

## Diagnóstico ambiental em torno da suinocultura na bacia do Rio Toledo e identificação do potencial econômico dos dejetos

Janaina Damovich<sup>1</sup>  
Camilo Freddy Mendoz a Morejon<sup>2</sup>  
Weimar Freire da Rocha Jr<sup>3</sup>  
Tercília Ferandin Honório<sup>4</sup>

**Resumo:** O presente trabalho tem como objetivo verificar o potencial poluidor e sua relação com o potencial econômico resultante da atividade ligada a suinocultura. Para tanto, a metodologia utilizada teve como base a descrição qualitativa das propriedades contempladas na bacia hidrográfica do Rio Toledo, desde a sua nascente até o ponto de captação de água da SANEPAR. O procedimento técnico contemplou pesquisa documental junto ao Instituto Ambiental do Paraná (Toledo/PR), pesquisa bibliográfica, coleta de dados de campo e desenvolvimento de um banco de dados. Os dados foram atualizados até julho de 2007 e foram consideradas as seguintes informações: número de produtores de suínos; tipo de sistema de produção; plantel de suínos existentes em cada sistema de produção; localização e licenciamento ambiental. Pode-se com estes dados desenvolver um mapa temático visando o diagnóstico ambiental, tendo como base a qualificação e quantificação das propriedades que possuem licenciamento ambiental (55%), da produção de resíduos, sua forma de descarte, aproveitamento e destino final. Ao mesmo tempo esse diagnóstico permitiu a identificação do potencial de geração de resíduos (31834,57m<sup>3</sup>/ano) e sua relação com o potencial econômico dos dejetos da suinocultura (\$us 86234,15 por ano). Desta forma, por meio de uma gestão otimizada desses resíduos poder-se-á contribuir com a questão ambiental, econômica e social da região em estudo.

**Palavras-chave:** Rio Toledo, suinocultura, dejetos, potencial econômico.

**Abstract:** This paper objective to verify the potential pollution and its relationship with economic potential resultant of the swine activity. For so much, the methodology used had as base the qualitative description of the properties contemplated in hidrographical microbaisn to the Toledo river, from the nascent point of the collect of the water by SANEPAR. The procedure technical contemplated documental research in Environmental Institute of Paraná (IAP/Toledo/PR), researches bibliographical, it collects of field data and development of a database. The data were even up-to-date July of 2007 and the following information were considered: number of producing of pigs; type of production system; flock of the swine in each production system; location and environmental licensing. It cannot him with these data to develop a thematic map seeking the environmental diagnosis, tends as base the qualification and quantification of the properties that possess environmental licensing (55%), of the production of residues, form of discards, use and final destiny. At the same time

---

<sup>1</sup> Unioeste. Endereço eletrônico: [janaina.vich@hotmail.com](mailto:janaina.vich@hotmail.com).

<sup>2</sup> Unioeste. Endereço eletrônico: [camilo@unioeste.br](mailto:camilo@unioeste.br).

<sup>3</sup> Unioeste. Endereço eletrônico: [wrocha@unioeste.br](mailto:wrocha@unioeste.br).

<sup>4</sup> Unioeste. Endereço eletrônico: [terciliasr@iap.pr.gov.br](mailto:terciliasr@iap.pr.gov.br).

that diagnosis allowed the identification of the potential of generation of residues (31834,57m<sup>3</sup>/year) and its relationship with the economic potential of the dejections of the suinocultura (\$ 86234,15 a year). this way, by means of an administration otimizada of those residues it can be contributed with the environmental, economic and social subject of the area in study.

**Key-Words:** River Toledo, swine culture, dejections, economic potential.

## **Área I – Desenvolvimento Econômico e Meio Ambiente Paranaense**

## **1 – Introdução**

A suinocultura é uma atividade que vem se destacando na economia brasileira, no entanto é necessário melhorar o processo de produção, industrialização e manejo dos dejetos produzidos, uma vez que, são altamente poluentes e causam danos ao meio ambiente (MOREJON, et al. 2003)

Segundo o IBGE (2005) o rebanho suinícola nacional atingiu mais de 34 milhões de cabeças, essa produção representa uma quantidade excessiva de dejetos causadores de problemas no solo, sub-solo, nos recursos hídricos e também na atmosfera por conta da geração dos gases de efeito estufa. No caso do Estado do Paraná a maior produção de suínos se concentra na região Oeste, especificamente no município de Toledo/PR que segundo o IBGE (2005) a produção foi 383.026 cabeças. Com relação a questão operacional, existem alguns requisitos básicos para a implementação desta atividade, principalmente, a disponibilidade de água e a existência de declive no terreno. Estas características justificam a escolha de locais próximos das áreas de preservação permanente e próximo dos rios, riachos e córregos fazendo com que as qualidades ambientais próximo a esta atividade sejam comprometidas e o Rio Toledo, responsável pelo abastecimento de água (cerca de 40%) para a população de Toledo é um exemplo deste cenário. Neste contexto, justifica-se a importância do diagnóstico ambiental da suinocultura em torno da Bacia do Rio Toledo e também a identificação do potencial econômico dos resíduos orgânicos (MOREJON, 2007) em particular dos dejetos de suínos. Esses dados devem servir de base para subsidiar outros estudos que visem o desenvolvimento e proposição de métodos, processos e tecnologia alternativa com características sustentáveis que contribuam com a minimização da problemática ambiental resultante desta atividade.

## **2 – Referencial Teórico**

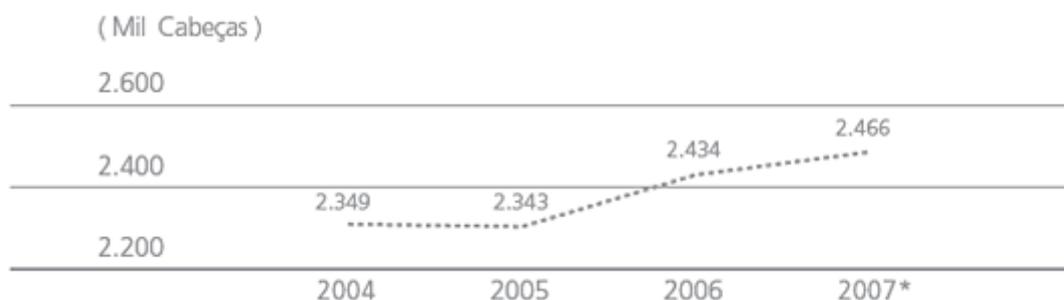
### **2.1 – Importância da Suinocultura**

Conforme a ABIPECS (2006), a suinocultura em 2006 teve a influência dos focos de febre aftosa e a oferta das outras carnes a preços baixos, com tudo no final a situação foi bem mais confortável do que se projetava. Apesar do aumento da

oferta de carne suína e dos estoques, a queda de 15,5% nos volumes exportados foi, em parte, compensada pelo aumento de 12,4% das vendas no mercado interno.

A produção que havia retomado o processo de recuperação em 2005 manteve a sua trajetória de expansão em 2006. Essa tendência persiste para 2007, sustentada pelos investimentos em reformas das instalações das propriedades, pelas ampliações industriais e pela construção de novas granjas e modernas fábricas. Também deram suporte a expansão da produção, os investimentos em garantia da sanidade, na redução do impacto ambiental, na segurança alimentar e no bem-estar animal. A Figura 1 ilustra a evolução das matrizes suínas alojadas no Brasil correspondentes ao período de 2004 a 2007

**Figura 1 - Evolução das matrizes suínas alojadas no Brasil (2004 a 2007)**

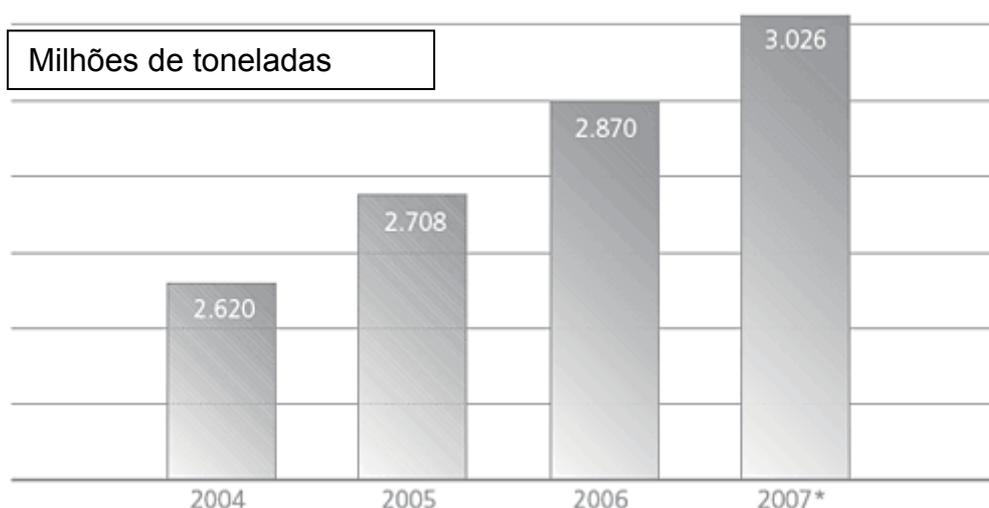


Fonte: ABIPECS, Sips, Sindicarne-SC, Sindicarne-PR, Abcs, Embrapa.

\* Estimativa.

A produção nacional de carne suína, conforme Figura 2, teve um aumento de 3,3% de 2004 a 2005 (88 mil toneladas a mais de que 2004). A produção manteve o aumento de 5,98% de 2005 a 2006 (162 mil toneladas a mais de que 2005) e de 2006 a 2007 o aumento foi de 5,43%, um pouco menor do que no período anterior. Influenciaram no aumento da produção as mudanças nos sistemas produtivos para sítios, o aprimoramento da gestão nas granjas, a otimização do manejo, a alimentação e a sanidade dos plantéis. Estes fatores influenciarão a produção de 2007, estimada para superar os 3,0 milhões de toneladas (ABIPECS, 2006).

**Figura 2 - Brasil: Produção de carne suína 2004-2007 (milhões de toneladas)**



Fonte: ABIPECS (2007), Sips, Sindicarne-SC, Sindicarne-PR, Abcs, Embrapa.

\* Estimativa

Com relação à exportação (Tabela 1), no primeiro semestre de 2007, o Brasil exportou 281 mil toneladas de carne suína (receita de US\$ 548,7 milhões).

**Tabela 1 – Exportação brasileira de carne suína 2006 - 2007**

Semestre	Mês	Tonelada	US\$ Mil
1º semestre de 2006	Jan	36.305	66.599
	Fev	37.591	68.411
	Mar	25.465	41.404
	Abr	28.850	57.068
	Mai	46.487	98.541
	Jun	37.083	78.092
	<b>Total</b>		<b>211.781</b>
2º semestre de 2006	Jul	39.386	78.995
	Ago	68.048	134.791
	Set	52.076	101.724
	Out	60.483	124.267
	Nov	52.535	103.392
	Dez	43.886	83.903
	<b>Total</b>		<b>316.414</b>
1º semestre de 2007	Jan	38.110	73.127
	Fev	36.754	67.261
	Mar	43.733	79.571
	Abr	61.614	121.731
	Mai	50.477	101.071
	Jun	50.339	106.010
	<b>Total</b>		<b>281.027</b>
<b>Total</b>		<b>809.222</b>	<b>1.176.253,12</b>

Fonte: ABIPECS – Associação Brasileira Ind Prod Exp Carne Suína (2007)

O volume supera a produção do mesmo período em 2006 em 33,17%, mesmo que nos primeiros meses de 2007 a produção tenha sido 35.39 toneladas a menos que no segundo semestre de 2006, nos últimos meses vem se recuperando. Toda a produção do ano de 2006 a 2007 girou em torno de 809.222 toneladas de carne suína (receita de US\$ 1.176.253,12 bilhões), isto fez com que a suinocultura se torne numa atividade geradora de empregos e divisas para o Brasil em todos os segmentos da sua cadeia produtiva, ocupando uma posição de destaque na economia nacional (AGIPECS, 2007).

## **2.2 – Bacia Hidrográfica do Paraná**

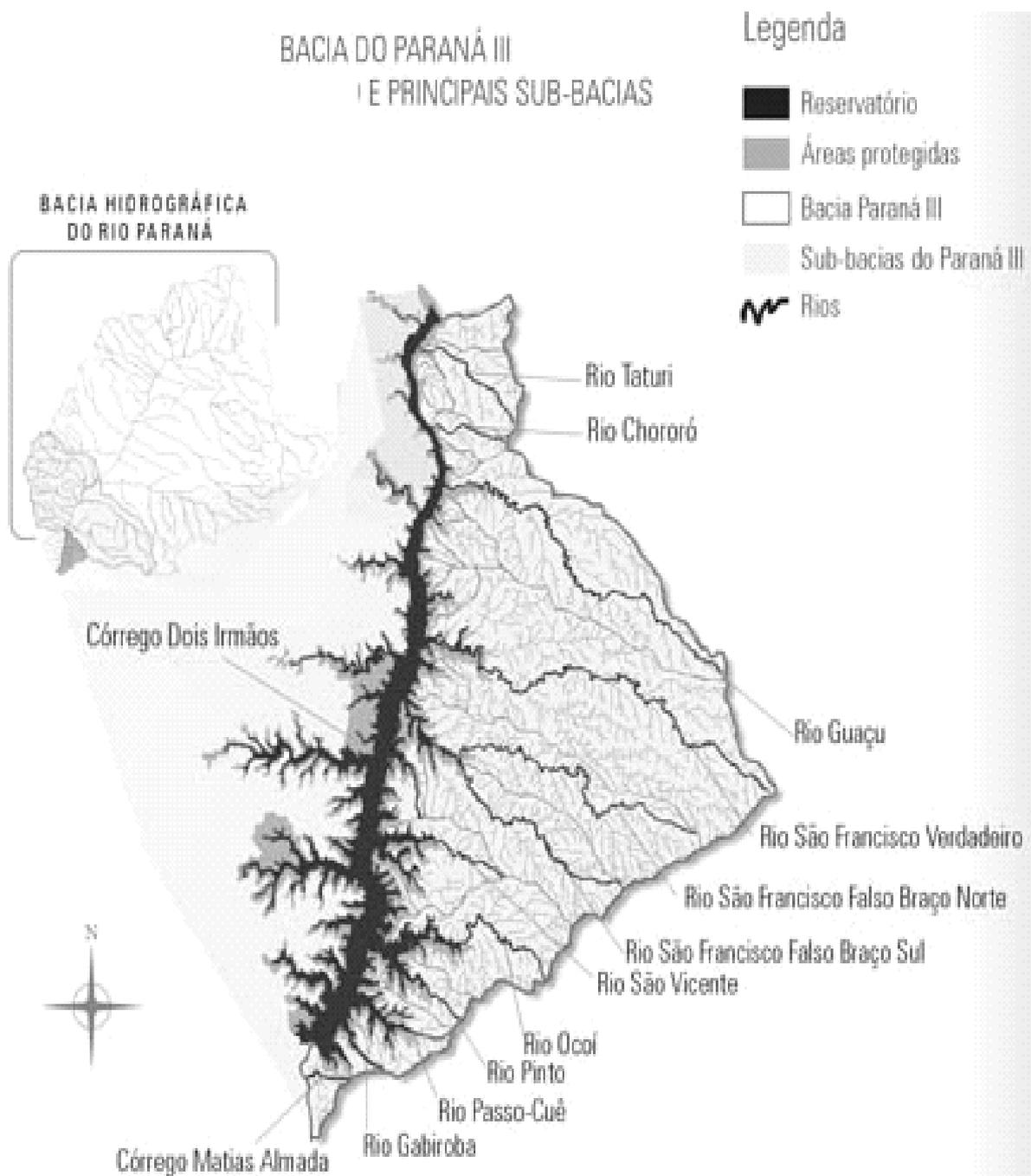
De acordo com ROESLER (2002) a Bacia Hidrográfica é descrita como uma unidade de planejamento integrada em sua concepção de gestão de recursos hídricos no meio ambiente. É espaço que recolhe a água das precipitações pluviais, de acordo com as características fisiográficas e ecológicas do solo, armazenando e distribuindo as águas. Bacias hidrográficas têm papel primordial na sobrevivência do homem no planeta e orientam os programas e projetos ambientais.

As bacias hidrográficas do Paraná são formadas por 16 bacias a seguir: Cinzas, Iguaçu, Itararé, Ivaí, Litorânea, Paraná I, Paraná II, Paraná III, Paranapanema I, Paranapanema II, Paranapanema III, Paranapanema IV, Piquiri, Pirapó, Ribeira e Tibagi (SEMA, 2006).

A área de abrangência da bacia hidrográfica do Paraná III (Figura 3) corresponde à totalidade da área de drenagem dos afluentes pertencentes ao território paranaense que lançam suas águas diretamente no Rio Paraná (Reservatório de Itaipu), perfazendo uma área de 8.389 km<sup>2</sup> (ROESLER, 2002).

A qualidade e a quantidade das águas são reflexos das atividades humanas existentes na bacia. Todas as atividades realizadas na bacia por propriedades rurais, industriais, cidades e também o desmatamento, vegetação existente, tipo de solo e a sua forma de uso, o relevo refletem na qualidade de água do rio.

**Figura 3 – Bacia Hidrográfica do Rio Paraná III**



Fonte: [http://www.achetudoeregiao.com.br/PR/rio\\_parana.htm](http://www.achetudoeregiao.com.br/PR/rio_parana.htm)

A malha hidrográfica principal do Município de Toledo é formada por seis bacias que deságuam no Lago de Itaipu, representadas pelos rios Toledo, São Francisco, Dezoito de Abril, Santa Quitéria, Arroio Guaçu e Arroio Marreco (MUNICÍPIO DE TOLEDO, 2001).

A bacia hidrográfica do Rio Toledo (FUNTEC, 1992) abrange uma área de aproximadamente 97,0 Km<sup>2</sup>, no Oeste do Estado do Paraná. Situa-se entre os

paralelos 24°43' e 24°47' de latitude Sul e os meridianos 53°33' e 53°45' de longitude Oeste. O talvegue (canal principal do rio) do rio apresenta em seu desenvolvimento uma extensão aproximada de 27,0 Km, apresentando como cotas máxima e mínima, respectivamente, 610 e 440m.

O Rio Toledo nasce entre São Luiz do Oeste e Linha Gramado, sua foz é o Rio São Francisco a bacia de influência do Rio Toledo e: Sanga Perdida, Sanga Golondrina, Sanga Guarani, Sanga Manaus, Sanga Pinheirinho, Sanga Capellari, Sanga Lajes (MUNICÍPIO DE TOLEDO, 2001).

A Resolução CONAMA N° 357/2005 dispõe sobre a classificação dos corpos de água e diretrizes ambientais para o seu enquadramento, bem como estabelece as condições e padrões de lançamento de efluentes, visa controlar o lançamento no meio ambiente de poluentes, proibindo o lançamento em níveis nocivos ou perigosos para os seres humanos e outras formas de vida, o enquadramento dos corpos de água deve estar baseado não necessariamente no seu estado atual, mas nos nível de qualidade que deveriam possuir para atender às necessidades da comunidade, a saúde e o bem-estar humano, bem como o equilíbrio ecológico aquático, não devem ser afetados pela deterioração da qualidade das águas.

Considerando que o controle da poluição está diretamente relacionado com a proteção da saúde, garantia do meio ambiente ecologicamente equilibrado e a melhoria da qualidade de vida, levando em conta os usos prioritários e classes de qualidade ambiental exigidos para um determinado corpo de água na Resolução CONAMA N° 357/2005 no art. 1° dispõe sobre a classificação e diretrizes ambientais para o enquadramento dos corpos de água superficiais, bem como estabelece as condições e padrões de lançamento de efluentes.

Segundo a Resolução N°357, art. 32 nas águas de classe especial é vedado o lançamento de efluentes ou disposição de resíduos domésticos, agropecuários, de aquicultura, industriais e de quaisquer outras fontes poluentes, mesmo que tratados, sendo as águas doces de classe especial.

### **2.3 – Licenciamento Ambiental das Diversas Atividades Poluidoras Segundo as Normas do IAP**

O licenciamento ambiental é a conformidade legal da empresa ou atividade com a validade e condições das licenças ambientais é ponto fundamental para o seu enquadramento no aspecto legal da gestão ambiental, além disso, traz economia e

tranquilidade ao produtor, ou seja, é a garantia para a instalação correta da empresa (IAP, 2006).

A licença ambiental é a política nacional do meio ambiente, que visa prevenir e corrigir distorções ligadas à área ambiental, visando o desenvolvimento sustentável e harmônico da questão do meio ambiente neste ambiente envolvido o próprio ser humano, garantindo que as atividades tenham um mínimo de critérios que permitam a produção sustentável conceptível com a conservação ambiental e convivência social.

O licenciamento ambiental é dividido em três fases, licença prévia, licença de instalação e licença de operação.

a) Licença Prévia (LP) - A Licença Prévia é requerida e concedida antes da elaboração do projeto é necessária para avaliar se o empreendimento é viável ambientalmente no local proposto. A concessão da licença prévia se dará pelo prazo máximo de 2 (dois) anos, a critério do IAP, e conterá os requisitos básicos a serem atendidos nas fases de localização, instalação e operação.

b) Licença de Instalação (LI) - A Licença de Instalação é solicitada com a entrega do projeto e é concedida se este projeto estiver de acordo com a legislação e os critérios ambientais. Ela garante que as medidas de controle ambiental foram consideradas no projeto, é a fase de análise do projeto e do empreendimento. A licença de instalação dá direito à implantação do empreendimento na área solicitada e aprova os sistemas de controle ambiental.

c) Licença de Operação (LO) - A Licença de Operação é solicitada e concedida após a conclusão das obras ou instalação da atividade, ela autoriza sua operação depois de verificada a compatibilidade com o projeto aprovado e garante que as medidas de controle que constam nas licenças anteriores sejam cumpridas na operação. Sua concessão se dará pelo prazo de 2 a 10 anos, a critério do IAP, sujeita a renovação.

## **2.4 – Produção de dejetos**

A produção de dejetos tem variação conforme a categoria que o suíno pertence. Segundo SGANZERLA (1983) em média, cada quilograma de animal produz 19 gramas de esterco em 24 horas. Para conhecer a quantidade de esterco/dia, basta multiplicar o peso do animal vivo por 0,019. Por exemplo, um

suíno de 120 kg produz por dia 2.28 kg/dia de esterco. Para efeitos de comparação na Tabela 2 se apresenta a produção de dejetos de diversas fontes.

**Tabela 2 – Produção média diária de esterco por animal adulto**

<b>Animal</b>	<b>Produção Dejeito/Dia</b>
Bovino	10.00 kg.
Suíno	2.25 kg.
Galinha	0.18 kg.
Ovino	2.80 kg.
Eqüino	10.00 kg.
Humano	0.40 kg.

Fonte: SGANZERLA (1983).

Segundo o MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE (2004), no projeto de controle da contaminação ambiental decorrente da suinocultura no Estado do Paraná (PNMA II), a quantidade de dejetos produzidos varia conforme a categoria dos animais, tipo de alimentação, quantidade de água e tipo de manejo adotado. Os dados da Tabela 3 apresentam a produção de dejetos por categoria.

**Tabela 3 – Produção de dejetos por categoria**

<b>Categoria</b>	<b>Esterco (kg/dia)</b>	<b>Esterco + Urina (kg/dia)</b>	<b>Dejetos Líquidos (l/dia)</b>
25 – 100 kg	2.30	4.90	7.00
Porcas Reposições Cobrição (Cobertura) e Gestantes	3.60	11.00	16.00
Porcas em Lactação com Leitões	6.40	18.00	27.00
Macho	3.00	6.00	9.00
Leitões	0.35	0.95	1.40
Média	2.35	5.80	8.60

Fonte: Tietjen (1996), Committee of National Pork Producers Council (1981), Loehr (1974), Sancevero et al. (1979) e Konzen (1998).

## **2.5 – Tratamento dos dejetos**

Segundo o MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE (2004), no PNMA II, existem algumas formas de tratamento de dejetos disponíveis, no qual são divididas em dois sistemas de tratamento: tratamento primário, ou preliminar e tratamento secundário.

Tratamento primário, ou preliminar - é a primeira fase do sistema de tratamento cujo principal objetivo é o de remover os sólidos componentes nos dejetos, separando-os e liberando os líquidos para o tratamento em tratamento

secundário. No Quadro 1 apresentam-se as características e eficiência dos sistemas destinados para o tratamento dos dejetos.

**Quadro 1 - Característica e eficiência dos sistemas destinados para o tratamento dos dejetos no sistema de tratamento primário**

Processo	Características	Eficiência
1. Decantação	É o mais simples, não exigem fontes de energia elétrica. Baseado no aproveitamento da característica velocidade de sedimentação dos sólidos dos dejetos suínos, a partir de um tempo de detenção dos dejetos brutos em um dispositivo - decantador, cujas características construtivas induzem, ou facilitam a sedimentação.	Sedimentáveis: entre 40-70% Suspensos: zero
2. Peneiramento	Com exceção das peneiras estáticas, as demais exigem fontes de energia elétrica, motores. Baseado na retenção dos sólidos em peneiras com malha suficiente para reter os sólidos. Quanto mais fina a malha, maior a dependência de acionamento elétrico.	Sedimentáveis: em torno de 35% Suspensos: zero
3. Centrifugação	Separaram as diversas granulometrias dos sólidos, por força centrífuga.	Sedimentáveis: 90% Suspensos: 60%
4. Coagulação / floculação	Promovem a separação dos sólidos através da adição de agentes químicos, coagulantes e floculantes, previamente dosados em função das características e volumes dos materiais a tratar.	Sedimentáveis: 90% Suspensos: 90%

Fonte: MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE (2004) – PNMA II.

Tratamento secundário: o tratamento secundário é a segunda fase do sistema de tratamento cujo principal objetivo é o de remover as cargas orgânicas dos sólidos e dos líquidos, resultante do tratamento primário, visando à estabilização biológica da matéria orgânica (carga carbonácea - poluente). No Quadro 2, estão as característica e eficiência dos sistemas destinados para o tratamento dos dejetos.

Conforme BELLIA (1996) nenhuma tecnologia é adequada ou apropriada em seu sentido absoluto, porém é fundamental o conhecimento de todas as tecnologias disponíveis.

**Quadro 2 - Característica e eficiência dos sistemas destinados para o tratamento dos dejetos no sistema de tratamento primário**

Processo	Características	Eficiência
1. Compostagem	Aplica-se somente aos sólidos dos dejetos separados previamente. Consiste em submeter os sólidos a presença de oxigênio (ar) para promover a oxidação e a humificação dos sólidos voláteis biodegradáveis.	Oxidação: 90%  Humificação: Os sólidos dos dejetos suínos contém grande carga de Nitrogênio. A humificação só será completa se for adicionado material carbonáceo para equilibrar a relação C/N.
2. Lagoas de estabilização	Os líquidos resultantes do tratamento primário seguem para sistemas de lagoas interligadas em série, com diferentes dimensões, para diferentes taxas de aplicação, onde a partir de tempos de detenção diferenciados, colônias de microorganismos diferenciadas por tipo de lagoa se instalam e degradam a carga carbonácea dos líquidos. É um sistema que carece de área de Terra para ser instalado.  As lagoas, segundo modelo preconizado, são do tipo anaeróbia 1, anaeróbia 2, facultativa e de polimento.	Lagoa anaeróbia 1: em torno de 60% Lagoa anaeróbia 2: em torno de 70% Lagoa facultativa: em torno de 80%  Lagoa de polimento: sem eficiência para a remoção de sólidos. Eficiente na redução de coliformes.
3. Digestores e biodigestores	Os líquidos resultantes do tratamento primário seguem para os digestores e biodigestores, onde sofrem degradação da carga orgânica a partir da ação de microorganismos anaeróbicos.  * Biodigestão ou simplesmente digestor, pode ser definido como uma câmara de fermentação, com formato variado, onde a biomassa sofre a digestão anaeróbia pelas bactérias, e de uma câmara acumuladora do gás desprendido deste processo. Tem como finalidade a obtenção do biogás e o biofertilizante, rico em nutrientes, resultado final da fermentação da matéria orgânica.	Eficiência: entre 40-70% de redução de carga orgânica, produzindo líquidos menos agressivos do que os em estado bruto para aplicação direta nos solos ou para serem submetidos a lagoas de estabilização.

Fonte: Adaptado de MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE (2004)– PNMA II  
\*TEIXEIRA (1998).

### 2.5.1 – Produtos do Biodigestor

O Biodigestor produz alguns produtos que podem torná-lo mais viável para os agricultores como biogás e biofertilizante.

Biogás -De acordo com TEIXEIRA (1998), Biogás, ou gás metano, é um gás incolor, altamente combustível, que produz chama azul-clara e queima com um mínimo de poluição, é o produto final da fermentação anaeróbica (sem presença de oxigênio) de dejetos animais, de resíduos vegetais como folha, bagaços, de lixos residencial e industrial, em condições adequadas de umidade.

Para a EMBRAPA (2007), o Biogás pode ser utilizado em sistemas de geração de energia térmica e elétrica, para geração e co-geração de energia elétrica é preciso desenvolver estudos de viabilidade técnica envolvendo geradoras e distribuidoras de energia. O mais comum e recomendável é o uso do biogás para aquecimento de aviários e leitões em creche, secagem de grãos e aquecimento de água.

O poder calorífico do biogás é variável, conforme a quantidade de metano existente, normalmente se situa na faixa de 5.000 a 6.000 kcal/m<sup>3</sup>, isto em função da sua pureza (TEIXEIRA, 1998). Um valor médio é exposto na Tabela 4.

**Tabela 4 - Equivalência energética do biogás com outras fontes de energia**

Biogás(m <sup>3</sup> )	Quantidade	Fonte de Energia
1,63	1 litro	Gasolina
1,80	1 litro	Óleo Diesel
1,73	1 litro	Querosene
1,58	1 litro	Gasolina De Avião
2,00	1 litro	Óleo Combustível
1,81	1 litro	Petróleo Médio
1,26	1 litro	Álcool Combustível
2,20	1 kg	Butano
0,65	1 kg	Lenha
1,36	1 kg	Carvão Vegetal
0,29	1 kg	Xisto
0,70	1 kg	Energia Elétrica

Fonte: COMASTRI (1981).

Conforme KONZEN (2005), o metano, principal componente do biogás, é considerado vinte e uma vezes mais nocivo para a atmosfera, do que o gás carbônico. O potencial de geração de metano da suinocultura decorre da alta carga orgânica (sólidos voláteis 70 a 75%) componente dos sólidos totais presentes nos dejetos. O sistema de manejo dos dejetos (sólido, líquido ou misto) adotado na

criação, define as principais características, tais como volume, concentração de sólidos e potencial para geração de biogás e biofertilização.

Biofertilizante - O biofertilizante é gerado após passar pelo Biodigestor, a massa fermentada sai do Biodigestor em forma líquida, rica em material orgânico na forma de Húmus, com grande poder fertilizante, apresenta como vantagem uma concentração maior de nitrogênio, fósforo e potássio, macro elementos importantes para a fertilização do solo (SGANZERLA, 1983).

Segundo KONZEN (2005) os dejetos de suínos, por mais privilegiados que seja seu potencial de uso como fertilizante, devem ser considerados como resíduos (esgoto poluente) que ao serem dispostos na natureza sem os necessários cuidados, causarão impactos ambientais significativos aos solos, às águas superficiais e subterrâneas. A utilização dos dejetos de suínos pode alterar as propriedades físicas, químicas e biológicas do solo. As alterações benéficas estão relacionadas aos efeitos da matéria orgânica sobre as propriedades físicas e químicas do solo, bem como, sobre a atividade microbiana, e ainda dos nutrientes adicionados, refletindo em melhoria da fertilidade.

As alterações indesejadas são traduzidas em: acúmulo de elementos tóxicos, principalmente de metais pesados e poluentes orgânicos; contaminação da água sub-superficial através da lixiviação de elementos provenientes da decomposição dos dejetos no solo; odores desagradáveis oriundos da volatilização de compostos. Os efeitos indesejados causados pelo uso dos dejetos como fertilizante do solo, serão menores com a fermentação dos mesmos em biodigestor, visto que a carga orgânica sofre redução de 75 a 80%, ocorrendo concomitantemente redução nas concentrações de cobre e zinco (40 a 50%), presentes no efluente do biodigestor (biofertilizante) (KONZEN, 2005).

Mercado de Carbono – Termo popular utilizado para denominar os sistemas de negociação de unidades de redução de emissões de GEEs. Em linhas gerais, há dois tipos de mercados voltados à negociação de créditos de carbono: mercados em linha com o Protocolo de Quioto; e mercados “voluntários” (ou “Não-Quioto”). No primeiro caso, os créditos são negociados com o objetivo principal de facilitar o abatimento das metas de redução de emissões, estabelecidas no âmbito do Protocolo de Quioto. Já no segundo tipo de mercado, a negociação relaciona-se fundamentalmente ao abatimento de metas estabelecidas voluntariamente por empresas ou governos locais, fora do Protocolo. Nesses mercados (“Quioto” e “Não-

Quioto”), é possível ocorrer a negociação de créditos gerados por projetos de redução de emissões (por exemplo, projetos de Mecanismo de Desenvolvimento Limpo e projetos de Implementação Conjunta) e/ou de permissões (BM&F, 2006). Conforme MINISTÉRIO DA CIÊNCIA E TECNOLOGIA (2007), o Protocolo de Quioto consiste na possibilidade de utilização de mecanismos de mercado para que os países desenvolvidos possam atingir os objetivos de redução de gases de efeito estufa. No caso do Brasil, o Mecanismo Desenvolvimento Limpo – MDL é importante por ser o único mecanismo que admite a participação voluntária de países em desenvolvimento.

O MDL permite a certificação de projetos de redução de emissões nos países em desenvolvimento e a posterior venda das reduções certificadas de emissão, para serem utilizadas pelos países desenvolvidos como modo suplementar para cumprirem suas metas. Esse mecanismo deve implicar em reduções de emissões adicionais àquelas que ocorreriam na ausência do projeto, garantindo benefícios reais, mensuráveis e de longo prazo para a mitigação da mudança do clima. Para que um projeto resulte em Reduções Certificadas de Emissões (RCEs), as atividades de projeto do MDL devem, necessariamente, passar pelas etapas do ciclo do projeto, que são sete: elaboração de documento de concepção de projeto (DCP), usando metodologia de linha de base e plano de monitoramento aprovados; validação (verifica se o projeto está em conformidade com a regulamentação do Protocolo de Quioto); aprovação pela Autoridade Nacional Designada – AND, que no caso do Brasil é a Comissão Interministerial de Mudança Global do Clima - CIMGC (verifica a contribuição do projeto para o desenvolvimento sustentável); submissão ao Conselho Executivo para registro; monitoramento; verificação/certificação; e emissão de unidades segundo o acordo de projeto.

Em termos de reduções de emissões projetadas, o Brasil ocupa a terceira posição, sendo responsável pela redução de 204.314.584 de t CO<sub>2e</sub>, o que corresponde a 5% do total mundial, para o primeiro período de obtenção de créditos, que podem ser de no máximo 10 anos para projetos de período fixo ou de 7 anos para projetos de período renovável (os projetos são renováveis por no máximo três períodos de 7 anos dando um total de 21 anos). A China ocupa o primeiro lugar com 1.886.519.516 t CO<sub>2e</sub> a serem reduzidas (50%), seguida pela Índia com 882.708.264

de t CO<sub>2</sub>e (23%) de emissões projetadas para o primeiro período de obtenção de créditos (MINISTÉRIO DA CIÊNCIA E TECNOLOGIA, 2007).

Ainda conforme MINISTÉRIO DA CIÊNCIA E TECNOLOGIA (2007), a contribuição global dos gases de efeito estufa reduzidos pelas atividades de projeto no âmbito do MDL desenvolvidas no Brasil, o gás carbônico (CO<sub>2</sub>) é atualmente o mais relevante, seguido pelo metano (CH<sub>4</sub>) e pelo óxido nitroso (N<sub>2</sub>O), respectivamente. A maior parte das atividades de projeto desenvolvidas no Brasil está no setor energético, o que explica a predominância do CO<sub>2</sub> na balança de reduções de emissões brasileiras.

Conforme a Tabela 5, o maior número de projetos brasileiros é desenvolvido na área de geração elétrica e suinocultura, os quais representam a maioria das atividades de projeto (77%). Os escopos que mais reduzirão toneladas de CO<sub>2</sub>e são os de aterro sanitário, geração elétrica e os de redução de N<sub>2</sub>O, totalizando 166.809.258 de t CO<sub>2</sub>e a serem reduzidas no primeiro período de obtenção de créditos, o que representa 82% do total de redução de emissões das atividades de projeto brasileiras (MINISTÉRIO DA CIÊNCIA E TECNOLOGIA, 2007).

**Tabela 5 - Distribuição das atividades de projeto no Brasil por tipo de projeto**

Projetos em Validação/ aprovação	Nº. projetos	Redução anual de emissão	Redução de emissão no 1º período de obtenção de crédito	Nº. projetos %	Redução anual de emissão %	Redução de emissão no 1º período de obtenção de crédito %
Geração elétrica	140	7.847.499	59.233.640	61	29	29
Suínocultura	38	1.964.633	19.152.149	16	7	9
Aterro sanitário Ind.	25	8.680.463	65.286.700	11	32	32
Manufatureira	11	1.853.002	14.119.206	5	7	7
Eficiência Energética	9	48.440	406.496	4	0	0
Manejo e tratamento de resíduos (outros)	4	315.112	2.904.653	2	1	1
N2O	2	6.041.274	42.288.918	1	23	21
Indústria química	1	17.137	119.960	0	0	0
Produção de metal	1	80.286	802.862	0	0	0
<b>Total</b>	<b>231</b>	<b>26.847.846</b>	<b>204.314.584</b>	<b>100</b>	<b>100</b>	<b>100</b>

Fonte: MINISTÉRIO DA CIÊNCIA E TECNOLOGIA (2007)

### 3 – Materiais e Métodos

A metodologia utilizada teve como base a descrição qualitativa das propriedades contempladas na bacia hidrográfica do Rio Toledo, desde a sua nascente até o ponto de captação de água da SANEPAR. O procedimento técnico contemplou pesquisa documental junto ao Instituto Ambiental do Paraná (Toledo/PR), pesquisa bibliográfica, coleta de dados de campo e desenvolvimento de um banco de dados utilizando as planilhas do Excel. Os dados foram atualizados até julho de 2007 e foram consideradas as seguintes informações: número de produtores de suínos; tipo de sistema de produção; plantel de suínos existentes em cada sistema de produção; localização, licenciamento ambiental, estimativa da geração de créditos de carbono e finalmente utilizando a metodologia do MDL (BM&F, 2006) apresenta-se uma estimativa do retorno econômico por conta da equivalência em créditos de carbono.

## 4 - Resultados

Após levantamento das propriedades inerentes a suinocultura da Bacia do Rio Toledo, foi elaborado um mapa temático (Figura 4), onde são destacadas, em toda a sua extensão, as propriedades não licenciadas e as propriedades que detém licenciamento ambiental, bem como, da existência de sistemas de tratamento utilizando biodigestores.

**Figura 4 - Nascente do Rio Toledo até fonte de captação da Sanepar**

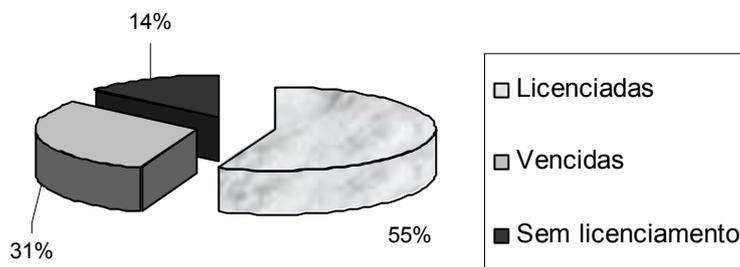


Fonte: Resultados da pesquisa implementados em mapa obtido de GOOGLE EART, 2007.

Assim, verifica-se a concentração de criatórios em determinadas localidades, principalmente em torno aos córregos, riachos e/ou microbacias hidrográficas, trazendo como agravante o lançamentos de resíduos desta atividade no curso hídrico com conseqüente deterioração da qualidade da água em nascentes e em cursos da água do Rio Toledo. Outro problema diz respeito à possibilidade de saturação dos solos agrícolas destas localidades pelo emprego massivo dos dejetos como fertilizante orgânico, colocando sob ameaça de contaminação os lençóis freáticos, especialmente pela presença de nitratos oriundos da decomposição química dos dejetos.

O Gráfico da Figura 5, mostra que das 36 propriedades pertencentes a bacia do Rio Toledo, 55% estão devidamente licenciados pelo Instituto Ambiental do Paraná (IAP), 31% já tiveram algum tipo de licença, porém com a data de licenciamento vencidas, e 14% nunca entraram com processo de licenciamento, ou seja, quase a metade dos produtores de suínos pertencentes à bacia do Rio Toledo nunca tiveram licença ou não foram renovadas. Dos 20 produtores que tem licenciamento (55%), 14 produtores possuem Licença de Operação, 4 possuem Autorização Ambiental, 1 possui Licença de Instalação e 1 possui Licença Prévia. Vários são os motivos deste cenário, entre esses: o custos das taxas para regularização do licenciamento, a vinculação da exigência da averbação da área de reserva legal das propriedades, a falta de uma ação efetiva do órgão ambiental em cobrar o cumprimento da legislação via obrigatoriedades do licenciamento e principalmente a disponibilidade de métodos, processos e tecnologias sustentáveis para o armazenamento, tratamento e destino final dos resíduos.

**Figura 5 – Situação atual do licenciamento da atividade da suinocultura desenvolvida na bacia hidrográfica do Rio Toledo, até julho 2007.**

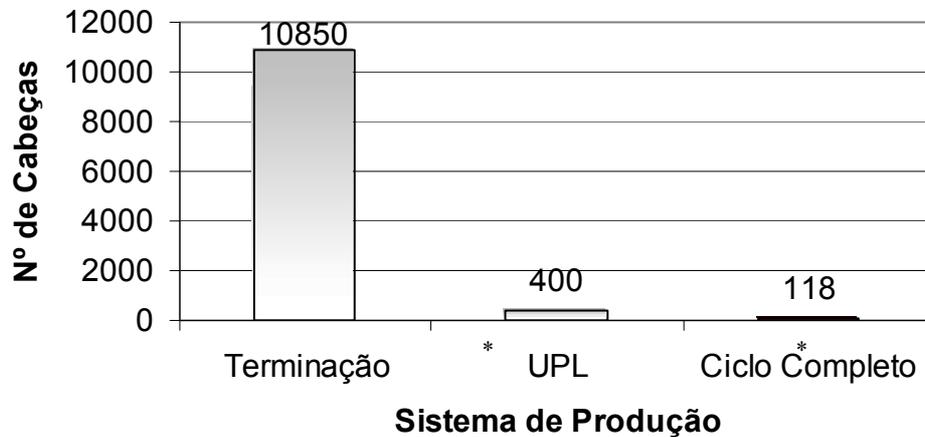


Fonte: Resultados da pesquisa.

No gráfico da Figura 6, apresentam-se os resultados correspondentes ao sistema de produção de suínos instalados nas proximidades da bacia hidrográfica do rio Toledo/PR (valores atualizados até julho de 2007). Nessa figura observa-se a predominância do sistema de terminação com 10.850 animais ou 95,4% do total, enquanto que, o sistema de produção de leitões (400 matrizes) corresponde somente a 3,6% do total e o sistema de ciclo completo (118 matrizes) responde a cerca de 1 % do total alojado na bacia. No sistema UPL estão inclusos apenas as matrizes (gestação, lactação e fêmeas para reposição) e no sistema Ciclo Completo

era para ser dividido também entre os três tipos, porém pela falta de dados cadastrais o total de matrizes foi considerado como a de gestação.

**Figura 6 - Sistema de produção de suínos desenvolvida na bacia hidrográfica do rio Toledo, julho de 2007, Toledo, Paraná.**



Fonte: Resultados da pesquisa

\* No sistema UPL estão inclusos apenas as matrizes (gestação, lactação e fêmeas p/ reposição).

\* No sistema Ciclo Completo gestação por falta de dados disponível no IAP/Toledo

Segundo SPERLING (1996), o potencial poluidor dos criatórios licenciados na bacia em termos de carga orgânica gerada corresponde a um equivalente populacional, assim 1 suíno teria a capacidade de geração de carga orgânica equivalente a 5 pessoas. Desta forma, como a bacia hidrográfica do Rio Toledo se caracteriza como manancial de abastecimento público as formas de armazenamento, tratamento e disposição final dos dejetos revestem-se de grande importância, dado o expressivo potencial poluidor dos mesmos.

Com base da utilização da correlação apresentada na Tabela 3 (Produção de dejetos por categoria) foram calculadas as correspondentes contribuições de dejetos produzidos pelos suínos correspondentes as propriedades pesquisadas, cujos resultados são apresentados na Tabela 6. Nessa tabela observa-se, que a maior produção de dejetos de suínos corresponde a categoria terminação resultou em média 17.143,8 l/dia de dejetos líquidos, sendo que todo este volume, conforme pesquisa, tem seu destino final na aplicação direta no solo e no melhor dos casos, nos sistemas com tratamento onde se consegue separar a parte líquida da sólida, em lagoas de decantação, e o líquido tem como destino final os córregos e a parte sólida é utilizado como fertilizante.

Das 36 propriedades pesquisadas (20 são licenciadas) apenas 1 possui biodigestor em funcionamento e 3 estão em fase de construção.

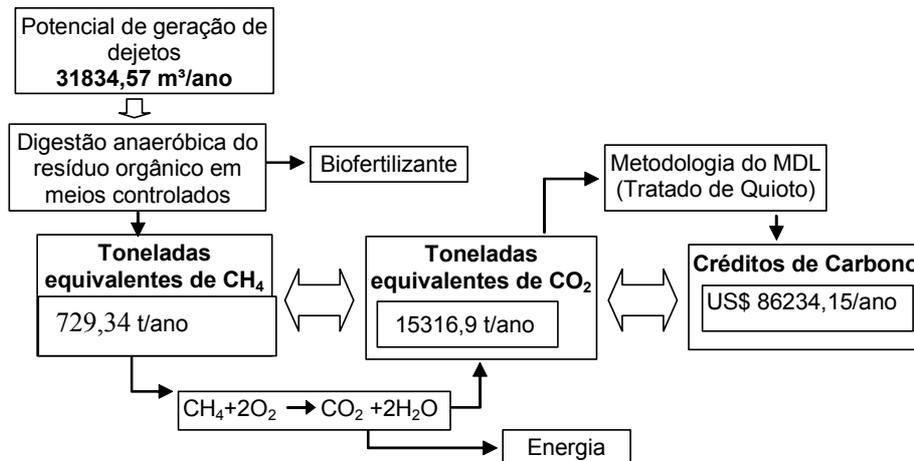
**Tabela 6 – Capacidade de produção de resíduos da suinocultura na bacia do rio Toledo, por categoria**

<b>Categoria</b>	<b>Nº. de Cabeças</b>	<b>Esterco (kg/dia)</b>	<b>Esterco + Urina (kg/dia)</b>	<b>Dejetos Líquidos (m<sup>3</sup>/dia)</b>
25 – 100 kg	10.850	24.496,2	53.165	77,661
Porcas reposições cobrição (cobertura) e gestantes	468	2.143,6	5.148	7,291
Porcas em lactação com leitões	50	320	900	1,220
Macho	19	57	144	0,201
Leitões	650	227,5	617,5	0,845
<b>Total</b>	<b>12.037</b>	<b>27.244,3</b>	<b>59.974,5</b>	<b>87,218</b>

Fonte: Obtido com base da pesquisa e correlação apresentada na Tabela 3.

Os resíduos apresentados na Tabela 6 contribuem para a geração dos gases de efeito estufa (GEE) pelo processo de biodigestão natural. Especificamente o potencial de geração de dejetos da atividade suinícola é de 31834, 57 m<sup>3</sup>/ano. Desta forma, no presente trabalho propõe-se a coleta seletiva desses resíduos, para logo serem processados em locais exclusivos visando a obtenção de outros produtos de valor agregado entre esses, o metano (para obtenção de energia e créditos de carbono) e o biofertilizante (tudo isso condicionado a um eficiente processo de biodigestão). Para tanto, no gráfico da Figura 8, utilizando a metodologia do MDL (BM&F, 2006) apresentam-se os correspondentes valores de GEE em equivalentes de toneladas de metano (729,34 t NH<sub>4</sub>/ano), toneladas equivalente de CO<sub>2e</sub> (15316,9 t CO<sub>2e</sub>/ano) e créditos de carbono (\$us 86234,15 por ano). Isto como consequência do aproveitamento do resíduo orgânico (dejetos) como matéria-prima nos processos de digestão anaeróbica em meios controlados. Para o cálculo dos créditos de carbo considerou-se o valor de \$us 5,6 por tonelada de CO<sub>2</sub> equivalente.

**Figura 7 - Potencial de produção de metano, a partir dos dejetos da suinocultura e sua equivalência em créditos de carbono**



Tendo em vista que, a produção apresentada na Figura 7, seria obtida por meio de um processo de biodigestão controlado, a transformação do metano (pela queima) originária, além dos créditos de carbono, um meio de geração de energia e principalmente, o ganho ambiental com correspondentes conseqüências positivas do ponto de vista econômico e social.

## 5 – Considerações Finais

Por meio da elaboração do mapa temático que ilustra a localização das propriedades, foi possível evidenciar o grau de concentração (próxima às nascentes do Rio Toledo e Distrito de São Luiz do Oeste) e saturação do espaço disponível nos contornos ou margens da microbacia hidrográfica que compõe o rio Toledo. Do total de propriedades pesquisadas, 55% estão com licenciamento ambiental parcial ou seja com algum tipo de licenciamento e o motivo pode ser atribuído aos custos do licenciamento, vinculação da exigência da averbação da área de reserva legal, a falta de uma ação efetiva do órgão ambiental em cobrar o cumprimento da legislação e principalmente, a disponibilidade de métodos, processos e tecnologias alternativas para o armazenamento, tratamento e destino final dos resíduos. O levantamento dos dados inerentes ao plantel de cabeças de suínos permitiu identificar o potencial de geração de resíduos resultando em 31834,57m³/ano. Esses resíduos, quando não tratados adequadamente, tem conseqüências negativas sobre o meio ambiente e estudos que viabilizem a utilização de outros locais para implantação deste tipo de atividade devem ser uma prioridade, tendo em vista que

no atual cenário a saturação do solo e dos cursos da água é preocupante. Por outro lado a identificação do potencial de geração de resíduos da suinocultura mostrou o grande potencial que apresentam esses resíduos quando transformados em metano, gás carbônico e créditos de carbono. Porém esse procedimento esta condicionado a existência de um processo eficiente que a tecnologia convencional ainda não consegue atender. Tal situação já esta levando a saturação dos solos agrícolas pela utilização dos dejetos de suínos utilizados como fertilizantes orgânicos e colocar sob ameaça os rios e lençóis freáticos de água que alimentam as nascentes do Rio Toledo. Isso tudo deve merecer especial atenção por todos os envolvidos (proprietários, instituições ambientais e pesquisadores em geral).

## 6 – Referências Bibliográficas

ACHE TUDO REGIÃO. **Bacia Hidrográfica do Rio Paraná**. Disponível em: <<http://www.achetudoeregiao.com.br/PR/rioparana.htm>> Acesso em 13 ago. 2007.

ABIPECS - Associação Brasileira Ind Prod Exp Carne Suína. **Exportação brasileira de carne suína jul 2005 a jun 2007**. Disponível em:<[http://www.abipecs.org.br/pdf/exp\\_12meses\\_jul05\\_jun07.pdf](http://www.abipecs.org.br/pdf/exp_12meses_jul05_jun07.pdf)>. Acesso em: 13 ago 2007.

ABIPECS - Associação Brasileira Ind Prod Exp Carne Suína. Carne suína brasileira 2006. Disponível em:<[http://www.abipecs.org.br/pdf/exp\\_12meses\\_jul05\\_jun07.pdf](http://www.abipecs.org.br/pdf/exp_12meses_jul05_jun07.pdf)>. Acesso em: 13 ago 2007.

BELLIA. V. **Introdução à economia do meio ambiente**. Brasília, 1996.

BM&F – Bolsa de Mercado Futuro. **Perguntas frequentes**. Disponível em: <http://www.bmf.com.br/portal/pages/MBRE/faq.asp>. Acesso em: 20 ago. 07.

BNDES - Banco Nacional de Desenvolvimento Econômico e Social. **Moeda Contratual**. Disponível em: <<http://www.bndes.gov.br/produtos/custos/moedas/pesqmoe11.asp>>. Acesso em: 20 ago. 07.

COMASTRI FILHO, J. A. **Biogás**: - independência energética do Pantanal matogrossense. Corumbá: EMBRAPA, 1981.

CONAMA - CONSELHO NACIONAL DO MEIO AMBIENTE. **Classificação de águas do território nacional. Resolução CONAMA N°357/05**. Disponível em: <[http://www.cetesb.SP.Qov.br/AQua/praias/resconama357\\_05.pdf](http://www.cetesb.SP.Qov.br/AQua/praias/resconama357_05.pdf)>. Acesso em: 08 nov. 2006.

EMBRAPA - Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. **Biodigestores**: opção tecnológica para a redução dos impactos **ambientais** da suinocultura. Disponível em:

- <[http://www.embrapa.gov.br/noticias/banco\\_de\\_noticias/2005/janeiro/noticia.2005-01-14.0938856711/mostra\\_noticia](http://www.embrapa.gov.br/noticias/banco_de_noticias/2005/janeiro/noticia.2005-01-14.0938856711/mostra_noticia)>. Acesso em: 27 set. 2006.
- EMBRAPA - Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. **Comunicado Técnico**. Disponível em: <[www.cnpab.embrapa.br/publicacoes/download/cot051.pdf](http://www.cnpab.embrapa.br/publicacoes/download/cot051.pdf) ->. Acesso em: 10 jul. 2007.
- FUNTEC. **Recuperação Ambiental da Bacia Hidrográfica do Rio Toledo**. Funtec. Toledo: Grafo-Set, 1992.
- GOOGLE EARTH. **Nascente do Rio Toledo até ponto de captação da SANEPAR**. Toledo, Paraná, 2007.
- IAP - INSTITUTO AMBIENTAL DO PARANÁ - **Licenciamento Ambiental**. Disponível em: <<http://www.pr.gov.br/meioambiente/iap/> >. Acesso em: 08 nov. 2006.
- IBGE - INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Produção Pecuária: microregião 2005**. Disponível em: <[http://www.ibge.gov.br/home/estatistica/economia/agropecuaria/censoagro/default.shtm#sub\\_download](http://www.ibge.gov.br/home/estatistica/economia/agropecuaria/censoagro/default.shtm#sub_download)>. Acesso em: 10 de jul. 2007.
- KONZEN, E. A. **Dejetos de suínos fermentados em biodigestores e seu impacto ambiental como insumo agrícola**. VII Simpósio Goiano de Avicultura e II Simpósio Goiano de Suinocultura – Avesui Centro-Oeste. 2005. Disponível em: <[http://www.cnpsa.embrapa.br/down.php?tipo=publicacoes&cod\\_publicacao=574](http://www.cnpsa.embrapa.br/down.php?tipo=publicacoes&cod_publicacao=574) ->. Acesso em: 16 ago. 2007.
- MINISTÉRIO DA CIÊNCIA E TECNOLOGIA. **Status atual das atividades de projeto no âmbito do Mecanismo de Desenvolvimento Limpo (MDL) no Brasil e no mundo**. Disponível em: <[http://www.mct.gov.br/upd\\_blob/0016/16298.pdf](http://www.mct.gov.br/upd_blob/0016/16298.pdf)>. Acesso em: 16 ago. 2007.
- MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE. **Programa Nacional do Meio Ambiente II – PNMA II**. Disponível em: <[http://www.pr.gov.br/meioambiente/programa\\_nacional\\_suinos.shtml](http://www.pr.gov.br/meioambiente/programa_nacional_suinos.shtml)>. Acesso em: 10 de jul. 2007.
- MOREJON, C. F. M.; FABRIS, S. C.; LAUFER, A. O potencial dos resíduos da atividade doméstica do Brasil e sua relação com os créditos de carbono. In: II INTERNATIONAL BIOENERGY CONGRESS, 2, 2007, Curitiba-PR. 2007.
- MOREJON, C. F. M.; ROCHA JR, W. F.; PIACENTI, C. A.; FARIA, S.; PALU, F.; TRIGUEIROS, D. E. G. Desenvolvimento regional por meio da agregação de valor à resíduos sólidos, líquidos e gasosos provenientes das mais diversas fontes. In: III COLÓQUIO ANUAL DE ENGENHARIA QUÍMICA 2003, 2003, Rio de Janeiro. A Engenharia Química do Século XXI. Rio de Janeiro: COPPE/UFRJ, 2003.
- PREFEITURA MUNICIPAL DE TOLEDO. **Caracterização do Município de Toledo**. 2001.
- ROSLER, M. R. V.B. **Costa Oeste do Paraná e a Hidrelétrica Binacional de Itaipu: um estudo sobre a dinâmica da gestão ambiental nos municípios limzeiros**. Tese de Doutorado, PUC/SP. São Paulo, 2002.
- SEMA – Secretaria do Estado do Meio Ambiente e Recursos Hídricos. **Resolução SEMA nº. 031/98**. Disponível em: <<http://www.pr.gov.br/meioambiente/iap/>>.

Acesso em: 19 out. 2006.

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

SPERLING, V. M. **Introdução à qualidade das águas e ao tratamento de esgotos**. Ed. UFMG. 3. e. 2006.

TEIXEIRA, V. H. **Biogás**: Fontes Alternativas de Energia. Minas Gerais: Fundação de Apoio ao Ensino, Pesquisa e Extensão, 1998.