alimentados continuamente e são complementares um ao outro, recebendo os dejetos a partir das canalizações que saem da granja, ou seja, durante 22 dias os dejetos são alojados no biodigestor particular, após este tempo de retenção os dejetos são transferidos para o biodigestor 3S, permanecendo mais 22 dias, totalizando 44 dias de retenção dos dejetos. Como nesta propriedade não existe um sistema integrado, o biofertilizante é bombeado para a lavoura.

Os investimentos aplicados para a construção do biodigestor idealizados pelo proprietário foram realizados com recursos próprios, com exceção da escavação da vala de 1.500 metros que liga a propriedade à agroindústria Lactobom, sendo subsidiada pela Prefeitura de Toledo. A Tabela 5 detalha os custos para a implantação do sistema de biodigestor particular na Granja B.

O modelo 3S foi subsidiado pela Sadia visando a obtenção dos créditos de carbono. A agroindústria subsidiou a implantação do sistema de biodigestor, em contrapartida requer o direito de comercializar 100% dos créditos de carbono da propriedade durante dez anos. Além da implantação, a empresa também subsidia todos os custos de manutenção, bem como os custos de certificação da propriedade ao MDL. Os custos de implantação estão especificados na Tabela 6.

10 Fase de crescimento do leitão (25 quilos) até a terminação (100 quilos).

TABELA 5 – DISCRIMINAÇÃO DOS CUSTOS PARA A IMPLANTAÇÃO DO SISTEMA DE BIODIGESTOR PARTICULAR NA GRANJA B

Produtos	Quantidade	Valor Unit. (R\$)	Valor total (R\$)
Equipamentos			
Caixa d'água	1 un	12.000,00	12.000,00
Caixas de Filtros	3 un	300,00	900,00
Tanque de filtragem especial	4 un	4.000,00	16.000,00
Tanque de filtragem simples	2 un	1.200,00	2.400,00
Tanques de retenção de gás	2 un	6.000,00	12.000,00
Encanamento de aquecedor	1 un	15.000,00	15.000,00
Manta interna	713 m2	15,25	10.873,25
Manta especial	1.344 m2	18,69	25.119,36
Motor bomba	7 un	2.000,00	14.000,00
Motores	2 un	3.000,00	6.000,00
Gerador de energia mecânica	1 un	6.000,00	6.000,00
Malha de ferro	1 un	600,00	600,00
Compressor	1 un	4.500,00	4.500,00
Cano PVC	1.500 m	2,00	3.000,00
Total sub-valor dos equipamentos			128.392,61
Montagem do Sistema de Biodigestor			
Terraplanagem	275 horas	130,00	35.750,00
Escavação	30 horas	130,00	3.900,00
Cimento	1 un	25.000,00	25.000,00
Ferro	1 un	18.000,00	18.000,00
Projeto técnico	1 un	26.000,00	26.000,00
Instalação, Montagem, Frete e Mão-de-obra	1 un	15.000,00	15.000,00
Total sub-valor da montagem dos biodigestores			123.650,00
Taxas, Impostos e Licenciamento			
Licença Prévia (IAP)	18 (UPF/PR)	51,98	934,38
Licença de Instalação (IAP)	30 (UPF/PR)	51,98	1.559,40
Licença de Operação (IAP)	24 (UPF/PR)	51,98	1.247,52
Publicação no Diário Oficial 1ª fase	3 un	18,50	55,50
Publicação no Diário Oficial 2ª fase	2 un	34,50	69,00
Publicação em jornal de circulação	5 un	20,00	100,00
Registro de Imóveis	1 un	23,50	23,50
Total sub-valor das taxas, impostos e licenciamento			3.989,30
Total Geral			256.031,91

Fonte: dados da pesquisa.

TABELA 6 – DISCRIMINAÇÃO DOS CUSTOS PARA A IMPLANTAÇÃO DO SISTEMA DE BIODIGESTOR 3S NA GRANJA B

Investimento Inicial	Quantidade	Valor Unit. (R\$)	Valor total (R\$)
Equipamentos			
Tubo 150 mm	12 un	120,00	1.440,00
Manta interna	1.200 m2	15,25	18.300,00
Manta especial	2.260 m2	18,69	42.239,40
Caixa de alvenaria	4 un	450,00	1.800,00
Tampão para tubos	4 un	35,00	140,00
Caixa d'água para válvula de segurança	2 un	89,00	178,00
Tubo 75 mm	2 un	84,50	169,00
Registro	2 un	89,00	178,00
Bota	4 un	28,70	144,80
Parabolt	1.020	3,90	3.978,00
Chapa zincada	180 m	9,00	1.620,00
Kanadren, sapata	100 m	6,90	690,00
Ginchene	246 m2	15,25	3.751,50
Valor total dos equipamentos			74.628,70
Montagem do Sistema de Biodigestores			
Terraplanagem	65 horas	130,00	8.450,00
Calha concreto	148 un	81,00	11.988,00
Mão-de-obra	1 un	9.965,00	9.965,00
Valor total da montagem do sistema de biodigestores			30.403,00
Taxas, Impostos e Licenciamento			
Licença Prévia (IAP)	18 (UPF/PR)	51,98	934,38
Licença de Instalação (IAP)	30 (UPF/PR)	51,98	1.559,40
Licença de Operação (IAP)	24 (UPF/PR)	51,98	1.247,52
Publicação no Diário Oficial 1ª fase	3 un	18,50	55,50
Publicação no Diário Oficial 2ª fase	2 un	34,50	69,00
Publicação em jornal de circulação	5 un	20,00	100,00
Registro de Imóveis	1 un	23,50	23,50
Total sub-valor das taxas, impostos e licenciamento			3.989,30
Total Geral			109.021,00

Fonte: dados da pesquisa.

O biodigestor particular precisa de assistência técnica e manutenção dos equipamentos constantemente. A cada ano necessita-se de assistência técnica especializada, manutenção dos equipamentos em geral e também os específicos para a fertirrigação, bem como a troca da malha de ferro. A cada período de quatro anos é realizada a troca das mantas e a cada de dois anos a renovação da licença do IAP. A depreciação foi contabilizada na discriminação dos custos de manutenção do sistema. Os valores e custos estão explicitados na Tabela 7, discriminados por ano.

TABELA 7 – DISCRIMINAÇÃO DOS CUSTOS DE MANUTENÇÃO DO BIODIGESTOR PARTICULAR NA GRANJA B

Custos de Manutenção	Anos 1, 3, 5, 7 e 9	Anos 2, 6 e 10	Anos 4 e 8
Assistência técnica	12.000,00	12.000,00	12.000,00
Manutenção dos equipamentos (geral)	4.000,00	4.000,00	4.000,00
Manutenção dos equipamentos (fertirrigação)	4.000,00	4.000,00	4.000,00
Malha de ferro	600,00	600,00	600,00
Mantas	0,00	0,00	35.992,36
Renovação da Licença Ambiental	0,00	1.267,52	1.267,52
Depreciação	18.778,00	18.778,00	18.778,00
Total Geral	39.378,15	40.645,67	76.638,03

Fonte: dados da pesquisa.

Já a manutenção do biodigestor 3S é realizada pela Sadia, não sendo contabilizados os custos quando considerado análise com subsídios, pois a empresa não repassa estes custos ao produtor. Assim como no biodigestor particular, o modelo 3S necessita a cada ano de assistência técnica especializada, manutenção dos equipamentos e a troca do Kanadren-Sapata. A cada período de quatro anos é realizada a troca das mantas e a cada de dois anos a renovação da licença do IAP. A depreciação foi contabilizada na discriminação dos custos de manutenção do sistema. Os valores estão apresentados na Tabela 8, estando discriminados por ano.

Toda a capacidade de produção do biodigestor é utilizada para a transformação em biogás, energia elétrica e biofertilizante. A metade da produção do biogás é comercializada para a agroindústria processadora de leite Lactobom.¹¹ Este gás é canalizado até as instalações da empresa, situada aproximadamente a 1.500 metros da propriedade. Os outros

11 Antes da implantação, já havia uma noção da produtividade energética, neste sentido implantou-se o biodigestor e canalizou-o para a agroindústria. A manutenção da demanda da agroindústria ocorre, pois o proprietário da Lactobom é filho do proprietário da Granja B. Quanto ao preço do gás produzido pela granja, a empresa consegue economizar um valor bem acima do preço pago para a empresa de energia COPEL. Como no município ainda não existe a venda de biogás e não se mensura o valor por quantidade, o preço pago pelo biogás é muito mais barato que o pago pela energia elétrica.

TABELA 8 – DISCRIMINAÇÃO DOS CUSTOS DE MANUTENÇÃO DO BIODIGESTOR 3S NA GRANJA B

Custos de Manutenção	Anos 1, 3, 5, 7 e 9	Anos 2, 6 e 10	Anos 4 e 8
Assistência técnica	2.000,00	2.000,00	2.000,00
Manutenção anual dos equipamentos	500,00	500,00	500,00
Kanadren, Sapata	690,00	690,00	690,00
Mantas	0,00	0,00	60.539,40
Taxa IAP	0,00	1.267,52	1.267,52
Depreciação	8.135,92	8.135,92	8.135,92
Total Geral	11.325,92	12.593,44	73.132,84

Fonte: dados da pesquisa.

50% do biogás são utilizados na propriedade, sendo transformados em energia mecânica. Com a implantação do biodigestor, houve uma redução quase que total das despesas para espalhar os dejetos na lavoura, ou seja, antes da implantação 7.200 cargas de dejetos por ano eram distribuídas na propriedade ao custo de R\$ 25,00 por carga, depois da implantação do biodigestor todo o dejetos passou a ser fertirrigado para a lavoura. Os custos para manter a fertirrigação são R\$ 4.000 por ano, conforme especificado na Tabela 7. A discriminação das receitas e economias geradas na Granja B está especificada na Tabela 9.

TABELA 9 – DISCRIMINAÇÃO DAS RECEITAS E ECONOMIAS GERADAS NA GRANJA B

Receitas - Economias	Quantidade	Valor Unitário (R\$)	Valor Anual (R\$)
Energia elétrica*	225.691 kWh	0,15951	36.000,00
Venda de biogás	1 un	18.000,00	18.000,00
Redução espalhar o dejetos	7.200 cargas	25,00	180.000,00
Total Geral			234.000,00

Fonte: dados da pesquisa.

* Não foi explicitado como é feita a conversão da produção de dejetos de m³ para kWh, pois o produtor mede a produção do biogás pela redução dos custos em energia elétrica paga para a COPEL. Já a venda do biogás não é por quantidade, portanto o proprietário cobra um valor pré-estabelecido.

Para este caso, a análise de viabilidade econômico-financeira foi realizada com e sem o subsídio da Sadia e da Prefeitura municipal. A partir dos valores dos investimentos, dos custos de manutenção e das receitas obteve-se o fluxo de caixa do sistema por um período de dez anos. Assim, os investimentos iniciais para a análise de viabilidade econômico-financeira sem subsídio custaram R\$ 365.052,91 e considerando a TMA de 8% obteve-se um VPL positivo no valor de R\$ 733.592,81, TIR de 45,47%, TR de 201,00% e *payback* do segundo para o terceiro ano. Já os investimentos iniciais para a análise de viabilidade econômico-financeira com subsídio custaram R\$ 252.131,91 e considerando a TMA de 8% obteve-se VPL positivo no valor de R\$ 1.003.806,50, TIR de 75,47%, TR de 398,10% e *payback* do primeiro para o segundo ano.

4. Sistemas Simulados

Analisando os resultados obtidos nas Granjas A e B, percebe-se que a Granja A, sem subsídios, não recupera os investimentos ao longo dos dez anos, o que torna o investimento inviável econômico e financeiramente. Já na Granja B não seriam necessários outros estudos para provar a viabilidade do investimento. Entretanto, esses resultados servem de reflexão e de comparação para uma outra análise, ou seja, quais seriam os retornos para esses produtores caso eles também comercializassem os créditos de carbono?

Diante disso, simularam-se dois cenários, no qual os produtores realizam todos os investimentos, custos de manutenção e rastreabilidade. Além disso, as receitas já citadas para cada Granja somam-se aos possíveis ganhos com a comercialização dos créditos de carbono.

Além dos investimentos nos sistemas de biodigestores, a comercialização de crédito de carbono exige certificação e rastreabilidade. Estes custos serão simulados para cada propriedade excluindo qualquer tipo de subsídio.

4.1 Granja A

Na Granja A os investimentos para implantar os biodigestores sem subsídios foram R\$ 163.120,50, os custos de manutenção anual são as especificadas na Tabela 3 e as receitas anuais foram de R\$ 29.449,94. Já os custos totais para a certificação da propriedade totalizam R\$ 164.800,00, especificados na Tabela 10.

TABELA 10 – DISCRIMINAÇÃO DOS CUSTOS PARA A IMPLANTAÇÃO DO MDL PARA PEQUENOS SUINOCULTORES PARA A OBTENÇÃO DOS CRÉDITOS DE CARBONO

Investimento Inicial	Quantidade	Valor Unit. (R\$)	Valor total (R\$)
Despesas de Viagens	1 un	37.800,00	37.800,00
Validação	1 un	22.000,00	22.000,00
Registro	1 un	22.000,00	22.000,00
Verificação	1 un	28.000,00	28.000,00
PDD	1 un	55.000,00	55.000,00
Total Geral			164.800,00

Fonte: Organização das Cooperativas Brasileiras (OCB) (2007).

Os custos de monitoramento/rastreabilidade anuais estão especificados na Tabela 11.

TABELA 11 – DISCRIMINAÇÃO DOS CUSTOS ANUAIS DE MONITORAMENTO/RASTREABILIDADE DO MDL PARA PEQUENOS SUINOCULTORES PARA A OBTENÇÃO DOS CRÉDITOS DE CARBONO

Custos de Manutenção	Anual
Verificação Anual	22.400,00
Monitoramento Anual	2.000,00
Total Geral	24.400,00

Fonte: Organização das Cooperativas Brasileiras (OCB) (2007).

A produção diária de 35.010 l/dia de dejetos, quando convertida em créditos de carbono, pode gerar uma receita anual de R\$ 65.841,45. O resultado da simulação mostra para uma TMA de 8%, uma TIR de 11,56%, um VPL de R\$ 54.093,29, TR de 16,50% e *payback* entre os anos oito e nove.

4.2 Granja B

Na Granja B os investimentos para implantar os dois biodigestores sem subsídio tanto da Sadia como da Prefeitura municipal foram R\$ 365.052,91 e as receitas anuais foram de R\$ 234.000,00. Já os custos de manutenção anual estão especificados nas Tabelas 7 e 8. O custo de certificação da propriedade totaliza R\$ 164.800,00 e os custos de

rastreabilidade anual são R\$ 24.400,00. As receitas obtidas a partir da venda de créditos de carbono, com a produção diária de 105.000 l/dia de dejetos, podem totalizar R\$ 197.467,93 por ano. O resultado da simulação mostra para uma TMA de 8%, uma TIR de 64,81%, um VPL de R\$ 1.730.092,70, TR de 326,50% e um *payback* do primeiro para o segundo ano.

5. Comparação dos sistemas

Os itens de comparação da análise de viabilidade entre as duas granjas são apresentados no Tabela 12.

TABELA 12. QUADRO COMPARATIVO DA ANÁLISE DE VIABILIDADE ECONÔMICO-FINANCEIRA

	Granja A			Granja B		
	Com Subsídio	Sem Subsídio	Venda de Crédito de Carbono	Com Subsídio	Sem Subsídio	Venda de Crédito de Carbono
Investimento Inicial (R\$)	118.120,50	163.120,50	327.920,50	252.131,91	365.052,91	529.852,91
Manutenção média (R\$)	14.080,80	14.080,80	38.480,80	47.210,38	71.227,94	95.677,94
Receitas / economias (R\$)	29.449,94	29.449,94	95.291,39	234.000,00	234.000,00	431.467,93
TMA (%)	8,00	8,00	8,00	8,00	8,00	8,00
TIR (%)	5,20	-1,08	11,56	75,47	45,47	64,81
VPL (R\$)	-14.182,20	-59.182,20	54.093,29	1.003.806,50	733.592,81	1.730.092,70
TR (%)	-12,00	-36,30	16,50	398,10	201,00	326,50
Payback	negativo	negativo	Entre 8º e o 9º ano	Entre o 1º e o 2º ano	Entre 2º e o 3º ano	Entre o 1º e o 2º ano

Fonte: dados da pesquisa.

A análise comparativa entre os sistemas analisados, com base na metodologia utilizada, apontou a inviabilidade econômico-financeira na Granja A sem a comercialização dos créditos de carbono, a qual apresentou VPL, TR e *payback* negativos. Com a venda dos créditos de carbono, a Granja A apresentou para o período de análise VPL de R\$ 54.093,29, TIR de 11,56%, TR de 16,50% e *payback* entre os anos oito e nove.

Em contrapartida, a Granja B apresentou grande viabilidade nas três simulações, com TIR acima de 45%, VPL acima de R\$ 730.000,00, TR

acima de 200,00%, com possibilidade máxima de retorno dos investimentos em menos de três anos. Conforme estes parâmetros, o sistema de biodigestores implantado na Granja B pode ser considerado um bom investimento.

Diante de tal cenário, a questão que merece destaque é esta: como investimentos similares obtêm retornos diferenciados?

As características de produção suína observada em cada granja permitem apontar para as seguintes evidências: 1) O manejo do dejetos, na Granja B, sob forma de fertirrigação, reduz quase 100% dos custos de distribuição dos dejetos na lavoura, se comparada à forma tradicional; 2) A Granja A produz 35.010 l/dia de dejetos, enquanto a Granja B produz 105.000 l/dia de dejetos, conseqüentemente a Granja B gera maior produção de biogás, maior economia de energia elétrica e créditos de carbono.

Estes resultados sinalizam que a grande quantidade de dejetos viabiliza a implantação de biodigestores. Ocorre que a maioria das propriedades do município de Toledo se diferenciam do porte da Granja B, inviabilizando econômica e financeiramente a implantação desses biodigestores convencionais (Casagrande 2003).

Os ganhos ambientais, considerados por si só, não motivam os pequenos suinocultores a implantar o sistema de biodigestores em suas propriedades. Atualmente os MDLs são limitados a alguns produtores, por isso investir em um projeto que viabilize o custo de adequação às leis ambientais e ainda agreguem maior rentabilidade à produção podem tornar a suinocultura sustentável. Na tentativa de viabilizar o acesso a proponentes de baixa renda a programas de crédito de carbono, ou mesmo fomentar projetos de menor volume de RCE (Redução Certificada de Emissões), foi aprovada, no âmbito da CQNUMC (Convenção Quadro das Nações Unidas sobre Mudança do Clima), uma modalidade específica para contemplar projetos de pequena escala. Suas exigências e metodologias foram simplificadas no intuito de reduzir os custos de transação e, assim, incentivar o envolvimento de pequenos empresários através de arranjos associativistas.

Então, necessária se faz a intervenção pública, com políticas efetivas quer seja na aplicação de subsídios diretos nas propriedades, seja em investimentos em modelos com custos reduzidos ou em modelos de biodigestores coletivos. Assim, a junção de políticas públicas com a intervenção de organizações não-governamentais, cooperativas ou associações de suinocultores viabilizariam a suinocultura sustentável no município. Entende-se que o poder público deveria oferecer subsídios econômicos para a implantação de qualquer modelo de biodigestor. Já as associações de suinocultores poderiam viabilizar e facilitar o

credenciamento e a comercialização dos créditos de carbono, além de difundir a prática e esclarecer os ganhos e custos com a implantação dos Mecanismos de Desenvolvimento Limpo.

6. Considerações finais

O objetivo deste artigo foi analisar a viabilidade econômico-financeira da implantação de diferentes modelos de biodigestores em duas propriedades rurais produtoras de suínos no município de Toledo, Paraná. As propriedades foram comparadas de acordo com as variações de receitas e de custos operacionais.

Os resultados apresentados nas variações de receita e de custos dos sistemas de biodigestores, de acordo com a análise de viabilidade econômico-financeira, e por meio de indicadores de rentabilidade, mostram que os investimentos não se encontram viáveis financeiramente na Granja A sem a implantação do MDL. A Granja B, independente da simulação realizada, apresentou viabilidade econômico-financeira. O desempenho da Granja B está influenciado pela grande quantidade de produção de suínos (15.000 leitões) e, conseqüentemente, de dejetos, que geram maiores economias e créditos de carbono. Ressalta-se, assim, que a viabilidade foi determinada pelas especificidades da produção suína nas propriedades analisadas. Apesar da implantação dos biodigestores ser intensa na região, na atualidade não existem informações da eficiência dos diferentes sistemas na produção dos biodigestores.

Apesar de existir tecnologias de biodigestores para granjas pequenas, o custo é alto e a tecnologia pouco difundida, sendo assim, torna-se necessário a grande produção de suínos. Os custos para implantar o MDL em uma propriedade pequena são os mesmos de uma propriedade de grande porte e isso inviabiliza em grande parte a implantação do biodigestor e do MDL. Além disso, depende também da forma como o agricultor procede para obter o máximo de lucro ou de economia depois da implantação do biodigestor.

A implantação do sistema de biodigestores no município de Toledo, Paraná, é um caminho alternativo para o crescimento econômico, ao qual pode gerar biogás, energia elétrica, combustíveis alternativos e ganhos com a comercialização dos créditos de carbono. Os impactos ambientais provocados pelos dejetos no meio ambiente seriam reduzidos, melhorando a qualidade de vida da população. Torna-se necessária, no entanto, a projeção de modelos de biodigestores diferenciados dos convencionais, para contemplar as propriedades que não possuem alta produção de suínos como a Granja A, minimizando, assim, os custos de certificação, implantação e manutenção desses sistemas.

Por último, mas não menos importante, os biodigestores analisados estão em funcionamento há pouco tempo. Isto evidencia a necessidade de outros estudos de análise de funcionamento e de desempenho destes modelos.

Referências

- BEZERRA, Severino (2002). *Gestão ambiental da propriedade suinícola: um modelo baseado em um biossistema integrado*. Florianópolis: dissertação de mestrado, Universidade Federal de Santa Catarina, Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção.
- BOLSA DE MERCADORIAS & FUTUROS – BM&F. (2007). *Perguntas frequentes*. URL: <http://www.bmf.com.br/portal/pages/MBRE/faq.asp/>. Acesso em: 14 de setembro de 2007.
- CANUTO, O. (1991). “Ciclos de vida do produto e vantagens de internacionalização de capacidades tecnológicas, sob uma abordagem evolucionista”. XIX Encontro Nacional de Economia – ANPEC. Anais. Brasília.
- CASAGRANDE, Luiz F. (2003). *Avaliação descritiva de desempenho e sustentabilidade entre uma granja suinícola convencional e outra dotada de um biossistema integrado (B.S.I.)*. Florianópolis: dissertação de mestrado, Universidade Federal de Santa Catarina, Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção.
- CASAROTTO FILHO, N. & KOPITTKE, B. H. (2000). *Análise de investimentos*. São Paulo: Atlas.
- CRUZ, A. & WANDER, A. & SOUSA, A. (2007). “Viabilidade econômica do uso do biodigestor na suinocultura”. XLV Congresso da Sociedade Brasileira de Economia, Administração e Sociologia Rural – SOBER. Anais. Londrina.
- DAMOVICH, J. & MOREJON, C. & ROCHA JR, W. & HONÓRIO, T. (2007). “Diagnóstico ambiental em torno da suinocultura na bacia do rio Toledo e identificação do potencial econômico dos dejetos.” V Encontro de Economia Paranaense – ECOPAR. Anais. Curitiba.
- GASPAR, Rita M. (2003). *Utilização de biodigestores em pequenas e médias propriedades rurais com ênfase na agregação de valor: um estudo de caso na região de Toledo-PR*. Florianópolis: dissertação de mestrado, Universidade Federal de Santa Catarina, Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção.
- GIORDANO, Samuel (2000). “Gestão ambiental no sistema agroindustrial.” In: ZYLBERSZTAJN, D. & NEVES, M. (orgs.). *Economia e gestão dos negócios agroalimentares*. São Paulo: Pioneira, pp. 255-282.
- INSTITUTO AMBIENTAL DO PARANÁ – IAP (2007). *Licenciamento ambiental*. URL: <http://www.pr.gov.br/meioambiente/iap/>. Acesso em: 15 de agosto de 2007.

- INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA – IBGE. (2005). *IBGE cidades – produção pecuária*. URL: <http://www.ibge.gov.br/cidadesat/default.ph/>. Acesso em: 20 de agosto de 2007.
- INSTITUTO DE TECNOLOGIA DO PARANÁ – TECPAR. (2007). *Projetos*. URL: <http://www.tecpar.br/telus/projetos/O4BSI-tqsedimentação.htm>. Acesso em: 28 de julho de 2007.
- KONZEN, E. (1998). *Manejo e utilização dos dejetos de suínos*. Concórdia: EMBRAPA/CNPISA.
- LAZZARINI, Sérgio (1997). “Estudos de caso para fins de pesquisa: aplicabilidade e limitações do método.” In: FARINA, E. M. (coord.). *Estudos de caso em agribusiness*. São Paulo: Pioneira, pp. 9-23.
- NOGUEIRA, Edemilson (1999). “Análise de investimentos.” In: BATALHA, M. (Coord.). *Gestão agroindustrial*. São Paulo: Atlas, pp. 223-288.
- NOGUEIRA, Luiz A. (1986). *Biodigestão: a alternativa energética*. São Paulo: Nobel.
- NÚCLEO DE PESQUISA EM AMBIÊNCIA – NUPEA. (2006). *Pesquisa do NUPEA mostra o descaso nos sistemas de tratamento de efluentes animais*. URL: <http://www.ags.com.br/ArquivoNot%C3%ADcias/tabid/55/ctl/Details/mid/381/ItemID/349/Default.aspx>. Acesso em: 18 de abril de 2008.
- ORGANIZAÇÃO DAS COOPERATIVAS BRASILEIRAS – OCB (2007). *Primeiro workshop de créditos de carbono*. URL: <http://www.brasilcooperativo.coop.br/default.aspx?tabid=600>. Acesso em: 30 de setembro de 2007.
- PERDOMO, Carlos C. (2002). “Custos do dejetos suíno.” *Suinocultura Industrial* 163(7):12-15.
- ROESSLER, M. & CESCINETTO, E. (2003). “A produção de suínos e as propostas de gestão de ativos ambientais: o caso da região de Toledo – PR.” *Revista GEPEC* 7(2):1-19.
- ROSENBERG, N. (1982). *Inside the black box: technology and economics*. Cambridge: Cambridge University Press.
- ZYLBERSZTAJN, D. & NEVES, M. (orgs) (2000). *Economia e gestão dos negócios agroalimentares*. São Paulo: Pioneira.

Recebido em: 31 de outubro de 2007

Primeira resposta em: 12 de novembro de 2007

Aceite em: 22 de abril de 2008