

## **POTENCIAL DE GERAÇÃO DE ENERGIA ELÉTRICA POR MEIO DO BIOGÁS PRODUZIDO POR ATIVIDADES DE SUINOCULTURA NA BACIA DO PARANÁ 3**

Nyara Chandoha Camilo (UTFPR) nychs@hotmail.com  
Eliane Rodrigues dos Santos Gomes (UTFPR) elianegomes@utfpr.edu.br

### **Resumo**

Os dejetos provenientes das atividades suinícolas podem trazer impactos negativos ao meio ambiente, mas, ao mesmo tempo, servirem como alternativa econômica para o produtor rural. Em vista disso, o objetivo da presente pesquisa consiste em demonstrar o potencial de geração de energia elétrica de municípios que compõe a Bacia do Paraná 3, por meio do biogás produzido por atividades de suinocultura. Inicialmente, foi realizado o levantamento de cabeças de suínos dos municípios, a partir do Censo Agropecuário do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatísticas (IBGE, 2006), seguido pelo cálculo de produção de dejetos e biogás segundo metodologia do Painel Intergovernamental de Mudanças Climáticas (IPCC, 2006), finalizado pela conversão energética do metano em energia elétrica. Como resultados, a bacia apresenta 1.709.536 cabeças de suínos, gerando 7.463.835 m<sup>3</sup> de dejetos e 23.881.636 m<sup>3</sup> de biogás, anualmente, e, finalmente, produção de 34.102 MW.ano<sup>-1</sup> de energia elétrica. Com isso, evidenciou-se que o potencial da bacia alcança níveis satisfatórios para que um passivo ambiental possa ser transformado em alternativa econômica para os produtores rurais, assim como foi sugerido o modelo de geração distribuída para viabilizar a aplicação deste recurso.

**Palavras-Chaves:** Agroenergia. Biomassa. Metano.

### **1. Introdução**

O Brasil possui cerca de 200 milhões de cabeças de suínos, número que representa o segundo lugar mundial, além de se encontrar em quarto lugar no ranking de produção e exportação de carne suína no mundo, representando 10% do total exportado e com lucros que ultrapassam US\$ 1 bilhão ao ano (MINISTÉRIO DA AGRICULTURA, 2015). Com base em dados do Censo Agropecuário do IBGE (2006), pode-se notar que o plantel de suínos no país passou de 27.811.244 cabeças nos anos de 1995-1996 para 3.1189.351 em 2006, fato que demonstra que a suinocultura apresenta relevante papel para a economia brasileira, em especial no estado do Paraná.

No Estado do Paraná, a suinocultura representa um dos setores responsáveis pela expansão agroindustrial. Já em 2002, a atividade se encontrava presente em quase todas as pequenas propriedades rurais, onde empregava, basicamente, mão de obra familiar e consistia em uma relevante fonte de renda e equilíbrio social (BEZERRA, 2002). Segundo o Censo Agropecuário do IBGE (2006), a região do Oeste do Paraná possui maior produção de suínos, apresentando, no município de Toledo, o plantel mais significativo. O plantel do Estado alcança 4.569.266 cabeças de suínos e 507.900 matrizes de suínos (IBGE, 2006).

Ao mesmo tempo que promovem a economia da região, uma atenção especial deve ser dada aos dejetos provenientes das atividades pecuárias, pois quando destinados incorretamente, podem causar poluição em corpos hídricos, no solo e no ar (KUNZ; HIGARASHI; OLIVEIRA, 2005). Os impactos ambientais negativos ocasionados pela falta de tratamento e manejo adequado dos resíduos da pecuária são imensuráveis, e os efluentes originados na produção animal considerados a principal fonte de poluição dos recursos hídricos em muitos países, ultrapassando os índices das indústrias consideradas, até então, as maiores causadoras de degradação do ambiente (CAMPOS, 2001). Porém, quando corretamente manejados, os dejetos podem apresentar uma alternativa econômica para a propriedade rural, não comprometendo a qualidade ambiental (OLIVEIRA et al., 2000).

A biodigestão anaeróbia representa uma opção para o tratamento dos resíduos da pecuária, porque não só reduz a provável contaminação do meio ambiente, mas também, por meio do seu processo, produz o biogás, que consiste em uma fonte de energia renovável (AMARAL et al., 2004). Segundo Chernicharo (2007), nos sistemas anaeróbicos, a maioria dos materiais degradáveis é convertido em biogás (de 70% a 90%), o qual é removido da fase líquida e deixa o reator em forma gasosa. Somente uma pequena parte do material orgânico é transformado em massa microbiana (5% a 15%), que se constitui do excesso de lodo no sistema. O restante deixa o reator como material não degradável (10% a 30%). O biogás consiste em um composto gasoso que apresenta composição média de 59% de gás metano ( $\text{CH}_4$ ), 40% de gás carbônico ( $\text{CO}_2$ ) e 1% de gases-traço, incluindo-se o gás sulfídrico ( $\text{H}_2\text{S}$ ), e é considerado uma fonte renovável, pois está constituído no ciclo biogeoquímico do carbono (BLEY JR, 2015).

O Brasil representa uma das maiores potências na questão da energia da biomassa, devido ao considerável número de florestas e das significativas quantidades de resíduos gerados pelos processos agropecuários (ESPARTA, LUCON; UHLIG, 2004). Com relação aos dejetos de suinocultura, ao serem comparados com outros ramos da pecuária, seu potencial de produção energética é superior (MATEUS, 2007).

O procedimento de transformação do biogás em energia elétrica ocorre por meio da conversão da energia química presente nas moléculas do gás em energia mecânica, realizando-se a combustão controlada, a qual aciona um gerador que a transforma em energia elétrica. Existem maneiras variadas para que esse processo ocorra, como a utilização dos motores Ciclo-Otto, a combustão interna, a queima direta, dentre outras (COELHO et al., 2006). Em pesquisa realizada por Prati (2010), analisou-se a geração de energia elétrica por meio do biogás originado no tratamento de dejetos da pecuária, tendo como conclusão que o

tratamento desses resíduos melhorou a qualidade de vida da propriedade rural, pois reduziu maus odores, contribuiu para a ausência da emissão de metano na atmosfera e até mesmo aumentou a rentabilidade da suinocultura do local estudado.

Um modelo de geração que representa uma opção inovadora na área econômica para empreendimentos de pequeno, médio e grande porte, assim como para a agricultura familiar, consiste na geração distribuída de energia (BLEY JR et al., 2009). Ela ocorre em valores pequenos, para usuários associados ou isolados, cujo estabelecimento se encontra próximo à localização de consumo final. O sistema, em alguns casos, é ligado à rede, incentivando o surgimento de novas fontes de energia, além de reduzir os impactos negativos ocasionados ao meio ambiente na construção de grandes centrais, assim como aos obstáculos para o financiamento das mesmas (DIAS; BOROTNI; HADDAD, 2005). Com o crescimento da agropecuária brasileira e o conseqüente aumento na quantidade de dejetos dos animais, a implantação de condomínios de agroenergia fornece uma alternativa para diminuir impactos negativos, além de incrementar a renda dos produtores rurais (PASQUAL et al., 2011). Projetado para 34 pequenas propriedades rurais, o Condomínio de Agroenergia de Sanga Ajuricaba apresenta um total de 1.072 bovinos, 3.082 suínos, gerando uma quantidade total de 16 mil toneladas de dejetos, 266.000 m<sup>3</sup> de biogás por ano, 445.000 kWh ano<sup>-1</sup> de energia, 9.500 m<sup>3</sup> de fertilizante por ano e reduzindo emissões de 2.100 toneladas de CO<sub>2</sub> ano<sup>-1</sup> (ITAIPU BINACIONAL, 2015).

A Bacia do Paraná 3 se encontra no Oeste do Paraná, região que detém significativo número de produtores de suínos, inclusive o município de Toledo, que, conforme o IBGE (2006), possui o maior plantel desses animais. Apresentando relevante potencial poluidor devido aos dejetos que são gerados, a bacia também consiste em uma importante fonte energética, pois o biogás produzido pela biodigestão anaeróbica pode ser aplicado para este fim.

Sendo assim, o objetivo da presente pesquisa consiste em demonstrar o potencial de geração de energia elétrica de municípios que compõe a Bacia do Paraná 3, por meio do biogás produzido por atividades de suinocultura, com uso do Censo de 2006, último realizado até a data da pesquisa.

## **2. Procedimentos metodológicos**

A pesquisa foi realizada na Bacia do Paraná 3, que está localizada na mesorregião Oeste do Paraná, compreendendo uma área de aproximadamente 8.000 km<sup>2</sup> e 28 municípios. Sua delimitação é formada ao norte pela bacia do rio Piquiri e ao sul pela bacia do rio Iguçu.

Com relação às atividades econômicas, a região é responsável por 21% da produção de suínos do Estado do Paraná, 18,3% de bovinos de corte, 16% de aves e 15% de peixes de água doce (PARANÁ, 2013).

Com base em seus objetivos, a pesquisa se classifica como exploratória, pois possui como finalidade a familiarização do problema, tornando-se mais explícito (GIL, 2008). Baseado nos procedimentos técnicos, desenvolveu-se pesquisa bibliográfica, documental e estudo de caso. A coleta de dados foi realizada mediante o levantamento de dados correspondentes ao plantel de suínos dos municípios pertencentes à Bacia do Paraná 3, baseando-se no último Censo Agropecuário produzido pelo IBGE, em 2006.

A partir da coleta de dados, foi realizada a estimativa de produção de dejetos e de biogás dos municípios da Bacia do Paraná III, seguindo-se os parâmetros das metodologias específicas do Painel Intergovernamental sobre Mudanças Climáticas (IPCC, 2006).

Segundo o IPCC (2006), a produção média de dejetos de um suíno em terminação/reprodutor consiste em  $0,01200 \text{ m}^3 \text{ dia}^{-1}$ , e de matrizes em  $0,02600 \text{ m}^3 \text{ dia}^{-1}$ , valores que serviram como base para a determinação da produção de dejetos, multiplicando-se a produção horária de cada categoria animal (matriz e suíno terminação/reprodutor) pelo tempo de confinamento. Com isso, obteve-se os valores diários de geração de dejetos que, multiplicados pela permanência do animal na propriedade, gera-se a quantidade anual. Considerou-se 24h de tempo de confinamento para todas as categorias, e 365 dias de permanência do animal na propriedade para os suínos matriz; e 330 dias para os suínos em terminação.

Para o cálculo da geração diária de biogás, adotou-se a fórmula descrita na Equação (1), baseada em IPCC (2006).

$$Q_{\text{biogás}} = (\text{SV} \times \text{n}^{\circ} \text{ de cabeças}) \times [(\text{FCM} \times \text{Ufb} \times \text{B}_0) / (\% \text{ de CH}_4 \text{ no biogás})]$$

Equação (1)

Nota:

$Q_{\text{biogás}}$  = Quantidade de biogás gerada ( $\text{m}^3 \text{ dia}^{-1}$ )

SV = Sólidos voláteis ( $\text{KgSV cab}^{-1} \text{ dia}^{-1}$ )

FCM = Fator de conversão anual (adimensional)

Ufb = Fator de correção (incertezas do modelo – adimensional)

$B_0$  = Potencial de produção de metano ( $\text{m}^3 \text{ CH}_4 \text{ Kg}^{-1} \text{ SV}^{-1}$ )

Como parâmetros para o cálculo, determinou-se  $0,3 \text{ KgSV cab}^{-1} \text{ dia}^{-1}$  (SV),  $0,29 \text{ KgSV cab}^{-1} \text{ dia}^{-1}$  ( $B_0$ ),  $0,78$  (FCM) e  $0,94$  (Ufb), segundo o IPCC (2006) para a América Latina. Adotou-se a porcentagem de 60% de metano presente no biogás, com base em Bley Jr (2015). A geração de energia elétrica foi calculada a partir da informação de que  $1 \text{ m}^3$  de

biogás corresponde a 1,428 kW de energia elétrica (BARRERA, 1993), considerando-se composição de 60% de metano (BLEY JR, 2015).

### 3. Resultados e discussão

A produção de suínos nos municípios da Bacia do Paraná 3 foi pesquisada e pode ser observada por meio da Tabela 1.

Tabela 1 – Produção de suínos nos municípios da Bacia do Paraná 3

<b>Município</b>	<b>Suínos em Terminação</b>	<b>Reprodutores Matrizes</b>	<b>Reprodutores Varrões</b>
Cascavel	69.767	4.241	651
Céu Azul	24.828	2.118	141
Diamante do Oeste	3.464	375	125
Entre Rios do Oeste	137.262	7.775	1.016
Foz do Iguaçu	2.508	522	324
Guaíra	4.542	348	242
Itaipulândia	28.263	6.326	146
Marechal Cândido Rondon	199.366	12.279	452
Maripá	56.755	1.520	86
Matelândia	44.866	2.862	627
Medianeira	40.359	3.500	141
Mercedes	13.487	745	84
Missal	51.669	1.708	255
Nova Santa Rosa	120.614	8.764	543
Ouro Verde do Oeste	43.662	5.911	142
Pato Bragado	45.807	2.561	141
Quatro Pontes	58.448	5.498	175
Ramilândia	7.355	676	148
Santa Helena	62.544	4.406	325
Santa Teresa do Oeste	3.806	785	132
Santa Teresinha de Itaipu	1.293	267	112
São José das Palmeiras	7.812	1.137	100
São Miguel do Iguaçu	59.749	3.875	746
São Pedro do Iguaçu	35.963	8.860	254
Terra Roxa	5.469	621	169
Toledo	411.014	35.627	2.336
Tupãssi	24.900	868	112
Vera Cruz do Oeste	9.302	627	135
<b>Subtotal</b>	<b>1.574.874</b>	<b>124.802</b>	<b>9.860</b>
<b>Total</b>		<b>1.709.536</b>	

Fonte: Adaptado de IBGE (2006)

Pode-se observar que os maiores produtores de dejetos da suinocultura consistem nos municípios de Toledo e Marechal Cândido Rondon, assim como em relação ao número de matrizes. Apesar de este resultado ser apresentado como um risco para o entorno devido ao potencial poluidor dos resíduos oriundos desta atividade, Oliveira et al. (2000) afirma que os mesmos podem gerar benefícios econômicos.

Desta maneira, o cálculo de produção de dejetos foi realizado e pode ser observado na Tabela 2.

Tabela 2 – Produção de dejetos nos municípios da Bacia do Paraná 3

Município	Produção de dejetos (m <sup>3</sup> .dia <sup>-1</sup> )		
	Suínos em Terminação	Reprodutores Matrizes	Reprodutores Varrões
Cascavel	837	110	7,812
Céu Azul	298	55	1,692
Diamante do Oeste	42	9,75	1,5
Entre Rios do Oeste	1.647	202	12
Foz do Iguaçu	30	13,57	3,888
Guaíra	55	9,048	2,904
Itaipulândia	339	164	1,752
Marechal Cândido Rondon	2.392	319	5,424
Maripá	681	40	1,032
Matelândia	538	74	7,524
Medianeira	484	91	1,692
Mercedes	162	19,37	1,008
Missal	620	44	3,06
Nova Santa Rosa	1.447	228	6,516
Ouro Verde do Oeste	524	154	1,704
Pato Bragado	550	67	1,692
Quatro Pontes	701	143	2,1
Ramilândia	88	17,58	1,776
Santa Helena	751	115	3,9
Santa Teresa do Oeste	46	20,41	1,584
Santa Teresinha de Itaipu	16	6,942	1,344
São José das Palmeiras	94	30	1,2
São Miguel do Iguaçu	717	101	8,952
São Pedro do Iguaçu	432	230	3,048
Terra Roxa	66	16,15	2,028
Toledo	4.932	926	28
Tupãssi	299	22,57	1,344
Vera Cruz do Oeste	112	16,3	1,62
<b>Subtotal</b>	<b>18.898</b>	<b>3.245</b>	<b>118</b>
<b>Total</b>		<b>22.262</b>	

A produção diária de dejetos suínos de  $22.262 \text{ m}^3.\text{dia}^{-1}$  corresponde, ao ano, a  $6.236.340 \text{ m}^3$  para animais em terminação e  $1.227.495 \text{ m}^3$  para matrizes e reprodutores, totalizando  $7.463.835 \text{ m}^3$  de dejetos, anualmente, somente para atividades de suinocultura. Deste modo, evidencia-se a necessidade de apresentação de uma alternativa para que estes resíduos não sejam, inadequadamente, destinados diretamente em solos e corpos hídricos sem o devido tratamento, pois, segundo Kunz, Higarashi e Olineira (2005), os dejetos provenientes das atividades pecuárias, quando destinados incorretamente, podem causar poluição, sendo esta considerada em muitos países, de acordo com Campos (2001), até mesmo superior à degradação provocada pelas indústrias.

Mateus (2007) afirma que os dejetos da suinocultura apresentam superioridade na produção de biogás. Ao serem comparados com os resíduos de outras atividades. Sendo assim, calculou-se a conversão destes para biogás, obtendo o valor de  $65.429,14 \text{ m}^3.\text{dia}^{-1}$  de biogás, ou,  $23.881.636 \text{ m}^3.\text{ano}^{-1}$  para a totalidade dos municípios da Bacia do Paraná 3.

Fernandes (2012) monitorou dados de uma unidade de suinocultura, produtora de biogás, constatando que a produção média era de  $582,64 \text{ m}^3.\text{dia}^{-1}$ , com concentração de 60% de metano, possibilitando uma eficiência de 24% na conversão do biogás na geração de energia elétrica. A autora concluiu que a aplicação da biomassa residual como fonte alternativa de energia nesta unidade estudada assegurava a geração de energia elétrica por meio da produção de biogás de qualidade, além de viabilizar a redução do seu passivo ambiental e agregar maior rentabilidade ao seu empreendimento. Com geração consideravelmente superior, pode-se tomar as mesmas conclusões ao analisar o potencial dos municípios da Bacia do Paraná 3, calculando-se a conversão energética do biogás produzido, a qual, a partir de  $23.881.636 \text{ m}^3.\text{ano}^{-1}$  de biogás, alcança  $34.102 \text{ MW}.\text{ano}^{-1}$ .

Analisando-se todos os resultados obtidos, certamente a Bacia proporciona condições favoráveis para que o passivo ambiental, oriundo dos dejetos da suinocultura, seja transformado em alternativa econômica para os produtores rurais. Porém, para que seja possível a implantação de uma estrutura de unidade de produção de biogás, contendo, basicamente, sistema de biodigestão e conjunto motogerador para conversão em energia elétrica, é necessário um investimento financeiro, em muitos casos, aquém das possibilidades do pequeno ou médio produtor. Para tanto, o conceito de geração distribuída se apresenta como uma alternativa a ser considerada, que consiste na descentralização da produção de energia, quando se gera energia no local onde é consumida (BLEY JR, 2015). De acordo com Dias, Borotni e Haddad (2005), esta forma de produção energética acontece em valores pequenos, para usuários associados ou isolados, cujo estabelecimento se encontra próximo à

localização de consumo final. Isso incentiva novas fontes de energia, como o biogás. Para Bley Jr et al. (2009), este modelo representa uma opção inovadora na área econômica para empreendimentos de pequeno, médio e grande porte, assim como para a agricultura familiar. Camilo (2012) analisou a viabilidade técnica e econômica para implantação de um Condomínio de Agroenergia na microbacia de Lajeado Grande – Toledo - PR, aplicando-se, assim, o método de geração distribuída de energia. Com uma produção estimada, para 34 pequenas propriedades rurais, de  $689.755,57 \text{ m}^3.\text{ano}^{-1}$  de biogás e, aproximadamente,  $1.197 \text{ MW.ano}^{-1}$  de energia elétrica, o projeto foi considerado viável, apresentando segurança econômica para sua implantação.

Em vista do exposto e considerando que o projeto do Condomínio de Agroenergia de Sanga Ajuricaba tornou viável a geração energética a partir de propriedades que produzem pequena quantidade de resíduos orgânicos (ITAIPU BINACIONAL, 2015), conclui-se que a melhor alternativa para a Bacia do Paraná 3 consiste no desenvolvimento de projetos semelhantes, para que o potencial do biogás produzido seja, satisfatoriamente, utilizado e aplicado.

#### **4. Considerações finais**

Dentre os resultados obtidos, pode-se concluir que o potencial de energia elétrica a partir do biogás produzido por atividades de suinocultura da Bacia do Paraná 3 alcança níveis satisfatórios para que um passivo ambiental, como os dejetos originados desta atividade, possa ser transformado em alternativa econômica para os produtores rurais. Além disso, observa-se que a melhor alternativa para a Bacia consiste no desenvolvimento de projetos de geração distribuída, como os Condomínios de Agroenergia, para que o potencial do biogás produzido seja, satisfatoriamente, utilizado e aplicado. Espera-se que o presente trabalho incentive a pesquisa e aplicação do biogás como fonte alternativa de energia, assim como a descentralização da produção energética como forma de viabilizar este fim.

#### **REFERÊNCIAS**

- AMARAL, Cecília Maria C.; AMARAL, Luiz Augusto; LUCAS JÚNIOR, Jorge; NASCIMENTO, Adjair A.; FERREIRA, Daniel de S.; MACHADO, Márcia R. F.. Biodigestão anaeróbia de dejetos de bovinos leiteiros submetidos a diferentes tempos de retenção hidráulica. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 34, n. 6, p.1897-1902, nov./dez. 2004.
- BARRERA, Paulo. **Biodigestores: energia, fertilidade e saneamento para a zona rural**. São Paulo: Ícone, 1993.

BEZERRA, Severino A. **Gestão ambiental da propriedade suinícola: um modelo baseado em um biosistema integrado.** 2002. 251 f. Dissertação (Mestrado) - Engenharia de Produção, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2002.

BLEY JR, Cícero; LIBÂNIO, José Carlos; GALINKIN, Maurício; OLIVEIRA, Mauro Márcio. **Agroenergia da biomassa residual: perspectivas energéticas, socioeconômicas e ambientais.** 2. ed. Foz do Iguaçu/Brasília: Technopolitik Editora, 2009. 140 p.

BLEY JR, Cícero. **Biogás: a energia invisível.** 2 ed. São Paulo: CIBiogás; Foz do Iguaçu: ITAIPU Binacional, 2015.

CAMILO, Nyara Chandoha. **Viabilidade técnica e econômica para implantação de um condomínio de agroenergia na microbacia de Lajeado Grande -Toledo -PR.** 2012. 68 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação) – Engenharia Ambiental, Faculdade Dinâmica das Cataratas, Foz do Iguaçu, 2012.

CAMPOS, Aloísio Torres. **Tratamento e manejo de dejetos bovinos.** Juiz de Fora: Embrapa Gado de Leite, 2001.

CHERNICHARO, Carlos A. de L. **Biological wastewater treatment: anaerobic reactors.** v. 4. Londres: IWA Publishing, 2007.

COELHO, Suani Teixeira; VELÁZQUEZ, Sílvia Maria Stortini González; DA SILVA, Orlando Cristiano; DE ABREU, Fernando Castro. **Geração de energia elétrica a partir do biogás proveniente do tratamento de esgoto utilizando um grupo gerador de 18 kW.** Brasília: USP, 2006.

DIAS, Marcos Vinícius Xavier; BOROTNI, Edson da Costa; HADDAD, Jamil. Geração distribuída no Brasil: oportunidades e barreiras. **Revista Brasileira de Energia**, Itajubá, v. 11, n. 2, p.1-11, 2005.

ESPARTA, A. Ricardo J.; LUCON, Oswaldo S.; UHLIG, Alexandre. Energia renovável no Brasil. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENERGIA, 10., 2004, Rio de Janeiro. **Anais...** Rio de Janeiro: Coppe/ufRJ, 2004. p. 2221 - 2231.

FEARNSIDE, Philip M. As florestas no acordo do clima. **Ciência Hoje**, [S. l.], v. 29, n. 171, p.60-62, mai. 2001.

FERNANDES, Dangelma M. **Biomassa e biogás da suinocultura.** 2012. 209 f. Dissertação (Mestrado em Energia na Agricultura) – Universidade Estadual do Oeste do Paraná, Cascavel, 2012.

GIL, Antonio Carlos. **Como elaborar projetos de pesquisa.** 4.ed.São Paulo: Atlas, 2008.

IBGE. **Censo agropecuário 2006.** 2006. Disponível em: <<http://www.ibge.gov.br/home/estatistica/economia/agropecuaria/censoagro/>>. Acesso em: 24 ago. 2015.

ITAIPU BINACIONAL. **Plataforma Itaipu de energias renováveis.** Disponível em: <<http://www.plataformaitaipu.org/>>. Acesso em: 23 abr. 2015.

KUNZ, Airton; HIGARASHI, Martha Mayumi; OLIVEIRA, Paulo Armando de. Tecnologias de manejo e tratamento de dejetos de suínos estudadas no Brasil. **Cadernos de Ciência & Tecnologia**, Brasília, v. 22, n. 3, p.651-665, set./dez. 2005

MATEUS, Tiago. **A suinocultura e a fermentação anaeróbica: o potencial energético do biogás através de efluentes da agro-pecuária**. 2007. 10 p. Dissertação (Mestrado) – Curso de Energias Renováveis, Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto. Porto, 2007.

MINISTÉRIO DA AGRICULTURA. **Suínos**. Disponível em: <<http://www.agricultura.gov.br/animal/especies/suinos>>. Acesso em: 20 abr. 2015.

OLIVEIRA, R. A.; DENICULI, W; IABORAHY, C. R.; CECON, P. R. Redução da demanda bioquímica de oxigênio de águas residuárias da suinocultura com o emprego da macrófita aquática. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v. 4, n. 1, 2000.

PAINEL INTERGOVERNAMENTAL SOBRE MUDANÇAS CLIMÁTICAS. Agriculture, forestry and other land use. In: **2006 IPCC Guidelines for national greenhouse gas inventories**. IPCC: Japão, 2006.

PARANÁ. **Bacia do Rio Paraná III**. In: Bacias hidrográficas do Paraná: série histórica. 2 ed. Curitiba: SEMA, 2013. p. 131 – 138.

PASQUAL, Janaina Camile; MARIANI, Leidiane; BLEY JÚNIOR, Cícero; REBOLLAR, Paola May; GONZALEZ, Rafael Hernando de Aguiar. A utilização do sensoriamento remoto para o planejamento de condomínios de agroenergia a partir de biogás de biomassa residual. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE SENSORIAMENTO REMOTO, 15., 2011, Curitiba. **Anais...** . Curitiba: Inpe, 2011. p. 4279 - 4286.

PRATI, Lisandro. **Geração de energia elétrica a partir do biogás gerado por biodigestores**. 2010. 83 p. Monografia (Graduação) – Curso de Graduação de Engenharia Elétrica, Setor de Tecnologia, Departamento de Engenharia Elétrica, Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2010.