

VIABILIDADE ECONÔMICA DO USO DO BIODIGESTOR NA SUINOCULTURA

ALETHÉIA FERREIRA DA CRUZ (1) ; ALCIDO ELENOR WANDER (2) ;
ALEXANDRE GERVÁSIO DE SOUSA (3) ; RENATO PINTO DA SILVA JR. (4) ;
FRANCIS LEE RIBEIRO (5).

1,4,5.UNIVERSIDADE FEDERAL DE GOIÁS, GOIÂNIA, GO, BRASIL;
2.EMBRAPA, SANTO ANTÔNIO DE GOIÁS, GO, BRASIL; 3.UNIVERSIDADE
FEDERAL DE VICOSA, VICOSA, MG, BRASIL.

aletheiacruz@yahoo.com.br

APRESENTAÇÃO ORAL

ADMINISTRAÇÃO RURAL E GESTÃO DO AGRONEGÓCIO

VIABILIDADE ECONÔMICA DO USO DO BIODIGESTOR NA SUINOCULTURA¹

Grupo de Pesquisa: Administração Rural e Gestão do Agronegócio

Resumo

A moderna suinocultura, como cadeia produtiva, produz a carne mais consumida do mundo e por várias décadas, os retornos econômicos da atividade sobressaíram às questões ambientais que a circundavam. A partir da década de 90, os impactos ambientais, ocasionados pelo volume de dejetos produzidos, fizeram-se evidentes e exigiram dos agentes da cadeia uma mudança na forma produtiva praticada até então. Percebeu-se que as externalidades negativas geradas pelos dejetos colocavam em risco a sustentabilidade da atividade no longo prazo e que era necessário à adoção de novas formas de tratamento para a redução dos impactos ambientais oriundos dos dejetos e para a própria perenidade da atividade. Dentre as diversas formas de tratamento de dejetos, este estudo propôs a adoção de biodigestores do tipo canadense, e a utilização de seus subprodutos como alternativa econômica para a adequação ambiental e agregação de renda ao produtor suinícola. Foram analisados dois sistemas, o de Uberlândia - MG, com o aproveitamento do biogás para energia térmica e combustível e na geração de créditos de carbono, e o de Rio Verde - GO, com a geração de créditos de carbono; com o intuito de verificar a viabilidade econômica de cada sistema. Ao final realizaram-se três estudos distintos, utilizando-se do valor presente líquido, da taxa interna de retorno, da relação benefício-custo e do payback, os quais, segundo estes métodos, apresentaram viabilidade econômica, destacando como mais

¹ Dissertação de Mestrado em Agronegócio da Universidade Federal de Goiás, defendida em dezembro de 2006.

rentável o sistema Uberlândia, vis-à-vis ao aproveitamento efetivo dos subprodutos gerados pelo biodigestor.

Palavras-chaves: Suinocultura, Dejetos Suínos, Biodigestores, Viabilidade Econômica.

Abstract

The modern pig production chain delivers the most consumed meat type worldwide. During several decades, the economic profits of the activity was more important than the related environmental issues. From the nineties on the environmental impacts of the swine manure became more evident. Actors of the chain were challenged to adjust their production systems because due to the negative externalities. Swine manure was endangering the sustainability of the activity in the long run. Thus, the adoption of new treatment forms of manure became compulsory to reduce environmental impacts and to sustain the activity in the involved enterprises. Among the different treatment forms of manure, this study proposed the adoption of biogas plants of the Canadian Type and the use of their byproducts as to enable environmental adjusts and increase income of the pig producing farmers. Two systems were analyzed: first, in Uberlândia - MG, with biogas use for thermic energy and combustion, as well as for carbon credits generation; and second, in Rio Verde - GO, with generation of carbon credits. The main objective was to assess the economic viability of each system. At the end three different studies were considered, using net present value, internal rate of return, benefit-cost-ratio and payback period. Considering these methods, all considered systems were economically viable. The best economic performance was obtained with the Uberlândia system, influenced by the effective use of byproducts generated at the biogas plant.

Key Words: pig production, swine manure, biogas plants, economic viability

1 INTRODUÇÃO

A pressão de consumo de alimentos após a Segunda Guerra Mundial interferiu diretamente no aumento da eficiência dos processos produtivos agrícolas e industriais em todo o mundo. O crescimento populacional exigiu uma atuação produtiva intensiva dos setores econômicos para o suprimento das necessidades e preferências humanas.

A indústria busca produzir quantidades cada vez maiores de produtos manufaturados, por conseguinte exigindo do setor primário, uma contrapartida mais elevada de matérias-primas.

Para atender essa necessidade, a produção agrícola passa a desenvolver processos produtivos mais tecnificados e concentrados, visto que a demanda por produtos agrícolas é crescente.

No Brasil, esta tendência do setor rural pode ser observada na pecuária de corte, com a expansão das criações bovinas, suínas e de aves, através da disseminação de sistemas de confinamento voltados para alta tecnologia e aumento de produtividade, implementados pela genética, sanidade e nutrição do rebanho, com o objetivo de alcançar economias crescentes de escala e atender o mercado de carnes e seus derivados.

Esse sistema de confinamento, iniciado na década de 60, constituiu a base de expansão da atividade suinícola no Brasil e permitiu não somente o aumento da

produtividade na atividade, mas uma maior competitividade do país e sua inserção no mercado internacional.

Observa-se que a suinocultura brasileira, a partir da década de 80, desloca-se de uma produção de subsistência para uma atividade mais tecnificada e voltada para produções intensivas, aderindo às modernas e eficientes tecnologias impostas pelas agroindústrias do setor. Em tempos e espaços cada vez mais reduzidos, o suinocultor utiliza-se destes recursos tecnológicos para produzir um maior número de animais possível, haja vista que, historicamente, o setor agropecuário oferece baixas margens de lucro e o uso intensivo de tecnologia permite ao produtor rural elevar a produtividade e reduzir seus custos unitários (HELFAND e REZENDE, 1999; FAVARET FILHO e PAULA, 1998).

Em 16 anos, a produção de suínos no Brasil passou de 1.100 para 2.679 milhões de toneladas (crescimento de 144%), o abate passou de 19,9 para 34 milhões de cabeças (crescimento de 70%), e no mesmo período, o consumo *per capita* cresceu 54%, apontando além do aumento da produção, a oportunidade de expansão que a atividade possui no mercado interno (Tabelas 1 e 2).

Tabela 1– Abate de suínos e produção de carne suína em 1988 e em 2004.

| Ano | Abate (milhões de cabeças) | Produção (milhões tons) |
|------|----------------------------|-------------------------|
| 1988 | 19,9 | 1.100 |
| 2004 | 33,9 | 2.679 |

Fonte: ABIPECS, 2006; ABCS, 2006.

Tabela 2 – Consumo total e *per capita* brasileiro de carne suína, em 1988 e em 2004.

| Ano | Consumo | |
|------|-------------------|------------------------|
| | Total (Toneladas) | Per Capita(kg/hab/ano) |
| 1988 | 1.083 | 7,87 |
| 2004 | 2.173 | 12,1 |

Fonte: ABIPECS, 2006; ABCS, 2006.

Os novos processos produtivos suinícolas, contudo, ao direcionarem esforços exclusivamente para o aumento da produtividade, negligenciaram as conseqüências ambientais oriundas do sistema. Ao adotar sistemas confinados de produção, a suinocultura gera uma série de problemas interligados ao manejo, armazenamento, distribuição e poluição ambiental provocados pelos dejetos suínos, rejeito da atividade composto por fezes, urina e água.

Para Gama (2003, p.22),

“...a expansão da suinocultura industrial nas últimas três décadas, à medida que proporcionou ganhos de produtividade e renda e posicionou o Brasil como um grande exportador, também fez com que o problema da gestão da produção de dejetos impactasse de modo negativo o meio ambiente, promovendo desconforto e contaminação ambiental”.

Para Konzen (2005, p.02),

“... o desenvolvimento da suinocultura intensiva, com dimensionamentos empresariais, trouxe em conseqüência a produção de grandes quantidades de dejetos, normalmente armazenados em lagoas e depósitos abertos, onde se desenvolve a produção de gases nocivos que são transferidos para a atmosfera. Os alarmantes índices de contaminação dos recursos naturais, especialmente hídricos, e da qualidade de vida nos grandes centros produtores de suínos, indicam que boa parte dos efluentes dos sistemas criatórios são lançados

diretamente ou indiretamente no solo e em cursos de água, sem receber um tratamento adequado, transformando-se em uma expressiva fonte poluidora”.

Seganfredo e Giroto (2002) sustentam que “a produção intensiva de suínos encontra-se entre aquelas técnicas de produção agropecuárias consideradas convencionais e que, portanto, tendem a serem consideradas como não-sustentáveis”. Segundo os autores, os dejetos exigem uma forma de tratamento e disposição adequada, sob pena de inviabilizar a atividade suinícola e avícola empresarial, principalmente as baseadas em sistemas confinados.

Conforme estudos da Embrapa (2004a), o poder poluente do dejetos suíno é cerca de cinco (5) vezes superior ao dejetos humano e o principal gás produzido pela decomposição da biomassa do suíno, o metano, é vinte e uma (21) vezes mais poluente que o gás carbônico.

No Brasil, o Estado de Santa Catarina, com uma alta concentração da atividade suinícola e produção voltada exclusivamente para o lucro, apresentou, ao longo dos anos, a resposta pela constante negligência em torno dos fatores ambientais (HENN, 2005).

Estudos da Empresa de Pesquisa Agropecuária e Extensão Rural de Santa Catarina (EPAGRI, 1998, p.03) mostraram que no período de 1995 a 1998,

“...oito em cada dez amostras da água para o consumo rural no Oeste Catarinense estavam contaminadas por coliformes fecais e por altas taxas de nitrato. O estado de Santa Catarina, atualmente, abriga o maior número de granjas por quilômetro quadrado (55 suínos/km²), concentrando cerca de seis milhões de suínos, sendo que no oeste catarinense esta concentração atinge níveis de densidade mais elevados ainda, em média 200 suínos/km²”.

Na sub-bacia do Lajeado Frágoso (SC), conforme Miranda e Guivant (2004, p.240), as principais alterações provocadas pela carga de efluentes emitida pelas suinoculturas da região, foram na qualidade da água e no bem-estar da população ribeirinha. Em pesquisa realizada, 70% dos entrevistados pelos autores consideraram os dejetos suínos como “o maior problema ambiental da região da sub-bacia do Lajeado Frágoso”.

Observa-se na Tabela 3 a quantificação de cada poluente conforme a atividade desenvolvida. A emissão de poluentes por suínos (mesmo sendo o efetivo de aves superior) detém a maior participação, cerca de 50% da carga poluidora total, indicando a alta contribuição da atividade na contaminação da sub-bacia do Lajeado Frágoso.

Ao tratar os percentuais de emissão de poluentes individualmente, percebe-se que as quantidades de sólidos totais, da demanda bioquímica de oxigênio e dos elementos químicos nitrato, fósforo e potássio estão em maior concentração nos dejetos de suínos vis-à-vis os demais tipos de dejetos.

Tabela 3 – Emissão de poluentes (kg / dia) de acordo com o tipo de ocupação – sub-bacia do Lajeado Frágoso (SC) no período de 1998 / 1999

| Parâmetros | Suínos | Aves | Bovinos | Humano | Total |
|-------------------|---------------|-------------|----------------|---------------|--------------|
| População | 40.539 | 730.080 | 4.458 | 4.000 | 779.077 |
| ST | 14.392 | 10.951 | 8.471 | 166 | 33.980 |
| DBO ₅ | 4.722 | 2.792 | 1.070 | 65 | 8.649 |
| N | 953 | 602 | 321 | 10 | 1.886 |
| P | 363 | 186 | 45 | 1 | 595 |
| K | 499 | 252 | 205 | 4 | 960 |

Fonte: Miranda e Guivant, 2004.

Ehlers apud Votto (2004, p.134) complementa que

"... no rol dos fatores de insustentabilidade da atividade suinícola encontram-se a ineficiência energética da produção convencional e os principais impactos ambientais como erosão, salinização dos solos, poluição das águas e dos solos por nitrato, contaminação do homem do campo e dos alimentos, desflorestamento, perda da biodiversidade,... dilapidação dos recursos naturais não-renováveis".

Somados a estes fatores, a ausência de um manejo dos dejetos suínos, segundo Votto (2004), permite a formação de condições ideais para a proliferação de moscas e de agentes causadores de infecções como a meningite e a cólera.

Isto permite concluir que em qualquer lugar que haja o despejo do dejetos suíno diretamente no meio ambiente, sem o tratamento adequado, poderá provocar a contaminação desse ecossistema e danos ao bem-estar.

Os impactos ambientais negativos sinalizam que os processos produtivos precisam ser modificados. Esta percepção orienta a atividade suinícola a investir em processos e produtos que não agridam o meio ambiente, integrando as questões ambientais ao processo produtivo, estimulando o desenvolvimento econômico, social e ambiental da atividade. Conseguir, ao mesmo tempo, ser economicamente rentável, ambientalmente sustentável e socialmente justa tornou-se o maior desafio para a suinocultura brasileira.

Segundo Gama (2003), sob uma ótica econômica, o objetivo da gestão e do planejamento ambiental da atividade é de permitir que o fornecimento de recursos, bens e serviços seja compatível com a capacidade de assimilação dos dejetos gerados, o que pode ser assegurado com a implantação e o uso de tecnologias que atendam os princípios do desenvolvimento sustentável.

Para Testa (2004, p.28) "fica mais fácil resolver a questão, com menos conflitos, se existirem tecnologias com possibilidade de minorar os custos ou construir alternativas economicamente viáveis e ecologicamente corretas".

Gaspar (2003) apresenta que os produtores suinícolas, na maioria dos casos, não desejam poluir o meio ambiente, contudo a ausência de informações sobre os tipos de tecnologias mais adaptadas às regiões produtoras e sua viabilidade econômico-financeira, a "ignorância e os empecilhos burocráticos apresentados por entidades financeiras e governamentais para a concessão de empréstimos necessários à implantação de programa de manejos de dejetos", resultam na ausência de iniciativas para o problema ambiental em questão.

Cavasin (2005) apresenta que a sustentabilidade da suinocultura está diretamente relacionada às posturas adotadas no processo produtivo, o qual provoca impactos ambientais no ar, água, solo e, conseqüentemente, na própria biodiversidade do meio em que a atividade está instalada (Figura 1).

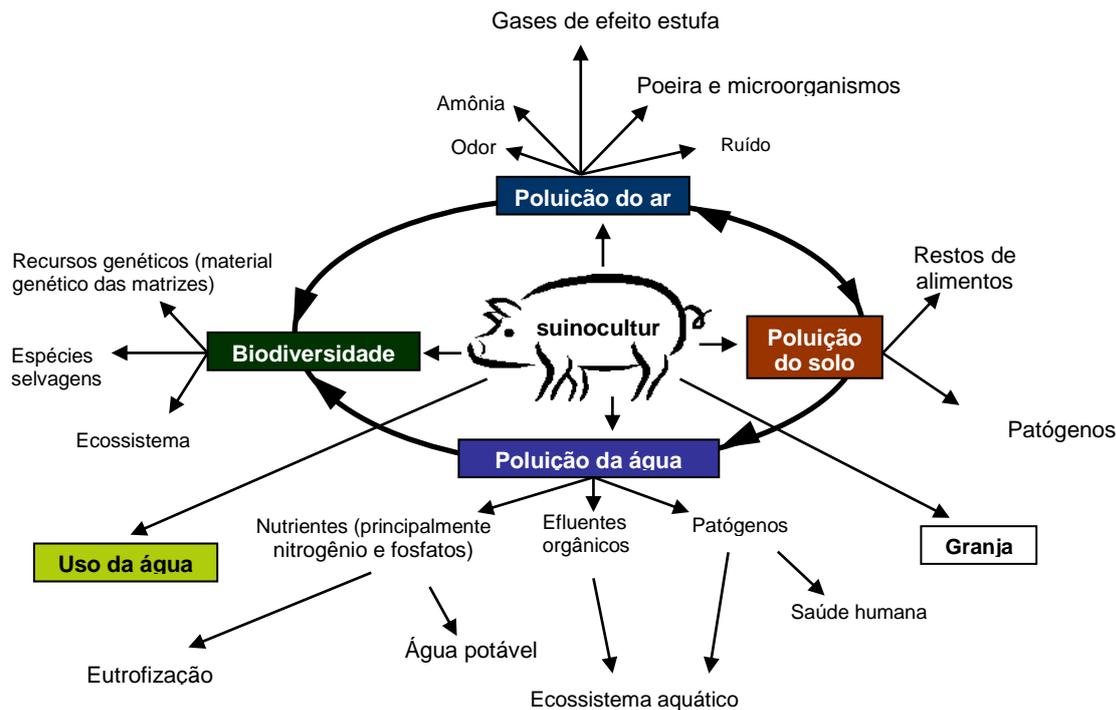


Figura 1 – Principais impactos ocasionados pela suinocultura intensiva.
 Fonte: Cavasin, 2005.

Para o autor, o problema dos impactos ambientais pode ser resolvido com a disseminação de novas tecnologias para tratamento dos dejetos suínos, as quais podem promover melhorias ambientais e melhores práticas produtivas, aumentando a sustentabilidade das granjas e conseqüentemente, da própria suinocultura. O autor complementa que, quanto maior a sustentabilidade da atividade, maior são os retornos econômicos, financeiros, ambientais e sociais (Figura 2).

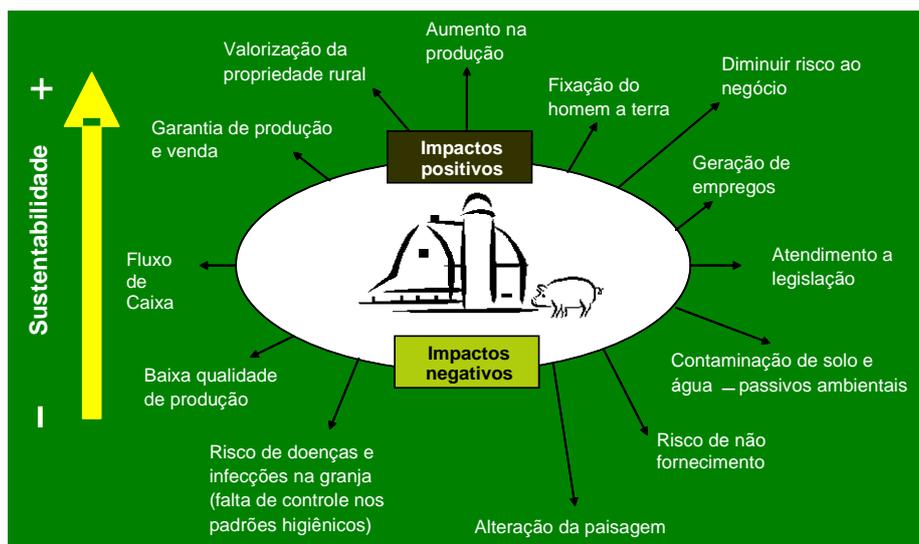


Figura 2 – Benefícios da sustentabilidade na suinocultura.
 Fonte: Cavasin, 2005.

A preconização do retorno econômico da cadeia produtiva da suinocultura brasileira a qualquer custo em detrimento à questão do tratamento da poluição gerada e da sustentabilidade da produção no longo prazo passa a ser revista. A fragilidade da forma produtiva adotada mostra a urgente necessidade de adequação ambiental da atividade suinícola para sua própria sustentabilidade no longo prazo.

Dentre as propostas de adequação ambiental, o uso de biodigestores na suinocultura tem sido apresentado por diversas instituições de pesquisa² e diversos autores³ como uma solução eficiente sob os pontos de vista econômico, social e ambiental.

O sistema de biodigestão permite agregar valores aos rejeitos da atividade, com a geração do biogás e do biofertilizante e ainda possibilita um ganho de qualidade ambiental efetivo. Somados a estas vantagens, o uso do biodigestor atende uma das estratégias sugeridas pelo Protocolo de Quioto⁴, pois capta metano a partir do dejetos suíno e o transforma, com a queima, em dióxido de carbono, minimizando desta forma a contaminação do ar, o odor e os reflexos na camada de ozônio da Terra.

Para que haja o investimento no biodigestor, o produtor precisa estar ciente dos possíveis retornos que ele obterá com a implantação da tecnologia, permitindo que sua tomada de decisão seja adequada à realidade na qual ele está inserido.

Realizou-se, por meio da técnica de estudo de caso, uma análise econômica do uso de alguns subprodutos oriundos do tratamento dos dejetos em biodigestores, em sistemas suinícolas intensivos e integrados à agroindústria, com o objetivo de fornecer subsídios à tomada de decisão do produtor em relação ao aproveitamento e utilização ou não destes subprodutos.

As regiões escolhidas para a realização do trabalho foram Rio Verde – GO e Uberlândia – MG, por possuírem representatividade na atividade suinícola integrada e concentrarem parte expressiva da produção de seus estados.

Após as primeiras considerações, apresentam-se o objetivo geral e os principais procedimentos metodológicos utilizados, bem como a natureza da pesquisa, suas características e a forma de condução da mesma, as fontes de dados e o tratamento realizado com os dados coletados. Em seguida, os resultados são apresentados, discutidos e comparados. Por fim, apresentam-se as conclusões e sugestões para estudos futuros.

2 – OBJETIVO GERAL

O principal objetivo deste estudo foi determinar a viabilidade econômica do uso do biodigestor como alternativa de aproveitamento dos resíduos da suinocultura, como forma de minimizar seu impacto ambiental, nas Regiões de Rio Verde, GO e de Uberlândia, MG.

3 – METODOLOGIA

² Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária – Centro Nacional de Pesquisa de Suínos e Aves – EMBRAPA / CNPSA, Universidade Estadual de São Paulo - UNESP, Universidade Federal de Santa Catarina - UFSC, Universidade de Brasília – Centro de Desenvolvimento Sustentável – UNB / CDS

³Giroto e Stulp, 1989; Perdomo e Lima, 1998; Gama, 2003; Conceição Neto, 2004; Lucas Jr, 2004; Kunz et al., 2005

⁴ O Protocolo de Quioto propõe a redução das emissões de gases de efeito estufa a partir de mecanismos de flexibilização, sendo que destes, os mecanismos de desenvolvimento limpo apresentam o uso de biodigestores como uma das alternativas para captação do metano da biomassa oriunda das atividades agropecuárias.

A pesquisa foi realizada em duas propriedades rurais, sendo uma na região de Rio Verde-GO e outra na região de Uberlândia-MG.

Utilizou-se do estudo de caso para analisar as propriedades selecionadas para a pesquisa, com o intuito de descrever o contexto das realidades examinadas, através de um levantamento nas unidades e permitir uma melhor análise das características que envolvem o objeto de estudo (LAKATOS e MARCONI, 2004).

A seleção da propriedade em Uberlândia foi motivada pela sua proximidade com a cidade e especialmente pelo pioneirismo no aproveitamento dos subprodutos gerados com o tratamento dos resíduos suínocolas em biodigestores. A propriedade possui uma área de 290 hectares e as principais atividades desenvolvidas são o arrendamento de pastagens, a pecuária leiteira, as lavouras de cana-de-açúcar e coco da Bahia, a suinocultura e a avicultura de corte.

A escolha da propriedade em Rio Verde – GO foi realizada a partir de informações da AGIGO, em entrevista realizada em abril de 2006, a qual representava o perfil da maioria dos produtores suínocolas e disponibilizou dados para o estudo. A propriedade em Rio Verde – GO fica a dezenove quilômetros da cidade e possui uma área de 400 hectares, na qual há uma fábrica de rações e são desenvolvidos a suinocultura e o plantio de soja, milho e sorgo safrinha de forma rotacionada.

O tipo de biodigestor estudado neste trabalho é constituído de uma câmara fechada de digestão e de um gasômetro sob uma estrutura plástica de PVC flexível. Este tipo de biodigestor foi instalado nas propriedades rurais integradas à agroindústria nos municípios de Rio Verde e Uberlândia e obedece a um modelo semelhante ao da Figura 3, em lona vinimanta e de fluxo contínuo, conhecido também por modelo canadense. A capacidade produtiva varia de acordo com a quantidade de animais e o manejo adotado pela granja, a produção de biogás é da ordem de 0,25 a 0,60 m³/dia para cada m³ da câmara de digestão; o tempo de retenção varia entre 20 a 50 dias e, durante este período, ocorre a remoção da ordem de 50% de ST, 80% da DBO₅, 25% de N, 60% de P, 45% de K e de 99% de coliformes fecais (OLIVEIRA, 2006).



Figura 3 – Modelo de biodigestor adotado nas propriedades suínocolas em Rio Verde-GO pela empresa agenciadora de carbono.

Fonte: Konzen, 2005

Os modelos existentes foram desenvolvidos a partir de pesquisas da Embrapa e da Universidade Estadual de São Paulo (UNESP JABOTICABAL) e em algumas propriedades de Rio Verde e de Uberlândia, estão sendo financiados em sua totalidade (construção e manutenção) por uma empresa canadense agenciadora de créditos de carbono. A empresa recebe em troca, através de um contrato de 10 anos com o produtor

rural, o direito de comercializar os créditos de carbono gerados, retendo 90% destes valores para si e repassando 10% ao suinocultor.

No caso da propriedade em Uberlândia, os biodigestores foram construídos com recursos próprios, sem a presença de investimento de terceiros. A composição estrutural (máquinas, equipamentos, tubulações, obras civis) do investimento necessário para o sistema de conversão do biogás em energia térmica realizado na propriedade foi obtida a partir de entrevista direta com os proprietários.

A pesquisa apresentou três estudos de viabilidade econômica de dois sistemas de aproveitamento de subprodutos distintos, sendo que dois deles foram analisados conforme a realidade observada, denominados de Sistema Uberlândia e Sistema Rio Verde, e um simulado para efeito de comparação com os outros dois, denominado de Sistema Rio Verde Simulado. A análise do sistema Uberlândia e Rio Verde – GO contemplaram a ótica do produtor e a do sistema simulado permitiu duas comparações, uma sob o ponto de vista do produtor e outra da empresa agenciadora de carbono.

Para este estudo, a viabilidade econômica foi determinada a partir da aplicação dos métodos do valor presente líquido (VPL), da relação benefício/custo e da taxa interna de retorno (TIR). Para complemento da análise utilizou-se o método payback, a fim de mostrar o período de recuperação do capital investido inicialmente.

Todos os cálculos foram realizados com auxílio da planilha eletrônica Excel.

Os fluxos de caixa desta pesquisa foram projetados a partir dos fluxos de entrada (rendas provenientes da produção do biogás e dos créditos de carbono) e dos fluxos de saída, composto pelo valor do investimento (aquisição de máquinas, construções) e dos custos referentes aos biodigestores (manutenção, mão-de-obra) de cada sistema.

O fluxo de caixa de cada sistema contemplou um horizonte de tempo de 10 anos, período de duração do contrato com a empresa canadense agenciadora de carbono e da vida útil dos principais investimentos.

O tempo de vida útil de um bem é determinado em função do prazo durante o qual é possível a sua utilização econômica e, conseqüentemente, a produção de seus rendimentos. Considerou-se para os principais investimentos uma vida útil de 10 anos, com exceção das lonas do biodigestor, as quais, segundo o fabricante, têm vida útil de 5 anos. Isto irá gerar a necessidade de um reinvestimento para a compra e instalação das lonas no quinto ano de cada sistema.

Os investimentos, neste trabalho, foram totalmente depreciados, não havendo, portanto, valor residual ao final do prazo do projeto. Considerou-se que o investimento inicial aconteceu no ano zero, os valores referentes às receitas foram considerados constantes e sem dedução de imposto de renda, e os valores dos custos foram mantidos constantes durante todo o período analisado.

As receitas foram obtidas a partir da renda gerada com a produção de biogás e da venda dos créditos de carbono.

Para a renda com o uso do biogás, utilizaram-se os valores economizados com gás de cozinha e óleo diesel, respectivamente para o consumo de energia térmica e de combustível, os quais foram detalhados na análise do Sistema Uberlândia.

Para o cálculo das receitas advindas da venda de créditos de carbono, foram considerados os valores negociados no mercado Quioto, no qual as RCE's transacionadas variam em função do tipo de mecanismo de flexibilização adotado e seguem rigorosamente as normas do Protocolo de Quioto. Sendo o mecanismo de desenvolvimento limpo o tipo adotado para a suinocultura das duas regiões, considerou-se o preço de € 2,90, obtido em Pinto et al. (2005), o mais próximo da realidade descrita pelos produtores.

A quantidade créditos de carbono produzida por matriz de suíno por ano foi obtida a partir de informações da AgCert (2005).

O biofertilizante produzido não foi valorado como receita neste estudo, pois o uso dos biodigestores não alterou o volume de produção do biofertilizante e o aproveitamento do mesmo já era feito nas atividades agrícolas da propriedade. Apesar de não ter alterado o volume, a utilização do biodigestor proporcionou uma maior estabilização do dejetos, o qual pode ser confirmado em estudos realizado por Konzen et al. (2002).

4 – RESULTADOS E DISCUSSÕES

4.1 Sistema Uberlândia

A propriedade estudada é uma empresa rural, gerenciada por dois membros da família, localizada na área metropolitana de Uberlândia, na qual são desenvolvidas, além da suinocultura, as atividades de lavoura (cana-de-açúcar e coco da Bahia), de pecuária leiteira, de avicultura e de arrendamento de pastagens.

Tanto a avicultura quanto a suinocultura são realizadas de forma intensiva integradas à agroindústria local.

A suinocultura é composta por cinco creches e por três galpões de terminação de suínos, produzindo, nesta ordem, uma produção média mensal de 16.000 leitões e 6.000 suínos. Como na propriedade praticam-se as fases de creche e de terminação, os valores considerados foram da produção por leitões e suínos de 25 a 100 quilos, o que representa respectivamente, $0,05\text{m}^3$ e $0,25\text{m}^3$ de dejetos líquidos produzidos diariamente. Multiplicando-se estes valores pela quantidade de animais de cada fase, obtém-se o volume total diário de dejetos na ordem de 2.300m^3 , mensal de 69.000m^3 e anual de 828.000m^3 (PERDOMO e LIMA, 1998).

Conforme observado na visita à propriedade, o tratamento dos dejetos é realizado por cinco biodigestores do tipo canadense, com capacidade média para 882m^3 cada. Conforme os produtores, cada biodigestor produz, em condições normais⁵, 500m^3 diários de biogás e escoam o biofertilizante para uma única lagoa de armazenamento. Os cinco biodigestores produzem um total de $2.500\text{m}^3/\text{dia}$, o que ao final de um ano atinge a produção de 912.500m^3 de biogás. Ressalta-se que o volume de biogás produzido está aquém da capacidade instalada dos biodigestores.

Por atender ao volume de biofertilizante líquido gerado pelos cinco biodigestores, a lagoa é diariamente esvaziada, sendo o dejetos líquido, depois de estabilizado, aproveitado na fertirrigação⁶ das lavouras de cana-de-açúcar e coco da Bahia, bem como das pastagens. A distribuição do biofertilizante é realizada por dois autopropelidos e estes por sua vez funcionam alimentados por um motor MWM movido a biogás.

Os biodigestores foram construídos com recursos próprios, sendo compostos dos seguintes investimentos: terraplanagem, escavação, obra civil com brocas e vigas, tubulações de dejetos e gás. A parte inferior foi toda construída em alvenaria e a parte superior é composta por uma lona de PVC (Figura 4).

⁵ Com poucas alterações climáticas, uso moderado de detergentes e de água durante a higienização das granjas.

⁶ Processo de utilização dos dejetos suínos para irrigação de lavouras e pastagens.



Figura 4 – Biodigestores do Sistema Uberlândia

Fonte: Dados da Pesquisa.

Conforme levantamento junto aos proprietários, descreveu-se na Tabela 4 os valores dos investimentos e reinvestimentos do sistema Uberlândia.

Tabela 4 – Discriminação e valor dos investimentos e reinvestimentos do sistema Uberlândia (R\$ 1,00)

| Item | Valor Unitário | Quantidade | Valor Total |
|----------------------------------|----------------|------------|----------------|
| Investimento | | | 794.325 |
| Biodigestores | 150.000 | 5 | 750.000 |
| Casa de Máquinas c/ compressores | 20.000 | 1 | 20.000 |
| Rede de Tubulações | 5.000 | 1 | 5.000 |
| Filtro - Lavador de Gás | 2.000 | 1 | 2.000 |
| Ajuste das Campânulas | 45 | 385 | 17.325 |
| Reinvestimento | | | 40.156 |
| Lona Superior | 13,67 | 2.206 | 30.156 |
| Instalação da lona superior | 2.000 | 5 | 10.000 |

Fonte: Dados da Pesquisa

Os principais custos oriundos do sistema são de manutenção e mão-de-obra, os quais podem ser observados na Tabela 5.

Tabela 5 – Discriminação dos custos do sistema de biodigestão em Uberlândia – MG (R\$ 1,00)

| Discriminação | Valor unitário | Unidade | Quantidade | Valor Total |
|---------------|----------------|--------------|------------|----------------|
| Manutenção | 175 | R\$ /mensal | 12 | 2.100 |
| Limpeza | 205 | R\$ / viagem | 735 | 150.712 |
| Mão-de-obra | 300 | R\$ /mensal | 12 | 3.600 |
| Total | - | R\$ | | 156.412 |

Fonte: Dados da pesquisa

As receitas foram estimadas a partir do valor do biogás usado para o aquecimento do aviário e da creche de suínos em substituição ao gás propano (GLP) e para a alimentação de um motor MWM, substituindo o uso de óleo diesel; e com a

comercialização de 100% dos créditos de carbono produzidos durante o processo de biodigestão.

Antes da construção dos biodigestores, a propriedade utilizava 39 botijões de gás de cozinha (13 kg) por dia para o aquecimento das aves e dos leitões da creche; e o motor MWM era a diesel, com um consumo de 110 litros de óleo por dia. Após a construção dos equipamentos, a substituição do gás propano pelo biogás nas funções de aquecimento e de combustível gerou respectivamente economias mensais de R\$ 35.100,00 e de R\$ 5.291,00⁷, as quais foram convertidas em renda para a propriedade, consideradas como receitas operacionais não caixa, gerando anualmente um valor de R\$ 484.692,00.

Segundo a AgCert (2005), cada matriz de suíno gera em média 10 créditos de carbono por ano, sendo que cada crédito de carbono corresponde a uma tonelada de gás carbônico mitigada. Por não ter sido encontrado o valor correspondente de um suíno adulto, utilizou-se desta informação para a obtenção do volume de RCE's produzidas em Uberlândia. Assim, o sistema de tratamento irá gerar um total de 60.000 créditos de carbono por ano. Utilizou-se o menor preço praticado no mercado Quioto, € 2,90⁸, pela proximidade dos valores informados pelos produtores. Considerando que o produtor poderá comercializar, neste caso, 100% dos créditos de carbono produzidos, ao final obterá uma receita operacional anual de R\$ 490.680,00⁹. As datas para o pagamento dos créditos de carbono ao produtor de Uberlândia estão previstas para o ano 1, correspondente ao ano de 2007, prazo estipulado para o cumprimento das exigências relacionadas a implantação do mecanismo de desenvolvimento limpo do Protocolo de Quioto e autorização da comercialização pela Organização das Nações Unidas (ONU).

No caso de Uberlândia, toda a negociação dos créditos de carbono produzidos está sendo intermediada pela agroindústria, visto que a comercialização dos créditos de carbono não pode ser realizada individualmente pelos produtores, dada a alta exigência de escala para comercialização. Segundo os produtores, não está sendo cobrado por parte da agroindústria nenhum tipo de custo adicional para esta transação.

O biofertilizante produzido não foi contabilizado como receita, pois antes da construção dos biodigestores já era utilizado na propriedade, tanto a parte sólida quanto a parte líquida. Contudo, conforme o depoimento dos produtores, a sua utilização na lavoura de cana-de-açúcar permitiu a antecipação do corte da gramínea; e nas pastagens resultou em uma paisagem constantemente verde, "não existindo mais época de seca para a alimentação do gado".

As receitas obtidas com o Sistema Uberlândia foram resumidas na Tabela 6.

Tabela 6 – Discriminação e valor das receitas do sistema Uberlândia (R\$ 1,00)

| Item | Unidade | Valor unitário | Quantidade Mensal | Valor Anual Total |
|-----------------------------|------------------------|----------------|-------------------|-------------------|
| Biogás para energia térmica | Botijão | 30,00 | 1.170 | 421.200 |
| Biogás para combustível | Litros | 1,85 | 2.860 | 63.492 |
| Créditos de Carbono | Redução Certificada de | 8,18 | 60.000 | 490.800 |

⁷ O valor do litro de óleo diesel considerado para a obtenção desta receita foi de R\$ 1,85 e do botijão de gás foi de R\$ 30,00, cotados em Goiânia no dia 01 de agosto de 2006.

⁸ Pinto et al., 2005.

⁹ O valor de um Euro considerado para a conversão foi de R\$ 2,82. Extraído de <http://www.valoronline.com.br> em 21/09/2006.

Emissão (RCE)

Total

981.480

Fonte: Dados da pesquisa.

A partir dos valores dos investimentos e reinvestimentos, dos custos e das receitas construiu-se o fluxo de caixa do sistema por um período de 10 anos e análise de viabilidade econômica deste fluxo a uma taxa mínima de atratividade (TMA) de 6%, obteve um VPL positivo no valor de R\$ 5.991.429,00, uma TIR de 120% e um benefício-custo de 6,04.

4.2 - Sistema Rio Verde

Na propriedade de Rio Verde, a suinocultura é realizada desde 1998 de forma intensiva e integrada a agroindústria processadora de carnes da região, sendo o sistema produtivo praticado o de produção de leitões (SPL), composto pelas fases de maternidade e creche, com um total de 2.300 matrizes e uma produção média mensal de 4.700 leitões.

A suinocultura ocupa um espaço de trinta e cinco hectares na propriedade, com um total de cinco galpões de alojamento para as matrizes e os leitões.

O tratamento dos dejetos produzidos é realizado por dois biodigestores e 11 lagoas de armazenamento. Quando da instalação dos biodigestores, as lagoas de armazenamento já existiam e era a forma que o produtor utilizava para o tratamento dos dejetos produzidos pela atividade. Ressalta-se que esta forma de tratamento tem contato direto com o ar e toda a digestão da biomassa era realizada a "céu aberto", o que segundo o produtor, gerava um forte "mau-cheiro" e a proliferação de moscas.

Os biodigestores são do tipo canadense, de alimentação contínua, e recebem os dejetos a partir de canalizações que saem das granjas, os quais se acumulam em 2 caixas antes de entrarem nos equipamentos. Dentro do biodigestor os rejeitos sofrem a decomposição anaeróbica e levam do momento que entram até sua saída para as lagoas de contenção, algo em torno de 20 dias.

O volume de dejetos produzidos diariamente pela granja foi obtido a partir do volume médio produzido por uma matriz com sua prole - 0,45 m³/dia, multiplicado pela quantidade de matrizes da suinocultura (PERDOMO e LIMA, 1998), o que totalizou uma produção diária de 1.035 m³ de dejetos, mensal de 31.050 m³ e anual de 377.775 m³.

A produção de biogás e biofertilizante é diária, sendo que o biogás captado é queimado para a geração de créditos de carbono; e o biofertilizante é despejado nas lagoas de armazenamento para posteriormente ser utilizado nas lavouras e pastagem.

Todos os investimentos relativos aos biodigestores foram realizados por uma empresa canadense agenciadora de créditos de carbono. Os biodigestores foram construídos em dezembro de 2005, mediante um contrato de duração de 10 anos, no qual o produtor cedeu 90% dos créditos de carbono gerados durante a biodigestão, em troca do investimento e da manutenção dos equipamentos. A manutenção nos biodigestores é realizada por um técnico da empresa contratante e a limpeza também ficará a cargo desta última.

Foram considerados como receita, apenas os valores obtidos com a comercialização dos créditos de carbono cabíveis ao produtor (10%), pois não há a utilização do biogás como fonte energética e o biofertilizante produzido não foi valorado, pois já era utilizado quando da instalação dos biodigestores na propriedade.

De forma análoga ao cálculo dos créditos de carbono para o sistema Uberlândia, o plantel de suínos do sistema Rio Verde irá gerar em média um total de 23.000 créditos de

carbono por ano, sendo que para o produtor as receitas geradas foram realizadas a partir do recebimento de 10% do total dos créditos produzidos, o que equivale a 2.300 créditos / ano. O preço utilizado também foi o mesmo de Uberlândia, € 2,90¹⁰, totalizando uma receita anual de R\$ 18.809,40¹¹.

Não foi possível realizar a análise de investimento do sistema Rio Verde, visto que não existem valores de investimento e custeio. Considerando um fator de desconto de 6% a.a., equivalente ao rendimento da poupança, o VPL das receitas obtido foi de R\$ 120.691,10.

4.3 - Sistema Simulado de Rio Verde - GO

Analisando os resultados obtidos no sistema Rio Verde - GO, não seriam necessários quaisquer estudos para provar a viabilidade do investimento. Contudo, tais resultados servem para a reflexão e comparação de uma outra análise: qual seria o retorno para o produtor de Rio Verde -GO, se ele pudesse, à semelhança do que foi realizado em Uberlândia, investir com recursos próprios nos biodigestores?

Para esta possibilidade simulou-se um cenário, no qual o produtor realiza todo o investimento e custeio, por meio de recursos próprios, e obtém 100% das receitas provindas da venda dos créditos de carbono, por intermédio da agroindústria com o mercado de Quioto, assim como ocorre em Uberlândia - MG.

Para os investimentos (biodigestores) foram considerados os custos de referência utilizados pela Embrapa (2004b) e alguns valores da propriedade de Uberlândia, visto que as instalações e os tipos de biodigestores nas duas propriedades são semelhantes.

Resumem-se os investimentos e reinvestimentos desta simulação Tabela 7.

Tabela 7– Discriminação e valores de investimentos e reinvestimentos (R\$ 1,00) referentes ao cenário simulado no sistema Rio Verde – GO.

| Item | Custo Unitário (R\$) | Quantidade | Valor Total (R\$) |
|---|----------------------|------------|-------------------|
| Investimento | | | 324.000 |
| Biodigestores (obras civis, tubulações, instalações e lonas). | 162.000 | 2 | 324.000 |
| Reinvestimento | | | 39.527 |
| Lonas | 13,67 | 2.160 | 29.527 |
| Instalação | 2.500 | 4 | 10.000 |

Fonte: Dados da Pesquisa

Para reposição de peças e ajustes no sistema utilizou-se o mesmo valor de Uberlândia, R\$ 175,00¹²/mês. Para limpeza do biodigestor haverá um custo de R\$ 73.818,00 a cada três anos.

¹⁰ Pinto et al., 2005.

¹¹ O valor de um Euro considerado para a conversão foi de R\$ 2,82. Extraído de <http://www.valoronline.com.br> em 21/09/2006.

¹² Valor referente a meio salário mínimo no ano de 2006.

Assim como em Uberlândia, o valor para pagamento da mão-de-obra utilizada com o biodigestor foi de R\$ 300,00/mês. Os custos do sistema simulado de Rio Verde foram dispostos na Tabela 8.

Tabela 8 – Discriminação e valores dos custos do cenário no sistema Rio Verde – GO(R\$ 1,00).

| Discriminação | Valor unitário | Unidade | Quantidade | Valor Total |
|---------------|----------------|--------------|------------|---------------|
| Manutenção | 175 | R\$ / mês | 12 | 2.100 |
| Limpeza | 205,05 | R\$ / viagem | 360 | 73.818 |
| Mão-de-obra | 300 | R\$ / mês | 12 | 3.600 |
| Total | | | | 79.518 |

Fonte: Dados da Pesquisa

As receitas obtidas foram simuladas a partir da venda de 100% dos créditos de carbono, ou seja, 23.000 RCE's produzidas por ano, a um preço de € 2,90, o que totalizou um valor anual de R\$ 188.094,00, a serem recebidas a partir do ano 1, referente ao ano de 2007, a semelhança de Uberlândia (Tabela 9).

Tabela 9 – Discriminação e valor das receitas do cenário no sistema Rio Verde – GO (R\$ 1,00)

| Discriminação | Ano | | | | | |
|--|-----|---------|---------|---------|---------|-----------|
| | 0 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 – 10 |
| Receita Operacional (Venda de Crédito de Carbono) | - | 188.094 | 188.094 | 188.094 | 188.094 | 1.128.564 |

Fonte: Dados da pesquisa

A análise de viabilidade econômica da simulação, a uma TMA de 6% a.a., resultou em uma TIR de 50%, um VPL de R\$ 831.188,00 e um benefício-custo com índice de 2,50.

4.4 - Comparação dos Sistemas

A análise econômica dos sistemas Uberlândia e Rio Verde simulado mostrou que ambos são viáveis, entretanto o sistema Uberlândia obteve valores de VPL, TIR e benefício-custo maiores que a simulação do sistema Rio Verde.

O VPL de Uberlândia foi de R\$ 5.991.429,00, enquanto que da simulação de Rio Verde – GO foi de R\$ 831.188,00, três vezes superior ao investimento inicial.

A diferença nos valores dos investimentos realizados entre os sistemas Rio Verde (simulado) e Uberlândia reside basicamente no sistema de conversão do biogás em energia térmica, o que se proporcionalmente analisado frente ao retorno de cada um, mostra que o investimento inicial da simulação em Rio Verde e seus respectivos retorno são muito menores que o sistema Uberlândia, visto que este último investiu a mais que o primeiro um valor de R\$ 470.324,00 (pouco mais que o dobro) e obteve um VPL sete vezes superior ao do sistema simulado.

Ao comparar a TIR do sistema simulado de Rio Verde – GO com a do sistema de Uberlândia – MG, observa-se que o desempenho deste último é superior ao primeiro, apresentando valor de TIR igual a 120%, enquanto que o primeiro resultou em uma TIR de

50%. Ambos resultaram uma TIR superior a TMA de 6% a.a., comprovando a viabilidade dos dois sistemas.

Outro ponto de comparação foi à relação benefício-custo de cada sistema. Observou-se que para cada real investido no sistema simulado de Rio Verde, o produtor obterá R\$ 2,50 de retorno; e no sistema Uberlândia, R\$ 6,04. Os resultados obtidos com a análise da relação benefício-custo, a uma TMA de 6% a.a., revelaram uma variabilidade significativa entre os sistemas, confirmando a vantagem do sistema Uberlândia, no qual ocorre o aproveitamento efetivo dos subprodutos nas atividades da fazenda. Se os sistemas analisados fossem projetos mutuamente excludentes¹³, os resultados obtidos indicariam a escolha do sistema Uberlândia como a melhor alternativa de investimento.

Vale ressaltar que o sistema Uberlândia atingiu melhores resultados, pois além de aproveitar o biogás como energia térmica e combustível na propriedade, possui uma escala de produção maior, o que, conseqüentemente, gera uma maior quantidade de biogás e de créditos de carbono.

Para complemento da análise, calculou-se o período de recuperação do capital de cada sistema, sendo que no sistema Rio Verde simulado, tanto o estudo sob o ponto de vista do produtor, quanto o da empresa agenciadora, recuperaria o capital investido em dois anos e o sistema Uberlândia o faria já no primeiro ano.

A análise comparativa entre os sistemas abordados, com base nos parâmetros utilizados, pode ser observada na Tabela 10.

Tabela 10 – Análise de viabilidade econômica dos sistemas Rio Verde, Uberlândia e simulado Rio Verde.

| Sistema | Investimento Inicial (R\$) | TIR (%) | VPL (R\$) | Payback (anos) | Benefício-Custo |
|---|----------------------------|---------|--------------|----------------|-----------------|
| Rio Verde (real) | - | - | 120.691,10 | - | - |
| Rio Verde (simulação – produtor) | 324.000,00 | 50 | 831.188,00 | 2 | 2,50 |
| Rio Verde (simulação empresa canadense) | 324.000,00 | 43 | 692.749,32 | 2 | 2,25 |
| Uberlândia | 794.325,00 | 120 | 5.991.429,00 | 1 | 6,05 |

Fonte: Dados da Pesquisa

A simulação não modificou a estrutura do sistema real de Rio Verde, apenas considerou que o produtor investiria 100% dos valores, bem como arcaria com os possíveis custos e receitas resultantes do processo. Obteve-se, com a análise econômica, um VPL de

¹³ Quando a implantação de um projeto impede a do outro (NORONHA, 1987).

R\$ 831.188,00, uma TIR de 50% e um índice de rentabilidade de 2,50, o que confirma ser viável economicamente a realização de tal investimento. Contudo, cabe salientar que para a realização do investimento é preciso ter disponibilidade financeira, seja própria, seja por meio de terceiros.

A simulação também permitiu a análise de viabilidade do sistema sob a ótica da empresa canadense agenciadora de carbono e concluiu-se que o contrato proposto para o produtor é um excelente negócio para a empresa contratante, visto que resulta em um VPL de R\$ 692.749,00, TIR de 43%, quociente benefício-custo de 2,25 e repassa ao produtor R\$ 120.694,10. Ao comparar os resultados da empresa agenciadora de carbono com os obtidos sob a ótica do produtor, observa-se o quão vantajoso o contrato está sendo para a empresa canadense e o quanto o produtor deixa de receber quando o realiza, R\$ 710.497,00.

Comparando os resultados das análises realizadas com o estudo de Conceição Neto (2004), o qual considerou, em um período de 10 anos, TIR superior a 50%, VPL médio de R\$ 50.000,00 e payback inferior a dois anos, verificou-se que, conforme estes parâmetros, os sistemas Rio Verde simulado e o sistema Uberlândia devem ser considerados como bons investimentos.

Estes resultados sinalizam a importância do aproveitamento dos subprodutos na propriedade e o impacto positivo que os investimentos, realizados para estes fins, geram tanto para as atividades rurais, quanto para a empresa rural. Entretanto, mesmo obtendo bons desempenhos econômicos, os sistemas Uberlândia e Rio Verde simulado, exigem do produtor um valor de investimento significativo, o qual conforme a realidade vivenciada pode inibir a adoção do biodigestor ou ainda, a aceitação de capital de terceiros, como foi o caso da empresa agenciadora de carbono com o produtor do sistema Rio Verde.

Outro fator relevante observado durante a pesquisa foi que os biodigestores adotados nas propriedades além de permitirem o retorno econômico, também possibilitaram em curto prazo, um ganho de qualidade ambiental efetivo, visto que houve uma significativa melhora nas condições de trabalho, na redução do odor liberado durante a fermentação da biomassa e o desaparecimento da população de moscas. Com a redução das externalidades negativas, obteve-se um ganho ambiental e também um ganho na qualidade de vida dentro da propriedade e para as comunidades circunvizinhas.

Desta forma, os resultados apresentados juntamente com a análise de cada propriedade podem orientar a tomada de decisão dos produtores a adotarem o biodigestor como uma alternativa economicamente viável e como uma solução para a sustentabilidade ambiental da atividade suinícola.

5 – CONSIDERAÇÕES FINAIS

As suinoculturas, em ambas regiões, possuem grandes dimensões e capacidades produtivas e contam com a presença de altos investimentos tecnológicos com alimentação automatizada, galpões climatizados, altos índices zootécnicos e seleção genética dos animais. Além da integração vertical, as propriedades têm como estratégia a diversificação de atividades e os produtores possuem uma visão empresarial do negócio.

As propriedades analisadas possuem sistemas de produção de suínos diferentes, em Rio Verde-GO, ocorre a produção de leitões, e em Uberlândia, ocorre a criação e a engorda de leitões, correspondentes às fases de creche e terminação. Além das categorias diferenciadas de suínos em cada propriedade, o volume de dejetos produzidos é maior na propriedade em Uberlândia, também por esta possuir uma maior quantidade de animais, o

que gera um maior volume de biogás e de créditos de carbono do que na propriedade em Rio Verde.

A implementação dos biodigestores tanto na propriedade em Rio Verde – GO, quanto na de Uberlândia – MG, foi motivada por distintas razões e não foi realizada a partir de incentivos econômicos ou políticas ambientais. Em ambas regiões, os biodigestores foram construídos para atender necessidades específicas dos atores envolvidos: em Rio Verde-GO, o interesse da empresa agenciadora de carbono nos créditos de carbono gerados e dos ganhos financeiros e ambientais que o produtor poderia obter; e em Uberlândia, inicialmente para a adequação ambiental da propriedade e em posterior momento, para o suprimento de energia térmica das atividades avícola e suinícola e a possibilidade de comercialização dos créditos de carbono gerados com a mitigação dos gases metano e carbônico da atmosfera.

A pesquisa realizada nas duas propriedades não pode ser generalizada, contudo os resultados demonstraram que a adoção dos biodigestores é uma alternativa viável, especialmente, se há uma demanda para o uso dos subprodutos na propriedade, os quais podem substituir o consumo de gás de cozinha, combustível, fertilizantes químicos e energia elétrica nas atividades desenvolvidas dentro da fazenda.

Os biodigestores nas referidas propriedades estão em funcionamento há pouco tempo, em Rio Verde – GO há onze meses e em Uberlândia há três anos. Isto evidencia a necessidade de outros estudos para a realização de uma análise mais real em relação ao funcionamento e desempenho destes biodigestores. Isto seria uma possibilidade de estudo futuro a quem se interessar, pois a eficiência dos biodigestores interfere diretamente nas produções de biogás e biofertilizante.

Fatores que venham a influenciar a produção de biogás, a qualidade do biofertilizante e a quantidade de créditos de carbono gerados não tiveram como ser observados.

Os produtores ainda não sabem com exatidão como será realizada a limpeza do biodigestor, nem seus custos. Todos os valores aqui obtidos foram baseados em estudos da Embrapa.

O mercado de comercialização dos créditos de carbono é uma incógnita para os produtores, pois ainda não foram realizadas negociações efetivas das RCE's, o que gera uma assimetria de informações sobre a quantidade de crédito de carbono produzido por animal, o preço a ser praticado no mercado Quioto e os possíveis custos envolvidos, como custos de corretagem.

A apresentação deste estudo não esgota o assunto proposto, pois vislumbrou a observação restrita de duas propriedades suinícolas, com a apresentação de três análises de viabilidade econômica, sendo que duas delas refletiram a realidade observada e uma simulada para efeito de comparação com os demais.

O assunto abordado na pesquisa é abrangente, o que gera situações oportunas para estudos futuros, dentre elas:

- a produção de biogás para geração de energia elétrica;
- a influência do sistema de produção de suínos e do clima da região na produção de biogás;
- a implantação de mecanismos de desenvolvimento limpo na suinocultura industrial e a geração de crédito de carbono;
- a comparação de diversas formas de tratamento de dejetos para a tomada de decisão do produtor;
- a análise dos efeitos da implantação do biodigestor no ecossistema;

- a valoração dos custos ambientais como forma de internalizar os custos gerados pelas externalidades negativas advindas da suinocultura, entre outros.

REFERÊNCIAS

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DA INDÚSTRIA PRODUTORA E EXPORTADORA DE CARNE SUÍNA (ABIPECS). **Estatísticas sobre o Mercado de Suínos**. 2006. Disponível em: <<http://www.abipecs.org.br/>>. Acesso em: 3 mai. 2006.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE CRIADORES DE SUÍNOS (ABCS). **Relatório sobre Consumo, Importação, Exportação, Produção e Abate da Carne Suína no Brasil – Série Histórica**. 2006. Disponível em: <<http://www.abcs.com.br/>>. Acesso em: 4 abr. 2006.

CONCEIÇÃO NETO, A. A. da. **Impacto Econômico-Financeiro Resultante da Implantação de Tecnologias de Manejo, Tratamento e Valorização de Dejetos de Animais, em Propriedades Suinícolas**. 2004. 115 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Ambiental) - Departamento de Engenharia Sanitária e Ambiental, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2004.

CAVASIN, J. **Instituto de Sustentabilidade Sadia: Programa 3 S**. Seminário sobre o Programa Suinocultura Sustentável Sadia apresentado em São Paulo, outubro de 2005. Material enviado através do e-mail <julio.cavasin@sadia.com.br>.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA (EMBRAPA). **A Suinocultura e a Questão Ambiental**. Concórdia: Centro Nacional de Pesquisa de Suínos e Aves (CNPSA), 2002. Disponível em: <<http://www.cnpsa.embrapa.br/>>. Acesso em: 10 set. 2004a.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA (EMBRAPA). **Manejo de Dejetos**. Concórdia: Centro Nacional de Pesquisa de Suínos e Aves (CNPSA), 2004. Disponível em: <<http://www.embrapa.gov.br/>>. Acesso em: 14 ago. 2004b.

EMPRESA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA E EXTENSÃO RURAL DE SANTA CATARINA (EPAGRI). **Tecnologia para Dejetos Suínos**. Florianópolis, 1998. Disponível em: <<http://www.epagri.rct-sc.br/>>. Acesso em: 19 set. 2004.

FAVERET FILHO, P.; PAULA, S. R. L. de. **Um Estudo da Integração a partir do Projeto Buriti, da Perdigão**. Banco Nacional de Desenvolvimento Econômico Social Setorial, Rio de Janeiro, n.7, p. 123-134, 1998.

GAMA, M. L. da S. **Planejamento e Gestão do Tratamento de Dejetos Suínos no Distrito Federal: Aplicação de Instrumentos de Avaliação Multicriterial**. 2003. 101 f. Dissertação (Mestrado em Planejamento e Gestão Ambiental) – Programa de Pós-Graduação *Stricto-Sensu* em Planejamento e Gestão Ambiental, Universidade Católica de Brasília, Brasília, 2003.

GASPAR, R. M. B. L. **Utilização de Biodigestores em Pequenas e Médias Propriedades Rurais com Ênfase na Agregação de Valor: Um Estudo de Caso na Região de Toledo – PR.** 2003. 119 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção) – Programa de Pós-Graduação em Engenharia da Produção, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2003.

GIROTTO, A.F.; STULP, V.J. **O Biodigestor como Alternativa Energética para a Pequena Propriedade Rural.**, Revista de Economia e Sociologia Rural, Brasília, v.27, n.1, p. 21-37, 1989.

HELFAND, S. M.; REZENDE, G.C. **Mudanças na Distribuição Espacial da Produção de Grãos, Aves e Suínos no Brasil: O papel do Centro-Oeste.** Revista de Planejamento e Políticas Públicas – Instituto de Pesquisa em Economia Aplicada, Brasília, n.19, p.219-273, 1999.

HENN, A. **Avaliação de Dois Sistemas de Manejo de Dejetos em uma Pequena Propriedade Produtora de Suínos – Condição de Partida.** Dissertação (Mestrado em Engenharia Ambiental) – Centro tecnológico, Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC), Florianópolis, 2005.

KONZEN, E. A. **Dejetos de Suínos Fermentados em Biodigestores e seu Impacto Ambiental como Insumo Agrícola.** In: VII SIMPÓSIO GOIANO DE AVICULTURA E II SIMPÓSIO GOIANO DE SUINOCULTURA – AVESUI CENTRO-OESTE. Seminários Técnicos de Suinocultura. Goiânia: Associação Goiana de Suinocultores, 2005. p.9.

KUNZ, A.; CHIOCHETTA, O.; MIELE, M.; GIROTTO, A. F.; SANGOI, V. **Comparativos de Custos de Implantação de Diferentes Tecnologias de Armazenagem / Tratamento e Distribuição de Dejetos de Suínos.** Circular técnica, Concórdia, n. 42, 2005. 16 p.

LAKATOS, E. M.; MARCONI, M.A. **Metodologia Científica.** 4. ed. São Paulo: Atlas, 2004, 310 p.

LUCAS Jr., J. de. **Aproveitamento energético de resíduos da bovinocultura.** In: Gestão Ambiental e Políticas para o Agronegócio do Leite. 2004.

MIRANDA, C. R. da; GUIVANT, J. S. (Orgs). **Desafios para o desenvolvimento sustentável da suinocultura: uma abordagem multidisciplinar.** Série Debates. Chapecó: Argos, 2004.334 p.

OLIVEIRA, M. G. de. **Informações sobre os biodigestores implantados pela Agcert.** 2006. Entrevista concedida em 03 mai. 2006.

PINTO, T. M.; BEZERRA, M. O.; CASARIM, F. M. , CENAMO, M. C. e MIRANDA, S. H. G. **Análise do Mercado Internacional de Créditos Carbono.** Piracicaba: Departamento de Economia Administração e Sociologia - Centro de Estudos Avançados

em Economia Aplicada. 2005. Disponível em: <[http:// www.cepea.esalq.usp.br/ pdf/ SIICUSP_CEPEA_Felipe.pdf](http://www.cepea.esalq.usp.br/pdf/SIICUSP_CEPEA_Felipe.pdf)>. Acesso em: 21 set. 2006.

SEGANFREDO, M. A.; GIROTTO, A. F. **Viabilidade Econômica do Tratamento dos Dejetos na Criação de Suínos**. Comunicado técnico, Concórdia, n. 301, 2002. 12p

TESTA, V. M. **Desenvolvimento Sustentável e a Suinocultura do Oeste Catarinense: Desafios Econômicos, Sociais e Ambientais**. In: MIRANDA, C. R. da; GUIVANT, J. S. (Orgs). Desafios para o desenvolvimento sustentável da suinocultura: uma abordagem multidisciplinar. Série Debates. Chapecó: Argos, 2004.334 p

VOTTO, A. G.. **Perspectivas de Intervenção na Questão Ambiental da Suinocultura**. In: MIRANDA, C. R. da; GUIVANT, J. S. (Orgs). Desafios para o desenvolvimento sustentável da suinocultura: uma abordagem multidisciplinar. Série Debates. Chapecó: Argos, 2004. 334p.