

Costs and analysis of investment to transport pig manure with subsequent generation of bioenergy in the city of Toledo-PR.

Reception of originals: 12/02/2008
Release for publication: 09/10/2009

Sandra Mara Pereira

Mestre em Desenvolvimento Regional e Agronegócio pela UNIOESTE
Instituição: Universidade Estadual do Oeste do Paraná.
Endereço: *Campus* Toledo. Caixa postal 367. Toledo/PR.
CEP: 85.900-970.
E-mail: sandra.mara78@yahoo.com.br

Débora da Silva Lobo

Doutora em Engenharia de Produção pela UFSC
Instituição: Universidade Estadual do Oeste do Paraná.
Endereço: Rua da Faculdade, nº 645, Jardim Sta. Maria. Toledo/PR.
CEP: 85.903-000.
E-mail: dlobo@unioeste.br

Weimar Freire da Rocha Jr.

Doutor em Engenharia de Produção pela UFSC
Instituição: Universidade Estadual do Oeste do Paraná.
Endereço: Rua da Faculdade, nº 645, Jardim Sta. Maria. Toledo/PR.
CEP: 85.903-000.
E-mail: wrocha@unioeste.br

Abstract

The work addresses the theme "analysis of costs and investments for the collection of pig manure (in the finishing phase) in rural properties in the city of Toledo, with the final destination a center of bioenergy". The theoretical base includes agribusiness topics, transportation costs and investment analysis; characterization of swine production site. In the methodology, collected information is related to properties with 380 pigs in the finishing stage, performing with the aid of heuristic routing of Clark & Wright. Were researched information on vehicles and equipment used in this activity, operating costs and investment for the acquisition of them, as well as for the establishment of a center of biodigestion. We analyzed the potential to generate waste, biogas and electricity and the quantities of pigs in the properties searched. For the implementation of the project will require major investments, however, profitability with the sale of biogas and electricity compensate. It follows that it is feasible to implement a similar project, for the benefit of farmers, who will have new source of revenue with the sale of pig slurry, providing a new energy matrix, using a highly waste polluter, and preserve the environment, not suffer the dump indiscriminate of pig manure

Key-words: Transportation costs, Pig manure, Bioenergy

1. Introdução

Nas últimas décadas, o Paraná, tem se destacado no agronegócio nacional, sobressaindo-se na produção de suínos, em especial para fins industriais, devido a fatores como novas tecnologias de produção e possibilidade de maior produção em reduzido espaço físico.

Dados da Associação Brasileira da Indústria Produtora e Exportadora de Carne Suína (ABIPECS, 2008) indicam que o Paraná está em terceira posição na produção nacional de suínos (Santa Catarina em primeiro, seguido do Rio Grande do Sul). O Paraná foi responsável pelo abate de aproximadamente 5 milhões de cabeças no ano de 2007. Esta moderna suinocultura caracteriza-se pelo aumento da concentração do número de animais confinados por estabelecimento, com a finalidade de obter economias de escala e melhorar a competitividade da agroindústria (WEYDMANN; FOSTER, 2002).

Com base nestas considerações, foram analisadas questões relativas aos custos para o transporte de dejetos suínos, na cidade de Toledo-PR, bem como seus desencadeamentos. A problemática sugerida para a realização do estudo foi: “Qual o custo para o transporte de dejetos suínos, das propriedades rurais até um Centro de Bioenergia? Este custo é restituído pela geração de energia (gás ou eletricidade) proveniente destes dejetos?”.

Antevendo os transtornos da poluição conseqüentes da suinocultura, é mister vislumbrar possibilidades que eliminem o problema e agreguem valor ao resíduo. Conforme dados de Oliveira et al (1993), cada suíno, em fase de terminação (que representam a maior parcela desta população na região estudada), gera, por dia 4,9 quilos de dejetos (urina e esterco). Deste modo, em uma granja, considerada de pequeno porte, com 500 suínos para terminação, são produzidos 2.450 quilos de dejetos/dia; considerando que permanecem na propriedade por um período médio de 100 dias, equivale a uma geração total de 245.000 quilos de dejetos; justificando a necessidade de uma utilização mais proveitosa.

Sabe-se que, usualmente, os dejetos são utilizados para a adubação do solo, pois quando adequadamente utilizados, podem substituir os adubos químicos. No entanto, se aplicados continuamente ou em excesso, podem contaminar o solo e os mananciais hídricos. Estes danos demoram a ser percebidos pelos agricultores e até mesmo pelos técnicos de campo (SEGANFREDO; PERIN JUNIOR, 2008).

A principal justificativa deste trabalho, reside no fato da região ser responsável por 21% da produção estadual de suínos, caracterizando uma necessidade urgente de destino adequado e ambientalmente correto dos dejetos gerados nas propriedades e, deste modo, manter o equilíbrio das propriedades e adjacências; na preservação dos mananciais hídricos, que atendem aos moradores das áreas rurais e urbana.

2. Revisão Teórica

2.1. Agronegócio paranaense

Nos últimos anos, o agronegócio tem sido focado por diversos pesquisadores, tanto em âmbito nacional quanto mundial, por ser de primordial importância para o desenvolvimento não apenas dos negócios relacionados à agropecuária, mas também como fornecedor de insumos e de matérias-primas para a indústria e o comércio, além de prover alimentos para o abastecimento, tanto interno quanto externo (IPARDES, 2002).

O agronegócio está contribuindo, em média, com 25% no PIB total, o que representa uma parcela significativa para a economia do país. No ano de 2007, do total do agronegócio brasileiro, a Região Sul colaborou com cerca de 24%. O estado do Paraná é responsável por aproximadamente 39% do total da Região Sul, o que contribui cerca de 9% do total do agronegócio nacional (CEPEA/ESALQ, 2007).

O Paraná tem se destacado no agronegócio por ter diversificado e modernizado as cadeias produtivas. Setores como usinas de açúcar e álcool, derivados lácteos, tecelagens, suco de laranja, maltaria, industrialização de carnes (suínos e aves), unidades de melhoramentos genéticos, entre outros projetos, têm sido implantados com a intenção de agregar valor e diversificar a produção (LOURENÇO, 2002).

Fatores como a globalização, abertura da economia brasileira e a ampliação do mercado interno, contribuíram para a otimização e a melhoria das condições de produção em toda a cadeia do agronegócio.

2.2. Caracterização da suinocultura

A suinocultura tem sido destaque, ampliando-se nas últimas décadas devido a fatores como: a) possibilidade de maior produção em reduzido espaço físico; b) oportunidade de

ampliação da renda do produtor rural (não deixando de desenvolver outras atividades); c) poder ser realizada em pequenas, médias ou grandes propriedades; d) fornecimento de conhecimento tecnológico e genético pelas empresas agroindustriais, bem como o auxílio técnico e veterinário, tão necessários à atividade (GOMES et al, 1992).

A carne suína representa quase a metade do consumo e da produção mundial de carnes, sendo considerada a principal fonte de proteína animal. Atualmente, a produção está com volume aproximado de 93 milhões de toneladas.

O Brasil ocupa a quarta posição na produção mundial de carne suína, sendo sua estimativa para 2009 de aproximadamente 3,08 milhões de toneladas de carne (considerado peso de carcaça). Na Figura 1 está exposta a evolução da produção de carne suína no Brasil, para fins industriais.

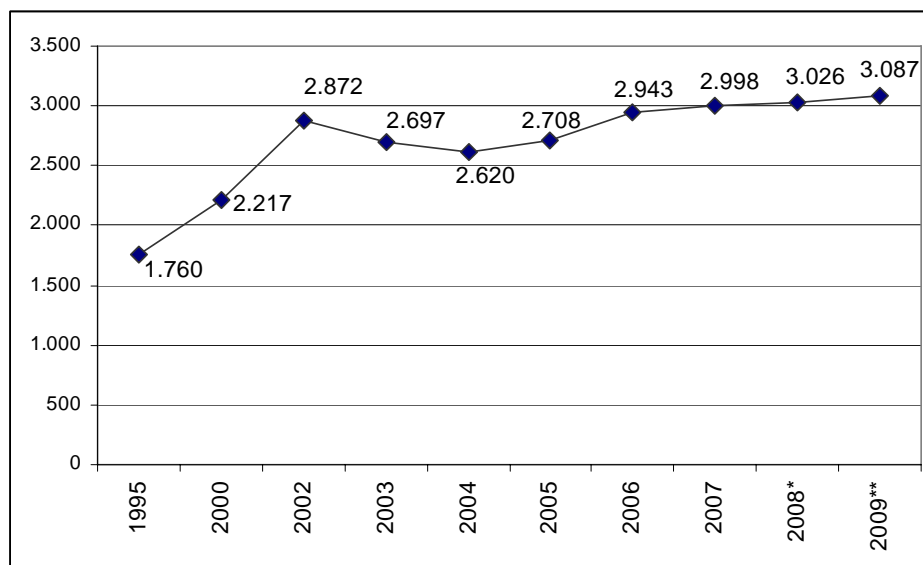


Figura 1 – Produção brasileira de carne na suinocultura industrial, em mil toneladas equivalente carcaça (1995-2009) *estimativa; **previsão

Fontes: Abipecs, ABCS e Embrapa (2008).

A produção de carne suína manteve-se estável na década de 1990, e teve um aumento significativo a partir do ano 1998 devido a fatores como o aumento da exportação de produtos cárneos, o favorecimento ao consumo da carne suína no mercado interno, a melhoria das técnicas de produção e da qualidade genética do rebanho, entre outros (MORETTO, RODRIGUES, PARRÉ, 2002; EMBRAPA, 2007).

De acordo com informações da SEAB (2008), o Paraná tem a estimativa de produzir 444 mil toneladas de carne suína no ano de 2008, obtendo o terceiro lugar na produção nacional. Esta atividade é desenvolvida em 136.000 propriedades, sendo, em sua grande maioria, pequenas propriedades, que trabalham em regime de economia familiar. Possui 20 frigoríficos com inscrição no Serviço de Inspeção Federal (SIF), com mais de 90% dos criadores ligados a estes frigoríficos, no processo denominado *integração* (via contratos). Na Figura 2 está exposta a produção paranaense de carne suína.

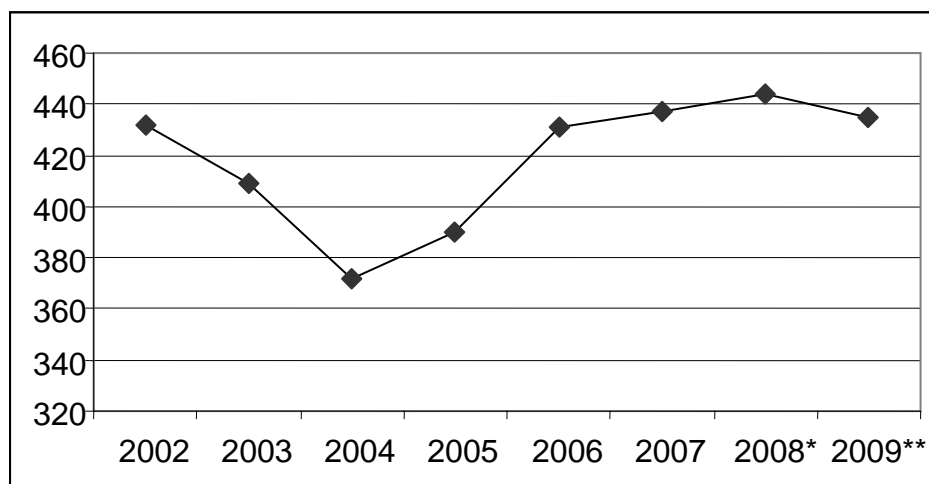


Figura 2 – Produção paranaense de carne na suinocultura industrial, em mil toneladas equivalente carcaça (2002-2009) *estimativa; **previsão

Fontes: Abipecs, ABCS e Embrapa (2007).

Constata-se que o Estado apresentou uma queda de produção no ano de 2004, que acompanhou a redução nacional, em decorrência básica do embargo russo imposto às carnes brasileiras. Para se ter uma dimensão desta redução, no mês de outubro de 2004 o Brasil exportou para a Rússia um volume 43% menor que no mesmo mês do ano anterior. Esta redução na quantidade não afetou na mesma proporção a receita auferida, pois foram vendidos cortes, que possuem maior valor agregado, e, em consequência, maior valor de mercado (FUNDAÇÃO PROCON-SP, 2005).

Segundo informações do IPARDES (2002), coexistem no Estado três sistemas de produção: integrado, independente e associados de cooperativas. No sistema integrado, como anteriormente citado, as empresas fornecem os insumos e os suínos, no qual os produtores rurais fazem a engorda, tendo comprador fixo para sua produção. No sistema independente, os produtores têm maior autonomia no processo de criação, porém é um sistema mais restrito,

em função das características do rebanho, que podem ou não ser determinados por uma indústria processadora.

Na associação por cooperativas, ocorre a mediação entre essas e os cooperados, para que, após a engorda dos suínos, esses sejam vendidos a uma indústria processadora, ganhando desta forma os cooperados (que tem sua produção com venda garantida) e a cooperativa (ao vender insumos e grãos à indústria processadora).

Inserido no contexto estadual, e com a maioria da produção sendo na forma de integração, a região do município de Toledo destaca-se na produção e no abate de suínos. A SEAB fraciona o Estado em núcleos regionais, e Toledo engloba 20 municípios próximos. Na Figura 3, a produção percentual de suínos do estado do Paraná por núcleo regional da SEAB.

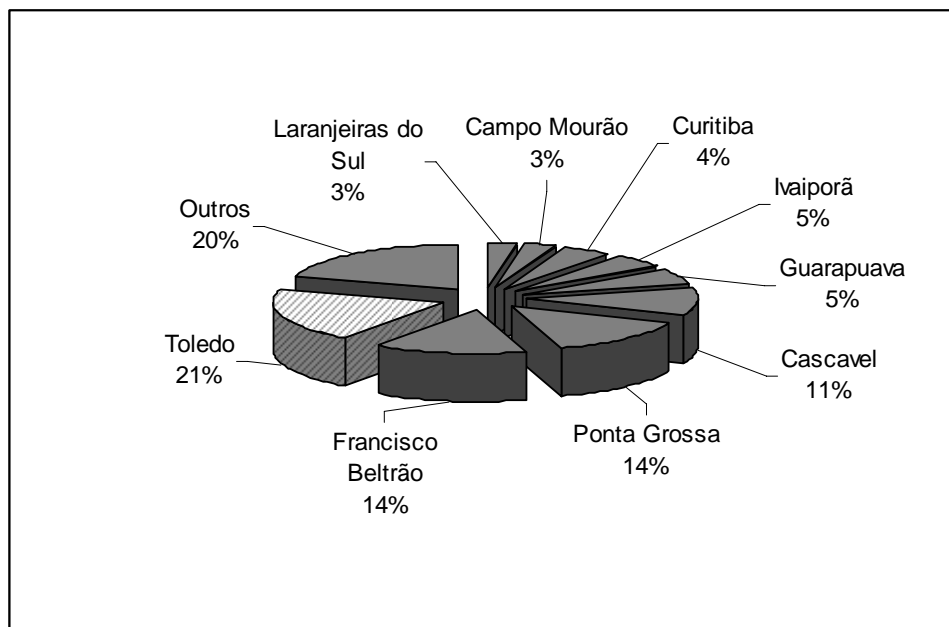


Figura 3 – Efetivo da pecuária de suínos no Paraná (em percentual), por Núcleo Regional da SEAB (2005)

Fonte: adaptado de SEAB (2007) e IBGE (2005).

Conforme dados da SEAB (2007) e IBGE (2005), o núcleo regional de Toledo é responsável por 21% da produção do Estado, seguido de Francisco Beltrão e de Ponta Grossa, com 14% cada.

São cerca de 4,5 milhões de suínos no estado do Paraná, contudo a elevada tecnificação para aumento da produção ainda não atentou para o descarte dos dejetos, que são

altamente poluidores, mas que podem ser utilizados como fonte alternativa de energia e de renda.

Segundo informações da Embrapa Suínos e Aves (2007), o dejetos suíno é um composto multinutriente, embora seus elementos estejam em quantidades desproporcionais em relação aos assimilados pelas plantas. Dessa forma, em função dessa desproporção, o procedimento de simplesmente dispersar os dejetos sobre o solo agricultável sem auxílio técnico, somente faz agravar a situação dessas terras.

A criação de suínos pode desestabilizar a harmonia da propriedade rural e adjacências por serem altamente poluentes os dejetos produzidos pelos animais. É preciso haver, na fase de criação, um maior comprometimento com a preservação dos mananciais, evitando a contaminação de nascentes, cursos de água e poluição do ar.

No Brasil, há indicações de que as normas ambientais para o tratamento dos dejetos da suinocultura tendem a ser menos restritivas que em outros países, compradores do produto brasileiro. Além disso, a preocupação ambiental no processo produtivo, como estratégia de comércio, ainda é pouco valorizada.

Como citado anteriormente, geralmente os dejetos são utilizados para a adubação do solo. Outra forma de utilização do dejetos é a transformação deste em biogás, produto este que pode ser consumido *in loco* ou pode ser comercializado na forma de gás (botijões ou canalizado) ou já transformado em energia elétrica.

Outra forma de comercialização com a transformação do dejetos suíno em biogás (bioenergia), é através de *créditos de carbono*. A mercadoria negociada no mercado de carbono são as reduções de emissões de gases efeito estufa (GEEs), que podem estar no âmbito do Protocolo de Quioto ou fora dele, *Kyoto appliance* e os *non kyoto appliance*.

No Brasil os setores que mais se destacam em termos de projetos propostos são: energia renovável com 33%, suinocultura com 25% e troca de combustível fóssil com 18%, seguidos pelos aterros sanitários, eficiência energética, resíduos, processos industriais, redução de N₂O e emissões fugitivas.

O primeiro leilão de créditos de carbono realizado pela Bolsa de Mercadorias e Futuros (BM&F) de São Paulo, realizado em 2007, alcançou o valor de € 12,70 / tonelada. Em setembro de 2008 foi realizado outro leilão, que alcançou a marca de € 19,20 / tonelada. Contudo, em média, a tonelada de crédito de carbono equivalente é comercializada no Brasil e países em desenvolvimento por US\$ 5,00 (ECO & AÇÃO, 2008).

Os últimos usos dos dejetos suínos, que podem gerar renda é o comércio de *biofertilizante* e *biocarvão*. Estes produtos são resultado final do processo de biodigestão. Após o período de retenção no biodigestor (que pode variar de 20 a 60 dias), os resíduos são retirados, e podem ser utilizados diretamente como biofertilizante (fertilizante natural para plantas ou tanques de algas); ou biocarvão, gerando energia térmica para caldeiras de indústrias, por exemplo.

Para que estas aplicações sejam possíveis, se faz necessário a ampliação de estudos e de pesquisas, em cada utilização também a difusão da tecnologia, para que esta tenha seu custo reduzido e, com isto, os pequenos produtores possam utilizá-la.

2.3. Custos de transportes

O transporte, uma das principais atividades da logística, é afetado por dois fatores principais: a distância (trajeto percorrido entre origem e destino), e o tempo (dependente da distância e influenciador direto da formação de estoques e nível de serviço) (BERTAGLIA, 2003). Estes fatores interferem nas decisões da empresa sobre qual ou quais modais de transporte utilizar, em função da distância, da disponibilidade do modal escolhido, do custo, do valor e das características do produto, entre outros. Também influenciam nas decisões de tecnologia e de roteirização.

De acordo com Martins (1998), os custos são basicamente divididos em *diretos*, que possuem alguma medida de consumo na produção (embalagens utilizadas, quilos de material, horas de mão-de-obra, entre outros); e *indiretos*, que não podem ser mensurados de forma exata, mas estão relacionados à produção (aluguel, salários administrativos, entre outros).

Outros fatores que podem afetar os custos são: a quilometragem percorrida; características das vias; porte do veículo; tipo de tráfego; região de abrangência; fluxos (cargas de retorno, por exemplo, auxiliam na redução do valor do frete) (VALENTE, PASSAGLIA, NOVAES, 1997).

A apuração correta de todos os custos envolvidos no transporte, é de fundamental importância para o bom desempenho das empresas, independente da área de atuação, gerando tanto benefícios imediatos (controle e redução de custos desnecessários), quanto num futuro próximo (renovação a frota, manutenção, previsão de despesas, etc.).

Ao analisar os custos e despesas relacionadas à atividade, torna-se necessária a análise de investimentos, contemplando fatores como riscos e incertezas, aceitação do produto ou

serviço pelos clientes, quantidade de recursos necessários, período de retorno deste investimento, entre outros.

Segundo Cavalcanti; Plantullo (2008), para uma análise de projetos de investimento ideal, se faz necessário o uso de um conjunto de técnicas (quantitativas, analíticas e estatísticas), bem como a composição de cenários presentes e futuros, além de fatores financeiros que possam interferir nos resultados do projeto.

Para um diagnóstico simplificado dos investimentos, podem-se utilizar índices de balanço. “Índice é a relação de contas ou grupo de contas das demonstrações financeiras, que visa evidenciar determinado aspecto da situação econômica ou financeira de uma empresa.” (MATARAZZO, 2008, p. 147)

Alguns dos mais utilizados são: rentabilidade, liquidez, participação de capitais de terceiro, endividamento, entre outros. Estes índices servem como parâmetro de avaliação da empresa, tanto pelos administradores quanto pelos interessados em investimento (bancos, acionistas, fornecedores, entre outros). Não há quantidade ou delimitação exata de quais e quantos índices utilizar, depende apenas das informações disponíveis e da profundidade que se deseja conhecer a empresa.

3. Metodologia

A pesquisa foi desenvolvida no ano de 2008, com consultas aos sítios do IBGE e da prefeitura do município de Toledo-PR, para coletar informações relacionadas aos produtores de suínos do município; bem como pesquisas em publicações relacionadas ao tema. Para o levantamento das informações das propriedades, realizaram-se visitas ao escritório do Instituto Ambiental do Paraná (IAP), órgão regulador ambiental do Estado, em Toledo, onde foram analisados arquivos e documentos disponíveis das propriedades com licença ambiental de operação na suinocultura.

Ao todo, foram coletados dados de 380 propriedades com criação de suínos em fase de terminação, observadas as características: posicionamento geográfico (latitude e longitude); quantidade de suínos; forma de armazenamento dos dejetos suínos (e/ou tratamento); destinação destes dejetos; origem da água da propriedade e; proximidade de rio ou nascente.

No estudo foi empregado o modelo de caminhão normalmente utilizado na região para este tipo de serviço, sendo o veículo com capacidade de carga total de 13 toneladas. A escolha deste veículo, com um eixo na carroceria (tipo toco), justifica-se por apresentar melhor

desempenho nas estradas rurais da região (na sua maioria em leito natural), conseguindo facilidade de acesso e de manobra nas propriedades.

Possui também bom desempenho e rendimento adequados nas atividades de carga, no trânsito em estradas secundárias, além de custo-benefício apropriado, se comparado à caminhões semelhantes e, principalmente, por indicação dos usuários e dos fabricantes dos equipamentos a serem utilizados na coleta.

O equipamento a ser instalado na carroceria do caminhão é composto de um reservatório metálico (chapa de aço carbono de 4,75 mm de espessura), com quebra-ondas internos para reduzir a sobrecarga ou a movimentação inercial brusca do conteúdo. As dimensões são adaptadas a cada veículo em função da capacidade de carga, da distância entre eixos, da finalidade e da necessidade do cliente. Possui também uma bomba, com potência de 25 HP, fabricada em ferro fundido, com capacidade de sucção de 1.000 litros de dejetos por minuto, e com vazão de saída de 300 litros por minuto.

Para que fosse realizada a análise correta dos custos de transporte, foi necessário gerar roteiros, que atendessem à todas as 380 propriedades, para a coleta de dejetos.

Optou-se por utilizar a heurística de Clark & Wright para a realização da roteirização, por apresentar um erro médio de 2% (relativamente baixo), e por ser utilizado em diversos *softwares* de roteirização. Esta heurística, tem como objetivo, gerar roteiros que respeitam as restrições de tempo e de capacidade, mas visando a minimização da distância total percorrida pela frota, e, à medida que o modelo vai gerando roteiros eficientes, a frota é otimizada (por vezes reduzida), incidindo na redução de custos de capital e de operacionalização.

A atividade inicia quando o veículo, munido do equipamento necessário, vai à propriedade rural, coleta o dejetos suíno, indo para outra propriedade e executando o mesmo processo até ter sua carga máxima atingida, dirigindo-se então até o centro gerador de bioenergia, para realizar a respectiva descarga.

Pretende-se determinar rotas otimizadas de coleta, nas regiões rurais do município, em função da capacidade do reservatório do veículo, da distância e pavimentação das estradas que serão percorridas, em concomitância com o volume de dejetos produzidos nas propriedades.

Para o cálculo custos de transporte, utilizou-se a análise de *Custos Operacionais* citada por Valente; Passaglia; Novaes (2003). Este modelo, baseado no método de custos médios desagregados, possibilita a verificação de cada componente sob o aspecto monetário. Diversas

empresas transportadoras utilizam este modelo de custos, por ser de fácil levantamento e elaboração.

Tal análise englobou todas as despesas relacionadas ao veículo, ao equipamento utilizado, à manutenção, despesas com pessoal e encargos sociais, impostos, combustível, enfim, tudo que esteja relacionado ao funcionamento do veículo para coleta de dejetos. Para a coleta dos custos dos veículos e do equipamento, foram contatadas empresas revendedoras, via telefone, internet ou pessoalmente.

As informações para a análise são divididas em quatro grandes grupos: dados gerais; dados de preços, dados de operação do veículo e, dados de operação e transporte (Tabela 1).

Tabela 1 – Informações para análise dos custos operacionais

Descrição	Valores
Dados Gerais	
Período pretendido de uso do chassi e equipamento (N)	5 anos
Taxa anual de juros	12%
Salário mensal médio do motorista	R\$ 1.000,00
Número de motoristas por veículo	2
Encargos sociais	63,40%
Relação histórica custos diretos e indiretos da empresa	20%
Dados de Preços	
Veículo (unidade tratora)	
Preço caminhão 0km com pneus	R\$ 131.000,00
Valor de revenda do chassi com N anos de uso	R\$ 80.000,00
Seguro obrigatório + IPVA	R\$ 2.265,00
Valor do pneu novo + câmara	R\$ 960,00
Valor da recapagem (de 30 a 40% do valor pneu novo)	R\$ 384,00
Preço de lavagem	R\$ 50,00
Preço de lubrificação (serviço de)	R\$ 80,00
Preço do litro de combustível (diesel)	R\$ 2,15
Preço de óleo (litro)	R\$ 10,00
caixa de câmbio	R\$ 10,00
eixo traseiro, caixa de transferência	R\$ 10,00
sistema de direção	R\$ 10,00
motor	R\$ 10,00
filtros	R\$ 300,00
Equipamento de carga	
Preço do reservatório	R\$ 30.000,00
Dados de operação do veículo	
Índice médio de recapagens	2
Vida média do pneu novo	100.000 km
Vida média do pneu recapado	70.000 km
Número de pneus	6

Continua...

Continuação...	
Intervalos para lavagem	5.000 km
Intervalo para lubrificação	10.000 km
Autonomia média de combustível	4 km/litro
Capacidade para (em litros)	
tanque combustível	275
caixa de câmbio	6
eixo traseiro, caixa de transferência	17
sistema de direção	3,7
motor	16,4
Intervalo de troca para (em km)	
caixa de câmbio	10.000
eixo traseiro, caixa de transferência	10.000
sistema de direção	10.000
motor	10.000
filtros	10.000
<hr/>	
Dados para operação de transporte	
<hr/>	
KM mensal estimada	16.000
Dias de operação no mês	25
Horas de operação / dia	16
Capacidade de carga líquida do equipamento (litros)	10.300
Índice de aproveitamento	
Ida	0%
Volta	100%

Fonte: Adaptado de Valente, Passaglia, Novaes (2003).

Após a análise dos custos operacionais, da roteirização, e da combinação destes para saber da quantidade de veículos necessária para a coleta diária de dejetos nas 380 propriedades, realizou-se a análise de investimentos, a qual utilizar-se-á de cinco índices de rentabilidade, quais sejam:

- Taxa mínima de atratividade (TMA): o projeto deve ser atrativo, rendendo no mínimo, a taxa de juros equivalente a rentabilidade das aplicações corrente de baixo risco. No Brasil, utiliza-se como base a rentabilidade da caderneta de poupança, que atualmente é de 8% ao ano. Ou seja, qualquer investimento que proporcione uma rentabilidade igual ou superior a 8% a.a. será viável;
- Valor presente líquido (VPL): reflete a riqueza, em valores monetários, do investimento, medida pela diferença entre o valor presente das entradas e saídas

de caixa, a uma determinada taxa de desconto. É considerado atraente todo investimento maior ou igual a zero;

- Taxa interna de retorno (TIR): é considerado rentável o investimento que apresentar $TIR > TMA$. Ela iguala o VPL a zero, e é uma das formas mais complexas de analisar as propostas de investimento de capital. Foi utilizada a função do programa Excel para este cálculo;
- Taxa de rentabilidade (TR): não é uma medida de rentabilidade de capital mas da capacidade da empresa gerar lucro e poder capitalizar-se. A análise é de quanto a empresa obtém de lucro para cada \$100 investidos, quanto maior melhor a rentabilidade;
- Tempo de retorno do investimento (*Payback*): em quanto tempo (meses ou anos) o dinheiro investido retornará. É realizado analisando-se o fluxo de caixa, e quando os investimentos (saldos negativos) anularem-se com as entradas de caixa (receitas) ter-se-á o período de *payback*.

No próximo item, serão detalhados os resultados percebidos com as análises propostas.

4. Resultados e Discussões

Após a coleta e análise das informações referentes às 380 propriedades rurais, que possuem terminação de suínos, observou-se que este grupo dispõe de aproximadamente 314 mil suínos, produzindo diariamente 1.515,4 toneladas de dejetos.

Verificou-se que apenas 11% das propriedades contam com biodigestor, e algumas ainda combinam este com a esterqueira. Isto ocorre devido a fatores como o alto custo para implantação do equipamento, a não credibilidade, por parte dos produtores, de que haverá retorno (financeiro e ambiental) e, por vezes, falta de conhecimento e explicações sobre o sistema.

As esterqueiras correspondem a 88% do total das propriedades pesquisadas, o que indica que ocorre uma degradação do ambiente, pois estes dejetos serão utilizados nas lavouras, seja na propriedade ou adjacências; pode ainda ocorrer o vazamento (pela não retirada dos dejetos ou chuvas excessivas), entre outros. As propriedades restantes, utilizam esterqueiras e lagoas de estabilização de dejetos.

Nas propriedades analisadas no município de Toledo-PR, a suinocultura é realizada em pequenas propriedades rurais, e geralmente é realizada pela família do produtor, que encontram nesta atividade uma forma de melhorar sua renda com reduzidas despesas, pois as empresas agroindustriais é que realizam o melhoramento genético, desenvolvem novas raças, fazem a entrega e coleta dos suínos.

Após a compilação das informações das propriedades, foi realizada a roteirização. Na primeira configuração, a quilometragem total mostrou-se elevada, com 15.297,53 km, num total de 156 rotas, o que implicaria, em havendo apenas um veículo, praticamente, uma rodagem de um mês para a coleta de toda a rota.

Optou-se por realizar uma divisão por setores, agregando distritos próximos, ficando o setor S1 com 139 produtores; o setor S2, 111 produtores; e o setor S3 os 130 restantes. Esta divisão por setores visou a melhoria das condições para a roteirização; almejando reduzir a quilometragem, alterando os custos totais finais para a coleta dos dejetos.

A nova configuração, com os três setores, resultou nas seguintes quilometragens: 4.490,40 km no S1 (58 rotas), 2.715,36 km no S2 (com 47 rotas e um produtor não roteado) e 4.921,43 km (com 51 rotas), perfazendo um total de 12.127,19 km. Observa-se uma redução de 3.170,34 km (ou cerca de 20%) na quilometragem anterior (primeira configuração).

Para a análise dos custos, torna-se indispensável estimar a quantidade de caminhões necessária para a coleta diária dos dejetos, pois o grande volume gerado diariamente, determina esta condição, para que seja aproveitada a totalidade do potencial energético dos dejetos. Na Tabela 2, o resumo das informações analisadas para a determinação da quantidade de caminhões.

Tabela 2 – Resumo de informações para estimativa de caminhões T13

	Número de Produtores	Quilometragem	Tempo	Volume dejeito (kg)
Setor 1 (S1)	139	4.490,00	112:06 h	556.186,20
Setor 2 (S2)	111	2.715,36	67:36 h	462.337,90
Setor 3 (S3)	130	4.921,43	122:55 h	496.913,10
TOTAL	380	12.127,19	302:37 h	1.515.437,20

Fonte: Organizado pelo autor.

Analisando os dados de roteiro, geração de dejetos, velocidade média, entre outros, considerou-se que serão necessários 19 caminhões para a coleta diária nas 380 propriedades,

operando 16 horas por dia e 25 dias no mês. O valor total para aquisição de um veículo com equipamento é de R\$ 165.059,00 (considerados o valor do veículo, do equipamento e do primeiro ano de seguro e licenciamento).

Conforme citado na metodologia, o cálculo dos custos do transporte foi realizado com base na metodologia utilizada por Valente; Passaglia; Novaes (2003), para os cálculos de *Custos Operacionais*. Englobou todas as despesas relacionadas ao veículo, ao equipamento utilizado, à manutenção, despesas com pessoal e encargos sociais, impostos, combustível, enfim, tudo que esteja relacionado ao funcionamento do veículo para coleta de dejetos.

Na Tabela 3, uma estimativa geral dos custos para a aquisição dos caminhões, equipamentos, instalação do centro de biodigestão, e demais valores para a análise de investimentos.

Tabela 3 – Resumo dos custos totais de investimento

Descrição	T13
Custos (caminhão + equipamento)	R\$ 161.000,00
Quantidade estimada de caminhões	19
Custo total investido	R\$ 3.059.000,00
Quantidade de motoristas	38
Custo operacional total mensal	R\$ 410.994,32
Despesa com compra de dejetos (pago aos produtores)*	R\$ 91.956,14
Investimento Biodigestor (geral)**	R\$ 8.000.000,00
Manutenção mensal do biodigestor**	R\$ 100.000,00

* O valor da compra dos dejetos baseou-se nos valores correntes em outubro/2008, que equivale a R\$ 25,00 a carga de 10.300 litros.

** O valor do investimento e manutenção do biodigestor, foi estimado com base em valores de biodigestores de pequeno porte, considerado neste valor a compra do terreno para implantação.

Fonte: Organizado pelo autor.

Constata-se que, para o investimento total inicial, considerando os caminhões T13 e a implantação do centro de biodigestão, serão necessários R\$ 11.059.000,00. A despesa mensal, que inclui o custo operacional total dos veículos, pagamento aos produtores e manutenção do biodigestor, corresponde a R\$ 602.950,46.

Estudos apontam a geração de biogás com dejetos suínos, na proporção de 1 kg de dejetos para produzir 0,1064m³ de biogás, com período de retenção de 30 dias (Lucas Junior apud SOUZA et al 2008; NIJAGUNA, 2002). Portanto, para a geração de 1 m³ de biogás,

serão necessários cerca de 9,40 kg de dejetos suínos, no mesmo período de retenção. Nesta análise não foram considerados os níveis de metano, gás carbônico, configuração das rações e medicamentos utilizados na alimentação dos suínos, que influem diretamente na geração e no poder calorífico do biogás.

Na Tabela 4, uma estimativa de geração de biogás e equivalência de utilizações possíveis.

Tabela 4 – Estimativa de geração de biogás, energia elétrica e botijão P13

	kg Dejeto	m ³ Biogás	Energia elétrica	Botijão P13 equivalente
Geral	1 kg	0,1064 m ³	0,532 kWh	0,00322
T13 (1 carga)	10.403 kg	1.106,8 m ³	5.534,3 kWh	33,5

Fonte: Organizado pelo autor.

Segundo informações obtidas no sítio da COMPAGÁS (2008), o valor de venda do m³ de gás natural para fins industriais é, em média, R\$ 1,19 (um real e dezenove centavos), no mês de outubro de 2008. Para a análise de rentabilidade do presente projeto, será considerado o valor de R\$ 1,00 / m³; justificando que este biogás poderá ser utilizado pela agroindústria processadora do município, que poderia beneficiar-se ao investir em semelhante projeto.

Para a equivalência de geração de energia elétrica, cada m³ de biogás pode gerar 5,0 kWh. A companhia de energia elétrica do Estado, comercializa o kWh de energia para a região rural do município por R\$ 0,1622 (outubro/2008).

Na comparação realizada em botijões equivalentes aos de 13 kg de gás de cozinha, são necessários 33 m³ de biogás. Na região do município de Toledo-PR, no mês de outubro/2008, o botijão P13 era comercializado a R\$ 35,00.

Com a geração de 1.515.437,2 kg de dejetos ao dia, e considerados 25 dias de operação no mês, serão produzidos e coletados 37.885.930 kg de dejetos, que podem gerar as quantidades de biogás e energia elétrica da Tabela 5.

Tabela 5 – Potencial de geração de biogás e energia elétrica com a coleta proposta no município de Toledo-PR

Dejetos	Biogás	Energia elétrica
1 kg	0,1064 m ³	0,532 kWh
37.885.930 kg	4.031.062,95 m ³	20.155.314,75 kWh

Fonte: Organizado pelo autor.

Para exclusiva finalidade de análise de investimentos, considera-se que serão comercializados 40% do biogás produzido na forma de energia térmica, vendido a R\$ 1,00/m³. Estima-se este percentual por presumir que a agroindústria local utilizaria este volume de biogás, hoje equivalente a madeira e carvão que são utilizados.

O restante será transformado em energia elétrica, e será comercializado ao preço do kWh para a área rural, da companhia local de energia (R\$ 0,1622 / kWh).

Após o período de retenção necessário para a geração do biogás, o dejetos deverá ser retirado e poderá ser comercializado como biofertilizante ou biocarvão. Estimou-se que, do volume inicial de dejetos, ocorra uma perda de aproximadamente 40% com líquidos e subprodutos, podendo o restante ser comercializado como biofertilizante (22.731.558 kg), ou 2.206,9 cargas de 10.300 kg, vendidas a R\$ 25,00 cada carga (totalizando receitas de R\$ 55.173,68). Na Tabela 6, um resumo das estimativas de receitas.

Tabela 6 – Resumo das estimativas de receitas

Descrição	Quantidade mensal	Valor mensal
Venda de biogás	1.612.425,18 m ³	R\$ 1.612.425,18
Venda de energia elétrica	12.093.188,85 kWh	R\$ 1.961.515,23
Venda de biofertilizante (carga de 10.300 kg)	2.206	R\$ 55.173,68
Total		R\$ 3.629.114,09

Fonte: Organizado pelo autor.

Alguns fatores limitantes foram impostos:

- no primeiro ano serão apenas realizados investimentos, aprovação de projetos, licenciamentos, não havendo qualquer produção e conseqüente receita;
- no segundo ano de operação, no primeiro mês não haverá receita, pois, para ser produzido, o biogás precisa do tempo de retenção de 30 dias;

- as receitas do segundo ao quarto mês contemplam apenas a venda de biogás, considerando que, neste período, serão realizados testes e quantificações para a geração de energia elétrica;
- apenas no quinto mês do segundo ano a receita foi considerada total;
- as despesas foram consideradas totais desde o primeiro mês do segundo ano;
- foram realizados lançamentos para apenas dois anos; e
- não foi considerada a venda de créditos de carbono na análise de investimentos

Com estas informações disponíveis, realizou-se a análise de investimentos e viabilidade, que está demonstrada na Tabela 7.

Tabela 7 – Resultados da análise de investimentos

	mês	Investimento	Receitas	Despesas	Fluxo de Caixa líquido	Saldo a recuperar
Ano 1	jan a dez	-11.059.000,00			-11.059.000,00	-11.059.000,00
Ano 2	jan (1)			-602.950,46	-602.950,46	-11.661.950,46
	fev (2)		1.612.425,18	-602.950,46	1.009.474,72	-10.652.475,74
	mar (3)		1.612.425,18	-602.950,46	1.009.474,72	-9.643.001,02
	abr (4)		1.612.425,18	-602.950,46	1.009.474,72	-8.633.526,30
	maio (5)		3.629.114,09	-602.950,46	3.026.163,63	-5.607.362,67
	jun (6)		3.629.114,09	-602.950,46	3.026.163,63	-2.581.199,04
	jul (7)		3.629.114,09	-602.950,46	3.026.163,63	444.964,58
	ago (8)		3.629.114,09	-602.950,46	3.026.163,63	3.471.128,21
	set (9)		3.629.114,09	-602.950,46	3.026.163,63	6.497.291,84
	out (10)		3.629.114,09	-602.950,46	3.026.163,63	9.523.455,47
	nov (11)		3.629.114,09	-602.950,46	3.026.163,63	12.549.619,10
	dez (12)		3.629.114,09	-602.950,46	3.026.163,63	15.575.782,73
Σ Ano			33.870.188,26	-7.235.405,53	15.575.782,73	15.575.782,73

Fonte: Organizado pelo autor.

Com o auxílio da planilha eletrônica Excel, constatou-se que o Valor Presente Líquido (VPL), foi de R\$ 14.422.021,05 ao final do segundo ano. Este índice analisa qual a relação entre \$1 hoje e \$1 no futuro, trabalhando com fluxos de caixa descontados (foi considerada uma taxa de 8% ao mês). É considerado um dos melhores métodos para analisar projetos de investimento, pois seu resultado é na moeda corrente da análise (R\$). O critério para decisão do investimento é: se $VPL > 0$, aceita-se o investimento. Neste caso mostrou-se significativo e viável o investimento.

A Taxa Mínima de Atratividade (TMA) é o percentual que se estipula como o mínimo de retorno do projeto. Ou seja, caso o dinheiro fosse investido em outra aplicação renderia um valor percentual, o valor recebido no investimento escolhido deve ser igual ou superior a esta taxa. No Brasil, por convenção, utiliza-se a rentabilidade da caderneta de poupança, que atualmente é de 8% ao ano.

A Taxa Interna de Retorno (TIR) representa a taxa de desconto que iguala fluxos de entrada com fluxos de saída. Seu critério de decisão é: se $TIR > TMA$, aceita-se o projeto. No modelo T13, a TIR foi de 12% até o final do segundo ano, indicando bom retorno do investimento.

A Taxa de Rentabilidade (TR), indica quanto a empresa ganhou (\$) ao investir \$ 100. Não é uma medida de capital mas, da capacidade da empresa gerar lucro. Na presente análise, verificou-se que a $TR = 140,80$. Ou seja, para cada R\$ 100,00 investidos no projeto, a empresa pode gerar R\$ 140,80.

O período de *payback* (retorno do investimento), quando todos os investimentos e despesas foram pagas e a empresa começa a ter lucros, foi de um ano e sete meses, considerado bastante salutar para a empresa.

Outra receita que pode advir com a implantação do investimento é a venda de créditos de carbono, após a elaboração e aprovação de um projeto de MDL e, com esta, poderão ser auferidos cerca de R\$ 1.698.965,72 por ano, considerando a redução de 149.294 toneladas de CO₂e, e o preço de venda de R\$ 11,38 (ou US\$ 5,00) por tonelada.

Não foram considerados, na presente análise, os custos ambientais (favoráveis ou não ao projeto), bem como as externalidades negativas e/ou positivas que poderão advir com a implantação do projeto.

5. Conclusões

O principal objetivo do trabalho foi analisar os custos operacionais e a viabilidade para a implantação de um sistema de coleta de dejetos suínos (fase de terminação), em propriedades rurais do município de Toledo, para geração de bioenergia. Após a coleta e análise das informações, observou-se que é viável a transformação de dejetos em biogás e energia elétrica, tanto para os produtores de suínos, quanto para a região em que está inserida a cidade de Toledo.

Para o estudo, foram selecionadas 380 propriedades rurais, constatando-se que apenas uma propriedade enquadra-se como média, as demais são pequenas; comprovando a asserção de que a atividade de suinocultura abrange principalmente pequenos produtores, com um regime de trabalho familiar, buscando incrementar sua renda de diversas formas.

Nas propriedades analisadas, são engordados cerca de 314 mil suínos, que produzem diariamente 1.515,4 toneladas de dejetos (urina e esterco). Observou-se que 88% das propriedades possuem esterqueiras como destino dos dejetos, sendo utilizados como fertilizante nas lavouras da propriedade ou redondezas, com risco de contaminação do solo e dos mananciais hídricos.

Para a realização da roteirização, foram realizadas duas configurações, com o modelo de caminhão 13 toneladas, utilizando a heurística de Clark & Wright. Para que se possa optar por este ou outro caminhão, é necessário que sejam realizadas visitas a todas as propriedades em estudo, para averiguação e descrição das barreiras físicas ou naturais, bem como o levantamento das informações das estradas a serem utilizadas. Esta pode ser uma sugestão para trabalhos futuros, podendo ser factível uma roteirização com a combinação de mais de um modelo de caminhão.

Quanto à análise de investimentos e viabilidade, constata-se que o investimento inicial, pode ser considerado elevado, no entanto observou-se que as receitas auferidas são dignas de consideração, pois o volume de dejetos coletado diariamente e o potencial de geração de biogás e energia elétrica são justificáveis.

Conclui-se, portanto, que é viável a elaboração e a implementação de projeto desta natureza na região analisada. Existe matéria-prima (dejetos) em grande quantidade, são conhecidas as formas e as metodologias para a elaboração de projetos de Mecanismos de Desenvolvimento Limpo (MDL) e de biodigestão, bem como a geração de energia térmica ou elétrica com o biogás produzido.

Outro aspecto positivo é a possibilidade de uma nova fonte de renda para o produtor rural, com a venda do dejetos suíno para a geração de bioenergia. A retirada destes dejetos das propriedades melhora o quesito ambiental destas e das propriedades adjacentes, minimizando a poluição e a degradação dos mananciais hídricos, além de propiciar ao produtor a possibilidade de ampliação do plantel.

Espera-se, com o presente trabalho, instigar pesquisadores a desenvolverem novas pesquisas relacionadas ao tema (suinocultura, utilização de dejetos, custos de transportes),

para que os danos ambientais sejam controlados/monitorados; agregando valor a um resíduo que geralmente é desperdiçado, resultando em novas fontes de renda e energia aos produtores rurais, tornando mais adequada a qualidade de vida, tanto dos residentes no campo quanto na cidade.

6. Referências Bibliográficas

ABIPECS – Associação Brasileira Indústria Produtora e Exportadora de Carne Suína. Disponível em: <<http://www.abipecs.org.br/estatistica>> . Acesso em: jul. 2007.

ABCS – Associação Brasileira de Criadores de Suínos. Disponível em: <<http://www.abcs.org.br/portal/index2.jsp>>. Acesso em: jul. 2007.

BERTAGLIA, P. R. *Logística e gerenciamento da cadeia de abastecimento*. São Paulo: Saraiva, 2003. 509 p.

CAVALCANTI, M.; PLANTULLO, V. L. *Análise e elaboração de projetos de investimento e capital sob uma nova ótica*. Curitiba: Juruá, 2008. 383 p.

CEPEA – Centro de Estudos Avançados em Economia Aplicada. Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz (ESALQ). *PIB do agronegócio*. Universidade de São Paulo. Disponível em: <<http://www.cepea.esalq.usp.br/pib/>>. Acesso em: out. 2008.

COMPAGÁS – Companhia Paranaense de Gás. Curitiba-PR. Disponível em: <http://www.compagas.com.br/index.php/web/agencia_virtual/precos>. Acesso em: out. 2008.

EMBRAPA Suínos e Aves – Empresa Brasileira de Pesquisas Agropecuárias. Suínos e Aves. Disponível em: <<http://sistemasdeproducao.cnptia.embrapa.br/FontesHTML/Suinos/SPSuinos/index.html>>. Acesso em: 3 ago. 2007.

EMBRAPA – Empresa Brasileira de Pesquisas Agropecuárias. *Cenários do ambiente de atuação das organizações públicas de pesquisa, desenvolvimento e inovação para o agronegócio brasileiro: 2002 - 2012*. Brasília, 2002. Disponível em: <http://www.institutoinovacao.com.br/downloads/inovacao_agronegocios.pdf>. Acesso em: 10 fev. 2008.

FUNDAÇÃO PROCON-SP – Fundação de Proteção e Defesa do Consumidor. *Relatório Anual da Cesta Básica 2004*. Disponível em: <<http://www.procon.sp.gov.br/categoria.asp?id=469>>. Acesso em: 15 mar. 2008.

GOMES, M. F. M.; GIROTTO, A. F.; TALAMINI, D. J. D.; LIMA, G. J. M. M. de; MORES, N.; TRAMONTINI, P. *Análise prospectiva do complexo agroindustrial de suínos no Brasil*. Concórdia: EMBRAPA-CNPSA, 1992. (Documentos, 26). 108 p.

IAP - Instituto Ambiental do Paraná. Escritório Regional Toledo. Visitas à entidade e consultas à documentos. 2008.

IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Disponível em: <<http://ibge.gov.br>>. Acesso em: fev. 2008.

IPARDES – Instituto Paranaense de Desenvolvimento Econômico e Social; IBPQ – Instituto Brasileiro da Qualidade e Produtividade no Paraná; GEPAI/UFSCAR – Grupo de Estudos de Políticas Agroindustriais. *Análise da competitividade da cadeia agroindustrial da carne suína no Estado do Paraná*. Curitiba: IPARDES, 2002. 239 p.

LOURENÇO, G. M. Agronegócio no Paraná: oportunidades e ameaças. In: CUNHA, M. S. da; SHIKIDA, P. F. A.; ROCHA Junior, W. F. da. *Agronegócio paranaense: potencialidades e desafios*. Cascavel: Edunioeste, 2002. p. 11-32.

MARTINS, E. *Contabilidade de custos*: inclui o ABC. 6ª ed. São Paulo: Atlas, 1998. 385 p.

MORETTO, A. C.; RODRIGUES, R. L.; PARRÉ, J. L. Tendências do agronegócio no Paraná: 1980 a 1995. IN: CUNHA, M. S. da; SHIKIDA, P. F. A.; ROCHA Junior, W. F. da. *Agronegócio paranaense: potencialidades e desafios*. Cascavel: Edunioeste, 2002. p. 33-56.

MATARAZZO, D. C. *Análise financeira de balanços*: abordagem básica e diferencial. 6. ed. São Paulo: Atlas, 2008. 459 p.

NIJAGUNA, B. T. *Biogas technology*. New Delhi: New Age International. 2002. Reprint 2006. 287 p.

NOVAES, A. G. *Logística e gerenciamento da cadeia de distribuição*: estratégia, operação e avaliação. 3. ed. Rio de Janeiro: Elsevier, 2007. 400 p.

OLIVEIRA, P. A. V. de. (Coord.). *Manual de manejo e utilização dos dejetos de suínos*. Concórdia: EMBRAPA-CNPSA, 1993. 188 p. (EMBRAPA-CNPSA. Documentos, 27).

PREFEITURA DO MUNICÍPIO DE TOLEDO. Disponível em: <http://www.toledo.pr.gov.br/RAA_Minuta_12_03_07.pdf>. Acesso em: jun. 2007

SEAB – Secretaria da Agricultura e do Abastecimento. DERAL – Departamento de Economia Rural. *Análise da conjuntura agropecuária safra 2007/08*: suinocultura. Elaborado em setembro de 2007. Disponível em: <<http://www.seab.pr.gov.br/module/s/conteudo/conteudo.php?conteudo=32>>. Acesso em: mar. 2008.

SEGANFREDO, M. A.; PERIN JUNIOR, V. *Dejetos suínos*: adubo ou poluente? Disponível em: <http://www.cnpsa.embrapa.br/down.php?tipo=artigos&cod_artigo=210>. Acesso em: mar. 2008

SOUZA, C. de F.; CAMPOS, J. A.; SANTOS, C. R. dos; BRESSAN, W. S.; MOGAMI, C. A. Produção volumétrica de metano – dejetos de suínos. *Ciência e Agrotecnologia*, Lavras-MG, v. 32, n. 1, p. 219-224, jan./fev. 2008.

VALENTE, A. M.; PASSAGLIA, E.; NOVAES, A. G. *Gerenciamento de transporte e frotas*. São Paulo: Pioneira Thomson Learning, 2003. 215 p.

WEYDMANN, C. L.; FOSTER, K. A suinocultura representa uma ameaça ao setor norte-americano. In: *Anais... XLI Congresso da SOBER*, 51, 2003, Juiz de Fora. Exportação, segurança alimentar e instabilidade dos mercados. Brasília: SOBER, 2002. p.123-134. 1 CD-ROM.