

---

## GERAÇÃO DE ENERGIA ELÉTRICA A PARTIR DE DEJETOS SUÍNOS: UM ESTUDO DE CASO EM UMA PROPRIEDADE RURAL NA REGIÃO OESTE DO ESTADO DO PARANÁ

SILVA, Nivaldo Pereira da<sup>1</sup>  
FRANCISCO, Antonio Carlos de<sup>2</sup>

---

Recebido em: 2010.05.27    Aprovado em: 2010.09.16

ISSUE DOI: 10.3738/1982.2278-370

---

**RESUMO:** O presente artigo visa analisar a importância da energia elétrica gerada dos dejetos suínos em uma propriedade rural na Região Oeste do Estado do Paraná. A metodologia utilizada apoiou-se em estudo de caso e os instrumentos empregados para coletas dos dados foram a entrevistas, documentação e observação direta. Os resultados demonstraram o potencial de geração de energia elétrica considerando a quantidade de dejetos gerados pelos suínos e transformados pelo biodigestor, esta atividade desenvolvida na propriedade rural pesquisada se mostra altamente rentável, tornando-se uma fonte de renda extra da propriedade. Percebe-se que a implantação do projeto é viável, além de ser uma nova matriz energética que utiliza um resíduo extremamente poluidor, os pontos fortes é a redução de gastos com energia elétrica, melhoria na limpeza interna da granja, redução de odores, menor quantidade de vetores (principalmente moscas), redução nos microorganismos patogênicos e os efeitos benéficos do uso do biofertilizante na agricultura, e principalmente no auxílio a preservação do meio ambiente.

**Palavras chave:** Energia elétrica, dejetos suínos, biodigestor, propriedade rural, meio ambiente.

### POWER GENERATION FROM PIG MANURE: A CASE STUDY ON A FARM IN THE WESTERN REGION OF PARANA STATE

**SUMMARY:** This article aims to analyze the importance of electricity generated from pig manure on a farm in the Western Region of Paraná State. The methodology used was based on case study and the instruments used for data collection were interviews, documentation and direct observation. The results demonstrated the potential of electricity generation considering the amount of manure generated by swine and processed by the digester, this activity developed in the rural property research proves highly profitable, making it a source of extra income from the property. It follows the implementation of the project is viable, and is a new energy source that uses an extremely waste polluter, the strengths is the reduction of energy costs, improving internal cleansing of the farm, odor reduction, the lower amount of vectors (mainly flies), reduction in pathogenic microorganisms and the effects of the use of Biofertilizer in agriculture, and especially in helping to preserve the environment.

**Keywords:** Electricity, pig manure, digester, rural property, environment.

---

### INTRODUÇÃO

A necessidade de atender a demanda energética nas diversas áreas causando o mínimo de impacto seja ele social ou ambiental, faz surgir a busca e exploração de fontes energéticas alternativas, o Governo Federal busca iniciativas para renovar as fontes energéticas, e a

---

<sup>1</sup>Mestre em Engenharia da Produção (UTFPR – 2010) - Especialista em Gestão Industrial - Conhecimento e Inovação (UTFPR - 2007) - Graduação: Bacharel em Turismo (2006)

<sup>2</sup>Doutor em Engenharia de Produção pela Universidade Federal de Santa Catarina (2003). Atualmente é professor do ensino básico, técnico e tecnológico da Universidade Tecnológica Federal do Paraná (UTFPR).

biomassa constitui-se em uma das fontes alternativa para a produção de energia elétrica, visando evitar ou amenizar os apagões que atingem as diversas regiões do Brasil.

As novas fontes de energia podem ser produzidas a partir da biomassa ou bioenergia que é produzida por meio da combustão, gaseificação, fermentação ou produção de substâncias líquidas, a partir de material vegetal, entre eles diversos tipos de árvores (lenhas e carvão vegetal), alguns óleos vegetais (amendoim, girassol, soja e dendê), resíduos agrícolas, agroindustriais e urbanos.

Os dejetos suínos sempre foram causadores de grandes fontes de poluição, porém é necessário destacar que esta poluição pode ser transformada em fontes de riqueza. Uma granja de porcos, além de produzir a carne e outros derivados, pode constituir-se em excelente produtora de energia, tanto para si, como para terceiros. Importante destacar que esse tipo de energia é limpa, ou seja, não produz poluição, não se esgota e o mais importante que é renovável. Essa busca pelas fontes renováveis de energia elétrica está crescendo rapidamente em todo o mundo.

Quando se pronuncia a palavra “porco” transmite-se uma idéias negativas nas pessoas, passando o sinônimo de sujo e sem higiene. Apesar dos esforços da suinocultura industrial no Brasil (que possui reconhecidos padrões de qualidade) em modificar a imagem do animal, é fato que os suínos geram uma quantidade enorme de dejetos, problema amplificado pela sua produção altamente intensiva. Se não tratados adequadamente, a disposição destes dejetos no ambiente causa a poluição de rios e lagos, o que por sua vez acarreta a diminuição da qualidade da água para consumo humano, disseminação de doenças, mortandade de peixes, com outros efeitos vindo em cascata.

No sul do Brasil várias cooperativas estão incentivando os suinocultores a investirem em biodigestores para transformar os dejetos de suínos, um sério problema ambiental na região, em energia. Os biodigestores podem gerar uma renda adicional aos produtores rurais com a negociação de créditos de carbono. Cada metro cúbico de dejetos suíno gera um quilowatt de energia.

Os agricultores podem receber uma renda extra por meio das cooperativas agrícolas sobre a venda de crédito de carbono ao mercado internacional devido a redução da emissão de gases de efeito estufa, como o gás carbônico e o metano.

## **AGRONEGÓCIO**

Segundo Toresan (2006) e Zylbersztajn (2000), a primeira definição de agronegócio partiu de dois professores de Harvard, que foram os pais do conceito (*agribusiness*): John H.

---

Davis e Ray Goldberg. Usando as técnicas matriciais de insumo-produto, observaram que havia um novo sistema diferente do antigo, em gênero e espécie, o *agribusiness*, que seria o conjunto das operações de produção e distribuição de insumos e novas tecnologias agrícolas, da produção, do armazenamento, do transporte, do processamento e distribuição dos produtos agrícolas e seus derivados.

Agronegócio é um conceito que se iniciou na década de 1980, e, para alguns autores, é um ponto de vista para a construção de uma ideologia de mudança do sistema latifundiarista da agricultura capitalista (FERNANDES, 2005).

A palavra agronegócio é forma moderna, agregando informação aos produtos e processos, ou, em outras palavras, agregar valor. Pois, esta nova organização integra informação, e informação é tecnologia. Assim, a informação permite ao agricultor agregar valor aos seus produtos. O nosso *agribusiness* é considerado tipicamente um provedor de matérias primas para empresas que adicionam valor no âmbito internacional.

A proposta do agronegócio é focada nos fornecedores de bens e serviços para os produtores rurais, os processadores, os transformadores e distribuidores e todos os envolvidos na geração e fluxo dos produtos de origem agrícola até o consumidor final da cadeia. Outra característica do agronegócio é que ele proporcionará, a curto e médio prazo, grandes resultados, devido à troca de conhecimentos e teorias.

Para Rufino (1999), o agronegócio se refere a produtos rurais com alta tecnologia que se utilizam das técnicas de produção intensiva, como a mecanização da terra e o uso de fertilizantes aumentando consideravelmente a produtividade.

Contudo, não se deve pensar que o agronegócio é algo apenas para os grandes produtores rurais. Deve haver a participação dos agricultores altamente competitivos até os agricultores familiares. A principal diferença está na escala de produção, e os pequenos só sobreviverão caso participem ativamente do processo de cooperação entre diversos atores que formam a cadeia produtiva, principalmente entre os próprios agricultores familiares.

É importante destacar que só resistirão os agricultores, pecuaristas e agroindustriais que se adequarem às novas exigências do mercado, o que significa incorporarem inovações tecnológicas e conhecimentos que os tornem mais competitivos. Desta forma, destaca-se a importância dos investimentos em Ciência & Tecnologia.

Segundo Araújo (2005, p. 15), na atualidade os conceitos de “setor primário ou de agricultura perderam o sentido, porque deixou de ser somente rural, ou somente agrícola, ou somente primário”.

A agricultura, ou o setor primário, que antes não dependia de outros setores, na visão

do agronegócio passa a depender de muitos serviços, máquinas e insumos. Portanto, destacamos a pós-produção, quando se necessitam de armazéns, mercado atacadista, mercado varejista, exportação e toda a infra-estrutura, tais como estradas, portos, etc.

O agronegócio passa a ser encarado como um sistema de elos, abrangendo itens como pesquisa, insumos, tecnologia de produção, transporte, processamento, distribuição e preço. Com relações intersetoriais a montante e a jusante à unidade produtiva agrícola, formando o sistema do *agribusiness* ou agronegócio (ARAÚJO, 2005).

Segundo Araújo (2005), o agronegócio divide-se em três partes, dentro de uma concepção de visão sistêmica: Inicialmente, os negócios agropecuários propriamente ditos (ou de "dentro da porteira") que representam os produtores rurais, sejam eles pequenos, médios ou grandes, constituídos na forma de pessoas físicas (fazendeiros ou camponeses) ou de pessoas jurídicas (empresas).

Em segundo lugar, os negócios a montante (ou "da pré-porteira") em relação à agropecuária, representados pela indústria e comércio que fornecem insumos para os negócios agropecuários. Por exemplo, os fabricantes de fertilizantes, defensivos químicos, equipamentos, etc. E, em terceiro lugar, estão os negócios a jusante dos negócios agropecuários. São os negócios "após-porteira", aqueles negócios que compram os produtos agropecuários, os beneficiam, os transportam e os vendem para os consumidores finais, por exemplo: os frigoríficos, as fábricas de fiação, tecelagem e de roupas, os curtumes e as fábricas de calçados, os supermercados e varejistas de alimentos, etc.

## **PRODUÇÃO DE SUÍNOS**

Destaca-se a importância do planejamento organizacional na produção de suínos a curto, médio e longo prazo, com enfoque de diferentes ângulos e pontos de vista, desde o histórico econômico, até as perspectivas demandadoras dos mercados locais e externos, trabalhando-se os possíveis riscos da atividade.

Segundo Zylbersztajn (2000), os produtos da suinocultura são *commodities*, e, como é todo o produto em seu estado bruto, ou produtos primários, sem agregação de valor. Consequentemente, o mercado é quem define o seu preço. Assim, o administrador rural tem que adequar o seu custo, a fim de manter a qualidade e a margem de lucro, sabendo de antemão se haverá retorno econômico com a sua produção. Ainda, segundo Zylbersztajn (2000), o agronegócio engloba todo o ciclo de produção rural, desde a compra de insumos e máquinas, o plantio, a colheita, o transporte, o armazenamento, até a venda da produção e o

---

consumo final.

Para Chiavenato (1985), o produtor rural ou administrador rural também pode participar ativamente do processo, isto é, deve conquistar consumidores que possam absorver os produtos com valor agregado, tais como alimentos não orgânicos, plantas medicinais, aromáticas ou condimentares, conservas, queijos, vinhos, aguardentes, farinhas de milho e de mandioca de moinho de pedra, bolos, biscoitos, pães, geléias, etc.

Para Carrion (2005), destaca-se que este produtor está preocupado apenas em semear a sua lavoura, sem buscar a tecnologia necessária para aumentar a produtividade e a qualidade dos produtos, optando por uma produção que aparentemente dê maior lucratividade. Sem um planejamento adequado, ele retorna ao campo somente na época da colheita, e é nesse momento que começa a se preocupar com a comercialização. Nesta situação já é tarde para buscar os melhores preços para os produtos.

Segundo Rufino (1999), devido a competitividade do mercado, tornou-se imprescindíveis as orientações técnicas administrativas com foco no agronegócio, tais como: planejamento e execução das atividades, pastoris e silvícolas.

## **TECNOLOGIAS**

As novas tecnologias provocam profundas mudanças em todas as dimensões da vida do ser humano. Elas colaboram para modificar o mundo, inserindo um novo contexto de melhoria nos padrões de vida.

A máquina a vapor, a eletricidade, o telefone, o carro, o avião, a televisão, o computador e as redes eletrônicas, por exemplo, contribuíram para a extraordinária expansão do capitalismo, para o fortalecimento do modelo urbano e diminuição das distâncias. Mas, na essência, não são as tecnologias que mudam a sociedade, mas a sua utilização dentro do modo de produção capitalista, que busca o lucro, a expansão, a internacionalização de tudo aquilo que tem valor econômico.

As inovações em agronegócio representam produtos e/ou processos pelas quais se obtém uma competitividade para a cadeia produtiva. Nesse sentido, há amplas possibilidades de buscar-se uma melhoria contínua. Como cita Bellaver (2006), na área de equipamentos e insumos para a produção animal e, no meio ambiente, são inúmeras as possibilidades de inovação que estão a esperar por situações mais favoráveis.

As inovações tecnológicas são incentivadas por dois dispositivos legais, que estão na Lei da Inovação ( nº 10.973 ) e na Lei nº 11.196 ( ex-MP do Bem ), essa última aprovada em

21/11/2005, que em seu capítulo 3º concede incentivos à inovação tecnológica.

Segundo Scolari (2006) e Bellaver (2006), as inovações são também pertinentes às organizações de pesquisa públicas voltadas para o agronegócio. Portanto, estas organizações necessitam mudar seus processos administrativos de gestão tendo em vista os desafios futuros, principalmente o de garantir, de forma eficiente, um fluxo permanente e contínuo de inovações tecnológicas de processos e produtos ao setor agrícola, contribuindo para que esse ramo da economia continue tendo o dinamismo atual.

Desta forma, entender a complexa engrenagem da inovação do agronegócio é fator chave para a gestão das propriedades na atualidade, e determinante para o desenvolvimento rural. Para Reis (2004, p. 43) as inovações tecnológicas incluem novos produtos, processos, serviços e também mudanças tecnológicas em produtos, processos e serviços existentes. Uma inovação é implementada se for introduzida no mercado (inovação de produto) ou for usada dentro de um processo de produção (inovação de processos). Inovações envolvem então uma série de atividades científicas, tecnológicas, organizacionais, financeiras e comerciais.

É importante destacar que as inovações em produtos podem ser subdivididas em produtos com tecnologias novas e em produtos com tecnologias aprimoradas ou modificadas (MANUAL DE OSLO, ODCE, 2004).

Um produto tecnologicamente novo é aquele cujas características diferem dos produtos anteriormente produzidos. As inovações em produtos apresentam um alto grau de relação de proximidade com consumidores, por serem instrumentos cada vez mais utilizados.

De acordo com Araújo et al. (1990), a tecnologia pode interferir diretamente na cadeia produtiva, coordenando os modos de produção. Um exemplo tradicional seriam as tecnologias para aves e suínos, cuja necessidade de máquinas apropriadas, inclusive as de milho híbridos, condiciona todo um modo de produção específico.

Os parâmetros que norteiam o sucesso de uma inovação tecnológica estão ligados diretamente à busca da informação para transformar em conhecimento a tecnologia para o mercado. Desta forma, a implantação da tecnologia aumenta a concorrência entre as empresas ligadas diretamente ao setor de agronegócio.

Para Batalha (1997), existem três fatores que permitem influenciar a manutenção do ganho proporcionado por uma inovação tecnológica, como segue abaixo:

- a) Grau de proteção da inovação tecnológica (patente e segredo de fabricação);
- b) Os ativos complementares para o desenvolvimento da inovação. A implementação desta tecnologia dependerá em grande parte da aceitação ou não por parte dos produtores;
- c) Determinada tecnologia que representa um avanço, dificilmente proporcionará ganhos

---

duradouros para empresa.

O maior desafio para o futuro é o desenvolvimento de biotecnologias com biossegurança, respeitando as vantagens auferidas aos produtores, bem como as exigências de qualidade por parte dos consumidores.

Um difícil exercício é imaginar e identificar quais os produtos, o tipo e suas características que o administrador rural deve investir. Devem-se estabelecer prioridades e definir quais os produtos que trarão maiores benefícios tanto econômicos, como sociais e ambientais, além de uma convivência pacífica com as entidades do setor público.

O maior desafio, de maneira geral, é a aplicação da inovação tecnológica para o aumento da competitividade e produtividade do agronegócio, com qualidade e principalmente segurança dos alimentos. Destaca-se os novos produtos, a grande diversidade biológica do país, o que permite a exploração comercial sustentável de novos alimentos e matérias-primas industriais.

## **SISTEMAS DE PRODUÇÃO DE SUÍNOS E O MEIO AMBIENTE**

A produção de suínos é caracterizada por um nível intenso de confinamento dos animais e, como consequência, produz elevada quantidade de dejetos. Outro aspecto é a capacidade-suporte do solo, na medida em que este é utilizado sem plano de aplicações e destinado para fins de produção agrícola não integrada como alternativa de seu tratamento e controle da poluição.

Avaliações preliminares indicam que poucas propriedades possuem metodologias de manejo através da valorização e tratamento dos dejetos; o restante é destinado ao meio natural, degradando os recursos hídricos. Parte das tecnologias empregadas para o tratamento dos dejetos não é projetada, construída nem operada de maneira adequada.

Os parâmetros de projetos empregados são copiados da literatura estrangeira ou adaptados de outros resíduos para a suinocultura. Outros fatores contribuem para este quadro, tais como: falta de formação de pessoal, de orientação técnica dos produtores e ausência de controle ambiental pelos órgãos responsáveis, apesar da disponibilidade de legislação avançada.

Neste contexto, as principais consequências são: a degradação ambiental pela contaminação das águas superficiais e subterrâneas, a poluição orgânica pelo nitrogênio, a presença de microrganismos enteropatogênicos, a alteração das características dos solos e a poluição do ar, pela emissão de maus odores, e a presença de insetos.

## **BIOGÁS COMO MATRIZ ENERGÉTICA**

A suinocultura é uma atividade desenvolvida principalmente em pequenas propriedades rurais, e no Estado do Paraná esta atividade desenvolveu-se empregando-se mão-de-obra familiar, sendo uma fonte de renda e estabilização social dos agricultores. Sustentabilidade financeira do homem do campo, assim existe a possibilidade de geração de renda extra para o suinocultor, além da produção do animal.

A energia produzida a partir de esterco e de urina pode movimentar um gerador de energia, que, por sua vez, pode alimentar todos os equipamentos elétricos e a gás da granja, desde a casa (bocais de luz, refrigerador, televisor, computador, aparelhos de som, fogão, microondas, etc.) até a própria pocilga (terminais de luz, aparelhos diversos). Assim mesmo, com certeza, haverá excedentes, que poderão ser comercializados. Considerando que a energia ("elétrica") é o que mantém o homem no campo e que cada pessoa que vem para a cidade exige do poder público um investimento sete vezes maior do que o de conservá-la no interior, este não é um assunto desprezível.

Plataforma de Energia Renovável - Por estar próxima a uma grande área produtora de suínos, cujos dejetos poderiam contaminar os afluentes e, ao longo do tempo, comprometer o funcionamento das usinas, a Itaipu resolveu dedicar-se com afinco a este estudo. Além de limpar os afluentes, a partir da instalação destas micro-usinas, os técnicos concluíram que se poderia também duplicar o aproveitamento da energia que hoje se gasta nas pequenas propriedades. Como? Deixando de fornecer energia elétrica a estas granjas e delas recebendo os excedentes produzidos, para satisfazer as necessidades das pequenas comunidades urbanas, que hoje consomem somente energia elétrica que, assim, poderia ser destinadas a regiões mais longínquas.

O desenvolvimento de tecnologias para o tratamento e utilização dos dejetos como matriz energética é o grande desafio para as regiões com alta concentração de suínos. A restrição de espaço e a necessidade de atender cada vez mais as demandas de energia, água de boa qualidade e alimento tem colocado alguns paradigmas a serem vencidos, os quais se relacionam principalmente à questão ambiental e a disponibilidade de energia.

O biodigestor é um tanque protegido do contato com o ar atmosférico, onde a matéria orgânica é metabolizada por bactérias anaeróbias (que se desenvolvem em ambiente sem oxigênio). Nesse processo, obtêm-se como subprodutos o biogás, o biofertilizante e um efluente mineralizado. O processo de digestão anaeróbia (biometanização) consiste de um complexo de cultura mista de microorganismos, capazes de metabolizar materiais orgânicos



---

complexos, tais como carboidratos, lipídios e proteínas para produzir metano (CH<sub>4</sub>) e dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>) e material celular. A digestão anaeróbia, em biodigestores, provavelmente é o processo mais viável para conversão dos dejetos dos suínos em energia térmica ou elétrica. A geração do biogás, em biodigestores modelos indiano e chinês, foi muito incentivada na década de 80, principalmente nas pequenas propriedades produtoras de suínos.

A digestão anaeróbia, em biodigestores, provavelmente é o processo mais viável para conversão dos dejetos dos suínos em energia térmica ou elétrica, perdendo exclusivamente carbono na forma de CH<sub>4</sub> e CO<sub>2</sub> (diminuindo a relação C/N da matéria orgânica), o que resulta em um resíduo final melhor para uso como adubo orgânico em função da mineralização do nitrogênio e da solubilização parcial de alguns nutrientes. O biofertilizante, gerado pelos biodigestores, pode ser encarado como um benefício a mais já que pode substituir os adubos químicos usados em lavouras e pastagens.

A utilização dos biodigestores no meio rural tem merecido destaque devido aos aspectos de saneamento e geração de energia (térmica e elétrica), além de estimularem a reciclagem orgânica e de nutrientes. O biogás produzido pode ter o seu conteúdo energético aproveitado nos sistemas de produção de suínos e aves, em aquecimento, iluminação, geradores de energia elétrica e em motores para transporte de resíduos e do biofertilizante.

O sistema de produção de suínos em grande escala, ou seja, em confinamento, é originária do Sul do Brasil, esta atividade tem uma elevada produção de dejetos líquidos e sólidos, gerando problemas de manejo, armazenamento, distribuição e principalmente poluição ambiental (SEGANFREDO, 2000; KOZEN, 1983).

Para Konzen (1983) os dejetos suínos são compostos por fezes e urina, água dos bebedouros e de higienização, resíduos de ração, cabelos e poeira decorrentes do processo criatório. Os dejetos que os suínos produzem em certa fase da criação é fundamental no planejamento das instalações do biodigestor, pois de acordo com Dartora et al. (1998) a quantidade e qualidade dos dejetos são influenciados por fatores tais como: tamanho, sexo, raça e sistema de criação, além dos ambientais como a temperatura e umidade, dietético, conteúdo de fibra e proteína.

O biogás (metano) tem uma infinidade de aplicações, pode abastecer desde fogões domésticos até gerar energia elétrica. Com isso, ele reduz as necessidades de lenha no meio rural, evitando o desmatamento. Uma das grandes virtudes do biodigestor é converter o metano em gás carbônico. O metano causa impacto 21 vezes maior que o gás carbônico em termos de aquecimento global. A composição química e física dos dejetos também está relacionada ao manejo do esterco e da criação, principalmente ao desperdício de água e ração,

mostrando-se extremamente variáveis e de difícil comparação, pois nem sempre são relatadas as condições locais do empreendimento como clima,

No entanto vem se buscando alternativas de redução deste impacto ambiental, através da fermentação metanogênica, obtendo-se um fertilizante rico em nitrogênio, fósforo e potássio (OLIVEIRA, 1993; KONZEN, 1983; SEGANFREDO, 2000) e o biogás, produto energético que convertido em energia elétrica, pode contribuir para uma rápida amortização dos custos da tecnologia instalada (SEIXAS, 1980).

Segundo Oliveira (1993), a produção de dejetos líquidos por matrizes é de 27 litros por dia e por leitões é de 1,4 litros por dia, e a composição química média do resíduo líquido em suínos é de Nitrogênio total = 1,8 – 2,5),  $P_2O_5 = 1,2 - 2,1$  e  $K_2O = 0,8 - 1,5$ .

A composição média da mistura do biogás pode ser variável, como se observa na Tabela 1.

**Tabela 1** - Composição do Biogás

Composição do Biogás		
Componentes	Quantidades (em %)	
	Alves et al. (1980)	Oliveira (2002)
CH <sub>4</sub> (Metano)	54 a 70	55 a 70
CO <sub>2</sub> (Dióxido de carbono)	27 a 45	27 a 45
N <sub>2</sub> (Nitrogênio)	0,5 a 3	3 a 5
H <sub>2</sub> (Hidrogênio)	1 a 10	1 a 10
CO (Monóxido de carbono)	0,1	0,1
O <sub>2</sub> (Oxigênio)	0,1	0,1
H <sub>2</sub> S (Gás Sulfídrico)	Traços	Traços
H <sub>2</sub> O (Água)	Não cita	Não cita

Em relação à produção de biogás cada metro cúbico de biomassa em digestão pode produzir, em média, 0,64 m<sup>3</sup> de biogás dia<sup>-1</sup>, sendo necessários de 20 a 30 dias para uma boa digestão dos dejetos (KONZEN, 1983).

Oliveira (2002), comparando o valor calórico contido em 1m<sup>3</sup> de diversas fontes de energia, apresenta o valor de 5.155 kcal para o biogás (65-70% de CH<sub>4</sub>), 7.931 kcal para o metano, 9.293 kcal para o gás natural, 19.446 kcal para propano e 24.561 kcal para o butano.

O poder energético do esterco de suínos precisa ser considerado, pois 1 m<sup>3</sup> de esterco produz em torno de 0,5 m<sup>3</sup> de biogás e 1 m<sup>3</sup> de biogás é equivalente energético a 0,66 litros de diesel ou 0,70 litros de gasolina (OLIVEIRA, 1993).

Dados do IBGE (2006) revelaram que 1,14% das 6.892.500 propriedades rurais do Brasil não possuem eletrificação rural, ou seja, cerca de 500.000 pessoas não dispõem de energia elétrica, mesmo com o governo dando incentivos a construção de redes de distribuição para a eletrificação rural.

## **METODOLOGIA**

Esta pesquisa em função dos objetivos estabelecidos pode ser classificada como exploratória, pois consiste de um estudo de caso realizado em uma granja de criação de suínos, no Oeste do Estado do Paraná. A execução da pesquisa ocorreu em duas etapas. Na primeira etapa, foi feita uma análise da literatura disponível. Na Segunda etapa uma análise dos principais serviços disponibilizados pelo empreendimento rural, seja pelo testemunho histórico de fatos presenciados ou considerados importantes para a reconstrução do processo de investigação.

Para a concretização da investigação, a revisão de literatura de caráter qualitativo buscou analisar os conceitos e informações sobre suinocultura, para atender às necessidades da propriedade rural. Para Andaloussi (2004) a pesquisa ação busca diagnosticar uma situação, acompanhá-la, observá-la, conferir-lhe sentido, avaliando-a e incitando-a a desencadear novas ações. A pesquisa permite analisar uma situação importante, esclarecendo o significado do comportamento das diferentes ações, e também a participação direta do pesquisador.

Segundo Yin (2001), o método qualitativo é utilizado pelo pesquisador para que este tenha a sua percepção e, conseqüente, entendimento sobre os contextos histórico, social e cultural. Desta forma o pesquisador torna-se um narrador incontestado da realidade, e por meio de levantamento bibliográfico, faz a observação sobre o tema pesquisado.

O cruzamento das informações possibilita ao pesquisador um ajuste do tema, neste contexto, destaca-se o papel do pesquisador que não se contenta em apenas produzir o conhecimento, mas passa a interagir com os atores para produzir os resultados esperados na pesquisa.

## **IMPLANTAÇÃO DO BIODIGESTOR**

O projeto para tratamento dos dejetos gerados pela criação de suínos foi implantado pela granja em janeiro de 2008, sob a coordenação da Itaipu e da companhia de energia do Estado do Paraná. O projeto é um modelo de geração de energia elétrica a partir de biogás, tendo como um grande diferencial, a possibilidade de uma renda extra ao agricultor, que é viabilizado pela venda de energia elétrica gerada junto à unidade de consumidora. O projeto ganha uma dimensão maior devido a viabilidade do produtor em aderir à venda de créditos de carbono, através do Mecanismo de Desenvolvimento Limpo (MDL), previsto no protocolo de Kyoto e que segundo o proprietário “Com esse sistema, a gente está demonstrando que é

possível proteger o meio ambiente e ainda ter um retorno econômico”.

A granja cria em média 3 mil suínos no regime de engorda. Os dejetos gerados pelos suínos que antes corria a céu aberto e contaminava o rio, foi canalizado por tubos de PVC com diâmetro mínimo 150mm para uma caixa de homogeneização de fluxo, e que vão ao biodigestor, com este projeto diminuiu a quantidade de água usada, pois o projeto prevê a mínima utilização de água na limpeza das baias, e raspagem periódica dos dejetos acumulados no piso compacto.

A lagoa anaeróbica com 2,00 metros de profundidade, com paredes revestidas de concreto serve de base ao biodigestor. O depósito de biogás é coberto com vinimanta de PVC, com espessura de 1 mm, o biodigestor hermeticamente lacrado não permite ausência de O<sub>2</sub>, a introdução dos dejetos de suínos na lagoa inicia-se o processo de fermentação anaeróbia e a produção do Biogás.

A granja tem a capacidade produzir 36 mil litros/dia de dejetos a serem tratados, com uma produção diária de 800m<sup>3</sup> de gás, valor adequado ao funcionamento do biodigestor.

O Biogás gerado se acumula no interior do biodigestor e, a partir de uma tubulação com 60 mm, conduz o gás até o motor a combustão, adaptado para funcionar com Biogás, antes do mesmo ser utilizado pelo motor foi instalado um sistema de filtro, com limalha de ferro no seu interior, para a remoção de H<sub>2</sub>S, entre o biodigestor e o conjunto gerador de eletricidade.

Um motor de veículo Santana AP 2000, acoplado a um motor elétrico assíncrono, gera 30 kWh de energia. O sistema elétrico que faz com que o motor gere eletricidade é conhecido como economizador de energia e conta com sistemas de segurança que desligam os motores em caso de qualquer adversidade verificada na rede elétrica. O motor é ligado em média das 06:00horas às 22:00horas.

A energia gerada pelo biodigestor é distribuída na rede interna da granja, que, por sua vez, está ligada à rede da concessionária de energia. A granja consome entre 60% à 70% da energia gerada, quando o motor está funcionando e não atende ao consumo de energia, a rede da concessionária fornece a energia deficitária. Quando existe excedente de energia, a mesma é repassada a rede da concessionária. Todo esse movimento de energia é registrado pelo medidor, que avança ou retorna na leitura, conforme o fluxo de energia, enviando ou recebendo.

O motor fornece energia mecânica para o gerador que está acoplado a ele. Esse gerador transforma a energia mecânica em energia elétrica. A vantagem do gerador em sincronismo com a rede está no fato de que, para o mesmo produzir energia, a rede deve estar

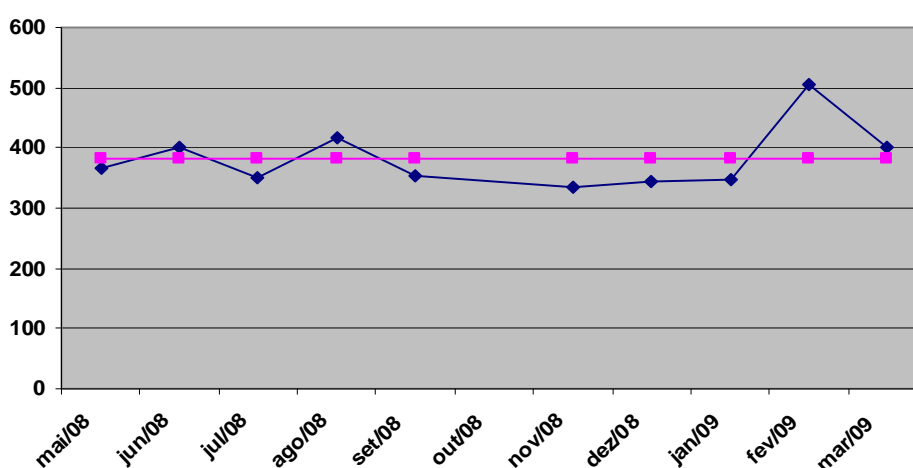
energizada e a energia é produzida na mesma frequência, o que permite ser disponibilizada na rede da concessionária local sem prejuízo técnico para o sistema.

O controle de entrada e saída de energia pode ser feito pelo medidor da concessionária, sendo que quando o circuito secundário recebe energia ele registra o consumo. Quando a rede secundária fornece energia, o medidor marca a saída da energia girando em sentido contrário, isso acontece para o caso de medidores do tipo eletromecânico (Zago, 2003). Portanto, o produtor que dispuser desta tecnologia pode produzir a energia necessária para seu consumo e também fornecer energia para a concessionária. A concessionária pode se beneficiar, desde que ficasse acordado que o agricultor coloque o sistema em operação nos horários desejados, como nos de pico.

## ANÁLISE DOS RESULTADOS

A energia elétrica na propriedade rural destina-se à produção agropecuária e ao consumo residencial, Importante uma análise no sistema elétrico instalado, um transformador de 45 kVA, disjuntor de 150A, ligado em 220Volts. A maior demanda de energia é nos meses de safra em função da colheita de milho e nos meses de verão com a entrada em operação do sistema de ventilação dos aviários e suínos.

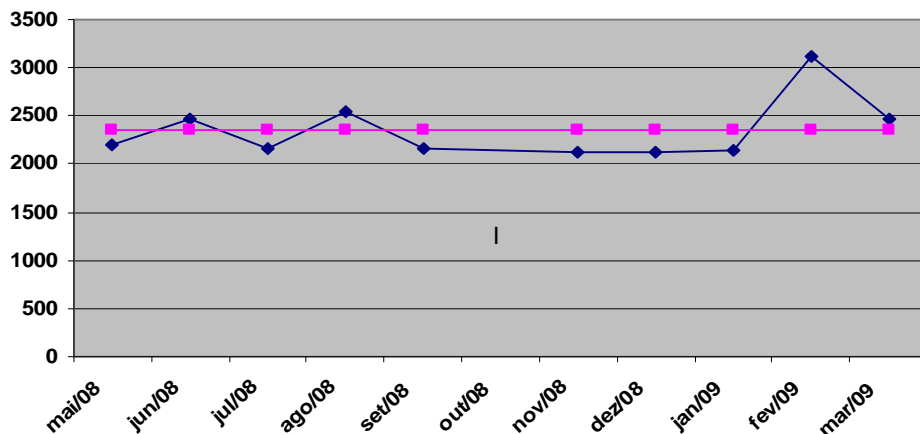
Importante salientar que o consumo refere-se ao registro do quanto de energia elétrica foi consumida durante determinado período. Na fatura que o consumidor recebe da concessionária, a energia é considerado o cálculo do período mensal e este é expresso em kWh (quilo watts hora).



**Gráfico 1** – Consumo de energia (kWh) antes da instalação do Biogás

Análise do período de maio/2008 à março/2009 perfazendo um total de 11 (onze) meses antes da instalação do biogás na propriedade, mostra que a demanda de energia elétrica

variou entre 2125kWh/mês até 3123kWh/mês, na média o consumo de energia da propriedade foi de 2354kWh/mês.

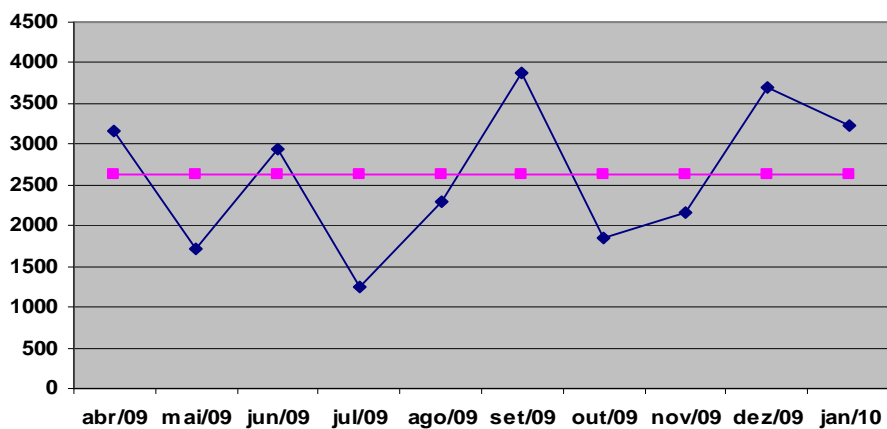


**Gráfico 2** – Consumo de energia (R\$) antes da instalação do Biogás

Percebe-se no gráfico 2 que a propriedade rural teve um gasto com energia no período de maio/2008 à março/2009 variando entre R\$ 335,28 à R\$ 506,57 com um valor médio de R\$ 382,27.

Após a instalação do biodigestor, nota-se as diversas mudanças. A mais relevante delas é a diminuição dos odores nas propriedades e cercanias, por dois motivos:

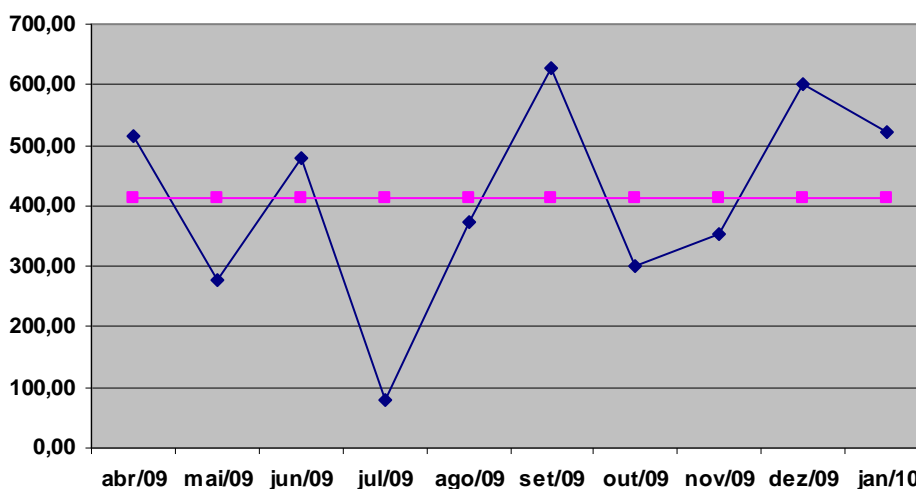
- a) Após a passagem dos dejetos pelo biodigestor, os mesmos não apresentam mais odores;
- b) Os dejetos devem chegar o mais rápido ao biodigestor (eficiência na fermentação), e isto, faz com que a instalação seja higienizada todos os dias, reduzindo os odores oriundos do criatório.
- c) O biofertilizante tem concentração maior de nutrientes, segundo Santos (1995) tem ainda o poder fungistáticos, inseticida, repelente, bacteriostático e ação fitormonal.



**Gráfico 3** – Consumo de energia (kWh) após a instalação do Biogás

Com o biodigestor em funcionamento conforme gráfico 3, a propriedade rural passou a produzir energia elétrica para o seu consumo, e o excedente é vendido a concessionária de energia do Estado do Paraná. No período de abril/2009 à janeiro/2010 a propriedade rural vendeu em média 2354,4kWh/mês.

O aumento da demanda impulsiona outros produtores a investirem na geração de energia como atividade complementar dentro da estrutura produtiva das granjas. Sendo, portanto, mais uma fonte de renda. Outra vantagem é que a energia produzida na granja de suíno não depende de linhas de transmissão e já entra direto na rede distribuidora com os níveis adequados de tensão.



**Gráfico 4** – Consumo de energia (R\$) após a instalação do Biogás

A redução nos gastos com energia da propriedade rural é uma das vantagens citadas. Entre os meses de abril/2009 a janeiro/2010, já no período pós-instalação do biodigestor, a propriedade rural passou a receber em média R\$412,235 pela venda de energia elétrica a concessionária.

Os resultados poderiam ser melhores, porém alguns imprevistos impediram que o sistema de funcionasse por longo período, o exigiu uma manutenção corretiva no sistema.

Importante salientar, ainda, que existe certa dificuldade de analisar os dados de consumo de energia, já que as leituras da distribuidora são feitas trimestralmente, e pelo não funcionamento do sistema, em alguns períodos.

## CONCLUSÃO

A experiência implantada na propriedade rural pesquisada está funcionando há (01) um ano, e já motivou alterações para melhor funcionamento e aproveitamento do gás, com

transformações no motor e no sistema de distribuição e medição de energia nas diferentes atividades da propriedade, tais como: granja de suínos, armazenagem, agroindústria e residências.

Os principais empecilhos da experiência residem, principalmente, no elevado custo de instalação e manutenção do motor e do biodigestor, a vida útil do motor, que é prejudicada sensivelmente pela corrosão gerada pelo gás sulfídrico. Os valores limitam, principalmente, o número de propriedades nas quais a instalação se viabiliza para a geração de energia elétrica.

A possibilidade de venda de créditos de carbono também pode, no futuro, vir a ser uma alternativa de melhorar a rentabilidade da suinocultura, já que os biodigestores são uma das melhores e mais rentáveis opções para venda de créditos de carbono, em função do poder poluente do metano e do óxido nitroso.

O uso da tecnologia de biodigestores em propriedades rurais, além ser uma extraordinária opção para tratar os dejetos gerados pelas atividades, torna-se economicamente viável quando o biogás e biofertilizante são utilizados adequadamente.

Os custos de produção de biogás encontrados estão diretamente relacionados à quantidade de biogás que se produz e ao investimento destinado à construção do biodigestor. O tempo de retorno do investimento torna-se atrativo com a intensificação do uso do sistema, porém o retorno do investimento está diretamente relacionado a tarifa de energia elétrica que é cobrada do produtor rural.

O tempo de retorno do investimento é menor se a economia proporcionada pelo uso do biofertilizante como fonte de nitrogênio para adubação de pastagens ou lavouras, também for considerada.

Buscar a sustentabilidade energética das propriedades familiares, em meio às crises energética e econômica das propriedades agrícolas, pode ser mais um caminho para reduzir a dependência que tem caracterizado a agricultura nas últimas décadas.

Entre os pontos fortes estão a redução de gastos com energia elétrica, lenha, melhoria na limpeza interna da granja, redução de odores, menor quantidade de vetores (principalmente moscas), redução nos microorganismos patogênicos e os efeitos benéficos do uso do Biofertilizante na agricultura.

## **REFERÊNCIAS**

ANDALOUSSI, K. EL. **Pesquisas-Ações: ciência, desenvolvimento, democracia.** São Paulo: Edufscar, 2004.



---

ARAUJO, Massilon J. **Fundamentos de agronegócios**. 2. ed. São Paulo: Atlas, 2005

ARAÚJO, N.B.; WEDEKIN, I.; PINAZZA, L.A. **Complexo Agroindustrial: o agrobusiness brasileiro**. São Paulo: Agroceres., 1990, 238p.

BATALHA, M. O. (Coord.). **Gestão Agroindustrial**. GEPAI: Grupo de Estudos e Pesquisas Agroindustriais. São Paulo: Atlas, 1997.

BELLAVER, Cláudio. **Pesquisa, desenvolvimento, inovação para o empreendedorismo no agronegócio**. Palestra apresentada no SAPIA/Adisseo, São Paulo, 23 de maio de 2006 Disponível em: [www.cnpsa.embrapa.br/down.php?tipo=palestras&cod\\_arquivo=25](http://www.cnpsa.embrapa.br/down.php?tipo=palestras&cod_arquivo=25) Acesso em: 11 maio 2007.

BRASIL, Presidência da República. Casa Civil. Lei No.10.973 de 2/12/2004 - Lei da inovação. **Diário Oficial da União**, Brasília, n.232, 3 dez. 2004. Disponível em: [https://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/\\_Ato2004-2006/2004/Lei/L10.973.htm](https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_Ato2004-2006/2004/Lei/L10.973.htm) Acesso em 12 fev. 2008.

CARRION, R. M. Restruturação produtiva, organização e gestão do trabalho na indústria petroquímica: estudo no complexo petroquímico do Rio Grande do Sul. In: ENCONTRO NACIONAL, 5. Associação Brasileira de Estudos do Trabalho. 2005, Disponível em: <http://www.race.nuca.ie.ufrj.br/abet/venc/artigos/38.pdf> Acesso em: 18 maio 2007.

CHIAVENATO, I. **Administração: teoria, processo e prática**. São Paulo: McGraw-Hill, 1985, 381p.

DARTORA, V.; PERDOMO, C.C.; TUMELERO, I.L. **Manejo de dejetos de suínos**. Porto Alegre: EMATER/RS, 1998, 41p. (Boletim Informativo Pesquisa- EMBRAPA Suínos e Aves/Extensão EMATER/RS).

EMBRAPA, Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. **Projeto de implantação do desenvolvimento sustentável no plano plurianual 2000 à 2003: Análise de gestão e política pública em C&T**. Secretária de gestão e estratégia Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. escrito por Marlene de Araújo em 2005.

FERNANDES, B. M. **Cercas do latifúndio: agronegócio é o novo nome fantasia da agricultura capitalista, que tenta modernizar sua imagem, mas reforça a exploração e concentração de terra** - 20/05/2005. Disponível em [www.planetaportoalegre.net](http://www.planetaportoalegre.net). Acesso em 10 maio 2007.

IBGE, Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística, Net, Brasília, **censo 2001**. Disponível em: [http://www.ibge.gov.br/brasil\\_em\\_sintese/tabelas/habitacao.htm](http://www.ibge.gov.br/brasil_em_sintese/tabelas/habitacao.htm). Acesso em 24 jul. 2003.

KONZEN, E.A. **Avaliação quantitativa e qualitativa dos dejetos de suínos em crescimento e terminação, manejados em forma líquida**. 1980. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) Escola de Veterinária. Universidade Federal de Minas Gerais. Belo Horizonte.

KONZEN, E.A. **Manejo e utilização dos dejetos de suínos**. Concórdia: EMBRAPA/CNPSA, 1983, 36p.(EMBRAPA Suínos e Aves, Circular Técnica, 6).

OCDE-MANUAL DE OSLO. **Proposta de diretrizes para coleta e interpretação de dados sobre inovação tecnológica.** Finep – tradução português, 2004

OLIVEIRA, P.A, Programas eficientes de controle de dejetos na suinocultura, In: I CONGRESSO LATINO AMERICANO DE SUINOCULTURA, 143-158, 2002, Foz do Iguaçu. **Anais...**Concórdia: EMBRAPA – Suínos e aves.

REIS, D. R. **Gestão da inovação tecnológica.** Barueri: Manole, 2004.

RUFINO, José L.S. Origens e conceitos do agronegócio. **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte: Epamig, v.20, n. 199, jul./ago. 1999.

SANTOS, A C. V. dos. **Biofertilizante líquido:** o defensivo agrícola da natureza. 2 ed. rev. Niterói, EMATER-RIO, 1995

SCOLARI, D. **A inovação tecnológica comprometida.** 2006. Disponível em: [www.portaldoagronegocio.com.br/index](http://www.portaldoagronegocio.com.br/index) Acesso em: 09 maio 2007.

SEGANFREDO, M.A. **Análise dos riscos de poluição do ambiente, quando se usa dejetos de suínos como adubo no solo.** Concórdia: EMBRAPA/CNPISA, 2000. (EMBRAPA Suínos e Aves, Comunicado técnico, 268).

TORESAN, Luiz. **Marketing e agribusiness.** Disponível em: [www.ufsc.com](http://www.ufsc.com). Acesso em: 26 abr. 2007.

YIN, R. K. **Estudo de caso:** planejamento e métodos. 3. ed. Porto Alegre: Bookman Campanha, 2001.

ZYLBERSZTAJN, D. Conceitos gerais, evolução e apresentação do sistema agroindustrial. In: ZYLBERSZTAJN, D.; FAVA NETO, M. (org.). **Gestão dos negócios agroalimentares:** Indústria de alimentos, indústria de insumo, produção agropecuária. São Paulo: Pioneira, 2000 .