Revista Tecnológica - Universidade Estadual de Maringá - ISSN 1517-8048
DOI: 10.4025/revtecnol.v29i1.47857

POTENCIAL ENERGÉTICO DO BIOGÁS E DISTRIBUIÇÃO GEOGRÁFICA NO MS PARA DESTINAÇÃO DE RESÍDUOS NA SUINOCULTURA

BIOGAS ENERGY POTENTIAL AND GEOGRAPHICAL DISTRIBUTION IN MS FOR SWINE BREEDING WASTE DISPOSAL

Robson Leal da Silva[1]
Omar Seye [2]
José Ricardo Patelli Júnior [3]
Tainara Regina Cerutti Torres [4]
Aletéia Marcelle Primão da Silva [5]

Resumo: A região Centro-Oeste concentra os estados brasileiros com maiores escalas de produção da suinocultura, facilitando a logística de produção e distribuição de produtos (carne) e coprodutos de valor agregado (biogás e biofertilizantes). A atividade produz diariamente grandes quantidades de biomassa residual animal a qual requer destino adequado dos efluentes gerados e pode atender a demanda energética local e/ou comercialização do excedente. A metodologia para determinação da quantidade de biogás ($m^3.ano^{-1}$) e eletricidade ($kWh.ano^{-1}$), considera o rebanho suíno efetivo (2008-2016) nas micro e mesorregiões do estado de Mato Grosso do Sul. As principais conclusões incluem quantificação do potencial energético em ~139 $kW_{eletrico}$ (~500 $GWh.ano^{-1}$), bem como importância dos coprodutos (biogás e biofertilizante) com valor agregado relevantes no custeio da atividade da suinocultura e na sustentabilidade ambiental.

Palavras-chaves: energia renovável, biomassa residual, biodigestores, controle ambiental.

Abstract: *Central-West region states concentrate the major Brazilian swine production scales, which facilitates the logistics of production and distribution of products (meat) and value-added co-products (biogas and bio-fertilizers). That activity produces daily large amounts of residual animal biomass which requires appropriate effluent destination and with thepossibility to meet local energy demand and/or surplus selling. Methodology for determination of biogas volume ($m^3.year^{-1}$) and electricity ($kWh.year^{-1}$), based on real swine heard (2008-2016) in micro and meso-regions of Mato Grosso do Sul state. The main findings include quantification of the energy potential as ~139 $kW_{electric}$ (~500 $GWh.ano^{-1}$), as well as the importance of co-products (biogas and bio-fertilizers) with added value relevant to the costing of the activity of pig farming and environmental sustainability.*

Keywords: *renewable energy, residual biomass, biodigestors, environmental control.*

[1, 2, 3] *UFGD - Universidade Federal da Grande Dourados, Rodovia MS-270, km 12, CEP: 79.804-970, Dourados-MS, Brasil. e-mail: rlealsilva@hotmail.com; omar_seye@hotmail.com; jrjunio@uol.com.br*
[4] *Profissional Engenheira de Energia, Dourados-MS, Brasil, email: tainara_cerutti@hotmail.com*
[5] *Profissional Adm. de Empresas e Negócios, Dourados-MS, Brasil, email: alemarcelle23@hotmail.com*

Revista Tecnológica - Universidade Estadual de Maringá - ISSN 1517-8048
DOI: 10.4025/revtecnol.v29i1.47857

1 Introdução

Em 2015 o PIB da suinocultura no Brasil somou mais de R$ 62 bilhões, resultado de quase 40 milhões de suínos abatidos. As maiores escalas de produção localizam-se nos estados da região Centro-Oeste (MS, MT e GO), com cerca de metade da produção integrada a agroindústrias. Destaca-se o Mato Grosso do Sul com a maior concentração de granjas "WTF – Wean to Finish" (Leitão desmamado até terminado 125 kg) (Neves et al., 2016). O Centro-Oeste apresenta 14,5% do total de abates no país (6,5% em 2000), e no Sudeste 18%; enquanto que a região Sul reduziu de 78% para 67% no mesmo período (Neves et al., 2016).

Atividades urbanas (ex: tratamento de esgoto; Bilotta e Ross, 2016; Rosa et al., 2016), agroindustriais e rurais (ex: agricultura, pecuária e criação de outros animais para corte) geram resíduos diversificados; alguns são coprodutos com potencial valor econômico agregado. Resíduos de origem biológica via transformações químicas - decomposição anaeróbica - produzem metano (CH4), insumo energético que resulta no biogás; além do CO2 e outros gases como ácido sulfídrico que confere odor ruim ao biogás (Abreu &Avelino, 2012). Recentemente, o termo "Bioenergia" tem sido utilizado para caracterizar a obtenção de energia a partir da biomassa e que pode ser transformado em biocombustíveis sólidos (ex: carvão vegetal), líquidos (ex: etanol ou biodiesel) ou gasosos (ex: biogás originado de dejetos animais ou do lixo urbano e esgoto doméstico).

O biogás é fonte de energia renovável, e pode ser armazenado no meio rural para fins de aquecimento de ambiente, cozimento, resfriamento, dentre outras aplicações (Silva & Silva, 2010). A conversão utilizando motores de combustão, acoplados a geradores elétricos, permite obter energia térmica (calor) e elétrica (eletricidade). No estado de MS, valores anuais de energia térmica alcançaram 15 mil TEP entre 2002-08 (Silva & Silva, 2016). Biogás originado na avicultura, via abate industrial, destacou-se em 2012 o estado de MS e a região Centro-Oeste, respectivamente como 8ª e 3ª maiores potenciais (Malaggi & Souza, 2014).

Estudos da viabilidade técnica, econômica, social e ambiental de iniciativas para aproveitamento de energia originada de recursos locais/regionais é uma forma de difundir tecnologias para alternativas sustentáveis de uso e consumo final, ou seja, descentralizada da rede de distribuição nacional. A viabilidade econômica para conversão deste biocombustível em energia elétrica é intensificada quando considera-se a venda de créditos de carbono e o uso do biofertilizante - coproduto da biodigestão (Avaci et al., 2013). Outra abordagem são estudos de viabilidade da construção de biodigestores (Dias et al., 2013), destinados para atividades agrícolas de pequeno porte, considerando aplicações diversas do biogás obtido (ex: queimador de fogão, geladeira a gás, aquecedor de água, cogeração de energia, etc).

Dentre outros benefícios, o uso de biodigestores na suinocultura melhora aspectos ambientais tais como odores e reduz a contaminação da água de rios e do lençol freático; para tal, deve ter alguns parâmetros de operação monitorados, a exemplo do pH e DBO (Colatto & Langer, 2011; Silva et al., 2014). O biodigestor transforma em combustível renovável os dejetos, principalmente na criação de animais confinados, além de obter biofertilizante - resíduos sólidos não poluentes. O metano (CH4) tem PCS ~21-30 $MJ.m^{-3}$ nas condições de produção (~60% do volume no biogás) e alcança ~50 $MJ.m^{-3}$ quando purificado, ou seja, CO2 retirado. O teor de CH4 pode variar dentre as espécies animais devido à alimentação, com maiores quantidades produzidas por animais confinados (Santos & Nardi Jr., 2013). Na América Latina Andina, biodigestores auxiliam comunidades rurais na autossustentabilidade energética e econômica (melhor produtividade dos cultivos com adubo orgânico), além dos aspectos agroecológicos e benefícios ambientais e sanitários (Poggio et al., 2009).

O uso de biomassa como fonte renovável de energia é relatado em diversas pesquisas e aplicações. O aproveitamento energético da biomassa residual de origem animal é importante

Revista Tecnológica - Universidade Estadual de Maringá - ISSN 1517-8048
DOI: 10.4025/revtecnol.v29i1.47857

para viabilizar o saneamento ambiental rural e com a consequente obtenção de biogás e adubo orgânico (Frigo et al., 2015). Pode-se substituir o nitrogênio mineral por orgânico - dejetos suínos líquidos, conforme dosagens recomendadas em culturas específicas a exemplo do milheto ou milho safrinha (Castagnaraet al., 2009). Quando ainda não decompostos, os dejetos suínos (Pinto et al., 2014) em comparação com bovinos (Matos et al., 2017) e aves, possuem quantidades intermediárias de N (1,8-2,5%), P (1,2-2,0%) e K (0,8-1,5%). Aplicações inovadoras do biogás incluem obtenção de H2 via reforma catalítica que pode ser usado em células a combustível (Schaffer et al., 2014).

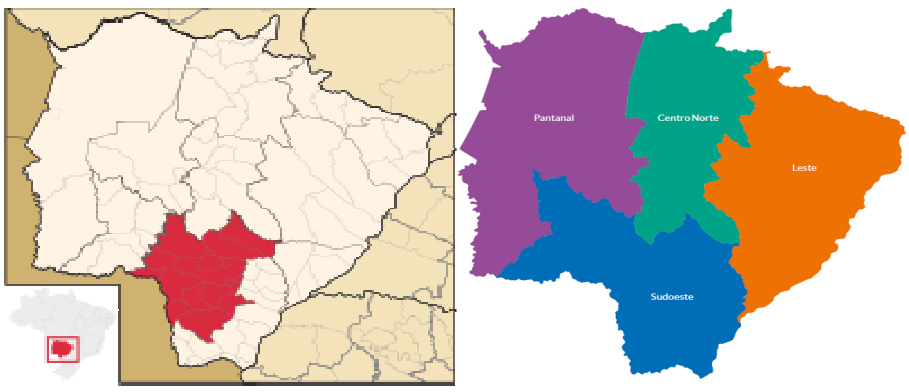
Este artigo tem como objetivo analisar a evolução temporal da disponibilidade de biogás e potencial energético, e respectiva distribuição espacial do rebanho suíno no estado de Mato Grosso do Sul; municípios, micro e mesorregiões geográficas. Com isso, quantificar os coprodutos (biogás e biofertilizante) e determinar o potencial anual para produção de energia elétrica a partir deste biocombustível, visando aumentar a competitividade na cadeia produtiva da suinocultura via agregação de valor e redução de impactos ambientais inerentes.

2 Materiais e Métodos

2.1 Base de dados e origem da matéria prima

Os dados brutos correspondentes à quantidade efetiva de animais do rebanho suíno (2008-16), em cada município, considerando a base de dados da PAM – Produção Agrícola Municipal via SIDRA – Sistema IBGE de Recuperação Automática (IBGE, 2015). Metodologia análoga utilizada na quantidade de animais abatidos (Região Centro-Oeste, 2002-08) em estabelecimentos sob inspeção sanitária (Silva & Silva, 2016) e rebanho suíno em 13 municípios do MS entre 1999-2008 (Silva & Silva, 2010).

Avaliou-se a extensão territorial do estado de Mato Grosso do Sul, com cartogramas (representação geográfica) suas 11 micro e 4 mesorregiões geográficas, contemplando 79 municípios (IBGE, 2017), Figura 1. Meso e microrregiões são conforme segue: “A” - Centro Norte de MS (Alto Taquari e Campo Grande); “B” - Leste de MS (Cassilândia Nova Andradina, Paranaíba e Três Lagoas); “C” - Pantanais de MS (Aquidauana e Baixo Pantanal); “D” - Sudoeste de MS (Bodoquena, Dourados e Iguatemi). A microrregião “Dourados” (destacada na Fig. 1A) e a mesorregião “Sudoeste” abrangem, respectivamente, 15 e 39 municípios.



(A) (B)

Figura 1. Cartogramas para microrregiões (esquerda) e mesorregiões (direita) do MS.

2.2 Quantificação do biogás e matéria-prima

Para quantificar a conversão destes resíduos orgânicos - dejetos suínos - em biogás, utilizou-se metodologia proposta pelo Centro Nacional de Referência em Biomassa e outros

Revista Tecnológica - Universidade Estadual de Maringá - ISSN 1517-8048
DOI: 10.4025/revtecnol.v29i1.47857

artigos técnico-científicos (Coelho et al., 2012; Silva & Silva, 2016). Assim, o volume anual de metano contido no biogás, resultante da decomposição da biomassa residual animal é determinado pelas Eqs. (1), (2) e (3).

$$V_{CH4} = 365 \,.\, N_{animais} \,.\, E_t \,.\, P_b \,.\, C_{CH4} \,.\, (\rho_{CH4})^{-1} \quad (1)$$
$$E_t = Q_{Esterco} \,.\, (dia)^{-1} .\, (N_{Biodigestores})^{-1} \quad (2)$$
$$P_b = Q_{Biogás} \,.\, (Q_{Esterco})^{-1} \quad (3)$$

Onde: V_{CH4} ($m^3.ano^{-1}$) é o volume de metano produzido no período de um ano; 365 é o número de dias no ano; $N_{animais}$ é o número de animais no rebanho; E_t (kg) é a quantidade diária total de dejetos suínos - a ser injetada no biodigestor; $N_{Biodigestores}$ é o número de biodgestores requerido; P_b [$(kg_{Biogás}).(kg_{Esterco})^{-1}$] é o fator de conversão da produção de biogás no biodigestor; C_{CH4} (% v/v) é a fração em volume de metano no biogás; ρ_{CH4} ($kg.m^{-3}$) é a massa específica, propriedade do fluido gasoso. Os valores utilizados para rebanho de suínos, são (Motta, 1986): E_t= 2,25 kg, P_b= 0,062, C_{CH4}= 66% e ρ_{CH4}=0,670 $kg.m^{-3}$.

2.3 Energia térmica e elétrica na conversão do biogás

A combustão do biogás terá eficiência no processo de conversão $\eta_{Teórica}$ = 100%; ou seja, todo o poder calorífico deste biocombustível é convertido em energia térmica na forma de calor. A energia obtida na queima completa é dada pela Eq. (4) (Silva & Silva, 2016):

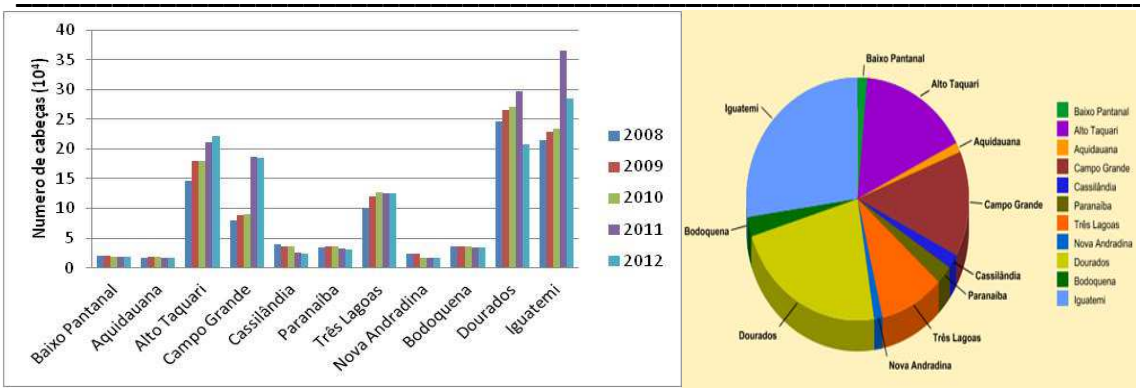
$$Energia\ (GJ) = \eta_{Teórico} \,.\, PCS_{CH4}.V_{CH4} \,.\, (1000)^{-1} \quad (4)$$

Onde: (PCS_{CH4}) é o poder calorífico superior do metano, 30 $MJ.m^{-3}$ (Santos & Nardi Jr., 2013) e que pode alcançar ~33,80 $MJ.m^{-3}$ (Coelho et al., 2012). A energia elétrica ($kWh.ano^{-1}$) obtida na conversão do biogás em energia térmica, é ~0,000277778 kW.h (eletricidade) para 1 kJ (calor), que corresponde à conversão de unidades S.I.

3 Resultados e discussões

A evolução e distribuição do rebanho suíno efetivo nas microrregiões do estado de MS é indicada na Figura 2. Ocorre um aumento significativo em 2011 (~56%) na microrregião "Iguatemi" (24,5% do rebanho em 2012), ultrapassando "Dourados" (~18% do rebanho em 2012) que foi o destaque nos períodos anteriores (2008-2010); ambos com redução em 2012 de ~22% do rebanho suíno e localizados na região sul do MS (divisa com estado do Paraná). Vale mencionar a contribuição significativa do município de Glória de Dourados, que possui a maior criação de suínos da microrregião "Dourados". A microrregião "Alto Taquari" (Figura 1A, "01" - divisa com estado de Mato Grosso) é a única que apresentou crescimento regular no período, ultrapassando "Dourados" em 2012, respectivamente 19% e ~18% do rebanho. Também aumento significativo observado em 2011-12 na microrregião "Campo Grande" com ~16% do rebanho (Figura 1A, "05"); possivelmente devido à expansão das atividades nos municípios vizinhos ao "Alto Taquari", a exemplo de "Bandeirantes" que entre 2008-12 ampliou em ~4 vezes o rebanho (~12 vezes entre 2008-2016). A microrregião "Três Lagoas", divisa ao Leste (fronteira com estado de São Paulo), manteve-se praticamente constante, representando ~11% do rebanho em 2012.

Revista Tecnológica - Universidade Estadual de Maringá - ISSN 1517-8048
DOI: 10.4025/revtecnol.v29i1.47857



(A) (B)

Figura 2. Microrregiões do MS – Rebanho suíno efetivo (A) e proporções em 2011 (B).

Na Figura 3, tem-se o rebanho suíno no período 2008-2016 nas quatro mesorregiões do MS. Destaca-se a mesorregião "Sudoeste de MS" visto contemplar três microrregiões e 39 municípios ("Bodoquena", "Dourados" e "Iguatemi" – as duas últimas com maior rebanho na distribuição histórica, Figura 2). Em 2016, os municípios de maior representatividade, na sua respectiva mesorregião e no estado de MS como um todo são: Corumbá (~38% do "Pantanais do MS", ou ~1% do MS), São Gabriel do Oeste e Campo Grande (~61% e 19% do "Centro Norte do MS", ou ~18% e 4,5% do MS), Brasilândia (~52% do "Leste do MS", ou ~7% do MS); e, no "Sudoeste do MS" destacam-se quatro municípios, Itaporã e Dourados (~16% e ~8% do "Sudoeste", ou ~9% e ~4,3% do MS) e Glória de Dourados e Jateí (~29% e ~14% do "Sudoeste", ou ~16% e ~7,5% do MS). Portanto, 4 municípios na região "Sudeste" e dois no "Centro Norte" correspondem, respectivamente, a 36,5% e 22,5% do total estadual em 2016, ou seja, ~70% e os demais 75 municípios com ~30%.

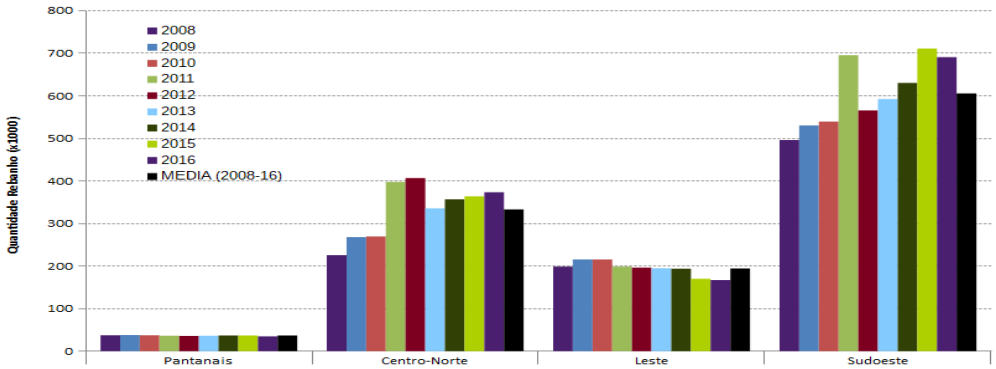
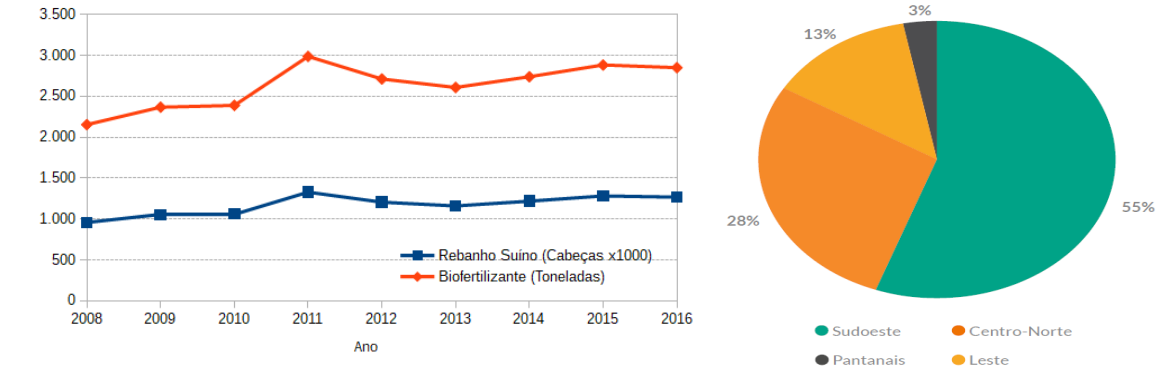


Figura 3. Mesorregiões do MS – Evolução do rebanho suíno efetivo e média (2008-16).

A evolução na quantidade do rebanho e potencial de biofertilizantes é representada na Figura 4. O estado de Mato Grosso do Sul - todas as micro e/ou mesorregiões - alcançou ~3.10^6 toneladas de dejetos suínos em 2011, com redução em 2012 (ver também Figuras 2A e 3) e posterior recuperação do nível entre 2014-16. De modo geral, houve crescimento regular durante o período 2008-11 (~38%) e 2013-16. No entanto, 2012 foi ano atípico e identificada situação atrelada ao preço do milho - principal insumo do setor - o qual aumentou consideravelmente, e vários produtores saíram da atividade (APROSOJA/MS, 2012). A microrregião "Dourados" (15 municípios) apresentou em 2005, produção potencial de biogás acima de 20.000 $m^3.mês^{-1}$, conforme o atlas de bioenergia do Brasil (Coelho et al., 2012), valores estes bastante significativos.

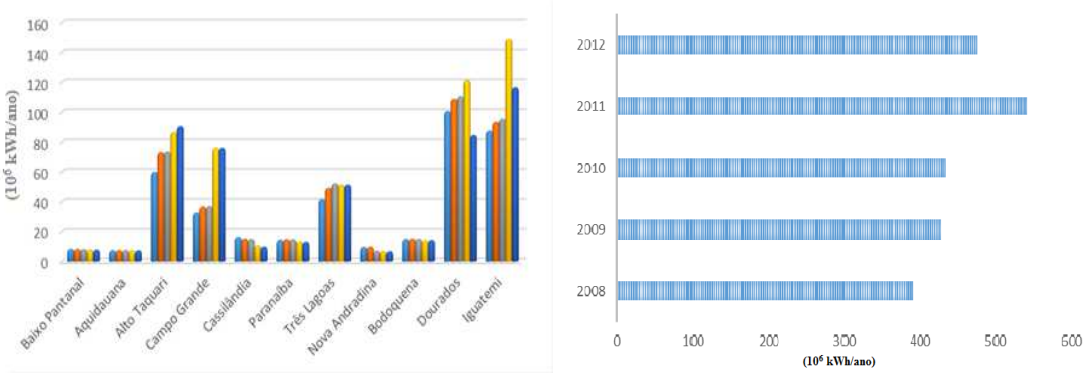
Revista Tecnológica - Universidade Estadual de Maringá - ISSN 1517-8048
DOI: 10.4025/revtecnol.v29i1.47857



(A) (B)

Figura 4. Evolução do rebanho e potencial de biofertilizantes (A) e distribuição em 2015 (B).

A Figura 5 apresenta o potencial energético - energia elétrica (kWh.ano^{-1}) – considerando a disponibilidade do biogás; nas 11 microrregiões e todo o território no período 2008-2012, resultando em média anual de ~500 GWh.ano^{-1} (considerando 3600h anuais). Para fins de comparação, a região Oeste do Paraná (~60% rebanho do PR; Neves et al., 2016) apresenta potencial para ~100 mil GWh.ano^{-1}, considerando todas as possíveis biomassas residuais de origem animal (suínos, bovinos, aves, etc) conforme estudos do CIERBIOGAS – Centro Internacional de Energias Renováveis com Ênfase em Biogás (apud Frigo et al., 2015).



(A) (B)

Figura 5. Energia elétrica - disponibilidade teórica, microrregiões (A) e estado de MS (B).

Atividades típicas do meio rural podem utilizar biogás; considerando PCS~23GJ.m^{-3} (C_{CH4}< 70%) este equivale às seguintes quantidades de outros combustíveis (Kitamura et al., 2014): 2,7 kg de madeira ou 1,4 kg de carvão vegetal (originado de madeira); 0,8 L de gasolina ou 1,3 L de etanol; 1,7 m^3 de Metano ou 0,2 m^3 de Butano. Além disso, há significativa redução do volume ocupado no armazenamento de combustível gasoso (em vaso de pressão) comparado à combustíveis sólidos ou líquidos; além de possuir PCS bem superior quando tem-se a purificação do biogás (C_{CH4}~100%).

Considerando a eficiência energética em um sistema de produção de suínos, embora o produto principal seja o animal para abate, os coprodutos (biofertilizante e o biogás) correspondem a ~43% da quantidade de energia disponível (Angonese et al., 2006). Avaliação experimental da produção de biogás utilizando dejetos suínos obteve de 0,136 m³.kg^{-1} (Souza & Campos, 2007). Como referência de produção de biogás na avicultura de corte, tem-se cerca de 2,78 m^3.dia^{-1} por animal abatido e C_{CH4} = 73% (Malagi & Souza, 2014).

Resultados obtidos demonstram grande disponibilidade de biogás (bioenergia) e adubo orgânico (fertilizante em agroecossistemas), para uso em pequenas e médias propriedades

Revista Tecnológica - Universidade Estadual de Maringá - ISSN 1517-8048
DOI: 10.4025/revtecnol.v29i1.47857

rurais a partir da biomassa residual animal na atividade da suinocultura. Aproveitamento dos resíduos sólidos como biofertilizante representa um coproduto com valor agregado relevante, ajudando no custeio da atividade juntamente ao uso ou venda do biocombustível gasoso. Deve-se considerar também a sustentabilidade ambiental, garantida ao tratar adequadamente resíduos sólidos e líquidos; permitindo que atividades de base ecológica possam beneficiar-se da adubação orgânica em hortaliças, frutíferas e afins, típicas na agricultura familiar.

4 Conclusões

A biomassa residual representa valor agregado relevante em coprodutos, propiciando auxílio no custeio da suinocultura, além de fator positivo na sustentabilidade da cadeia produtiva e na conservação do meio ambiente. O estudo analisa séries históricas recentes, quantificando disponibilidade potencial de biogás, biofertilizantes e distribuição geográfica. O potencial energético local/regional é significativo, em média 139 $kW_{eletrico}$ (~500 $Gwh.ano^{-1}$).

A disponibilidade de biogás e biofertilizantes é concentrada em seis municípios das mesorregiões, com ~70% da produção do MS (em 2016); e ~30% nos demais 75 municípios. Maior potencial local é nos municípios de São Gabriel do Oeste e Glória de Dourados, respectivamente com ~18% e ~16%. Destacam-se duas microrregiões ao sul do estado ("Iguatemi", ~25%; "Dourados", ~18%; em 2012) e, mais recentemente acompanhadas por outras duas ao norte do estado ("Alto Taquari", ~19%; "Campo Grande", ~16%, em 2012).

Agradecimentos

O presente trabalho foi realizado com apoio do Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (MCTIC/CNPq) e Universidade Federal da Grande Dourados (UFGD), via Programa Institucional de Bolsas de Iniciação Científica - Ações Afirmativas (PIBIC-AF) em nome da aluna Tainara R. C. Torres e orientador Robson Leal da Silva.

Referências

ABREU, F. V. & AVELINO, M. Análise energética da eficiência do motor de combustão interna utilizando como combustível o biogás. In: Congresso Nacional de Engenharia Mecânica, 2012, São Luís – MA, Brasil, Vol. VII CONEM, 8p.

AVACI, A. B., SOUZA, S. N. M., CHAVES, L. I., NOGUEIRA, C. E. C. &NIEDZIALKOSKI; SECCO, D. Avaliação econômico-financeira da microgeração de energia elétrica proveniente de biogás da suinocultura. **Rev. Bras. de Eng. Agrícola e Ambiental**, v.17, n.4, p.456-462, 2013.

ANGONESE, A. R., CAMPOS, A. T., ZACARKIM, C. E., MATSUO, M. S. & CUNHA, F. Eficiência energética de sistema de produção de suínos com tratamento dos resíduos em biodigestor.**Rev. Bras. de Eng. Agrícola e Ambiental**, v.10, n.3, p.745-750, 2006.

APROSOJA/MS – Associação dos produtores de soja e milho do estado de Mato Grosso do Sul, **Notícias**. Acessado em 01/10/2012. Web page: <http://sistemafamasul.com.br/aprosoja-ms/noticias-aprosojams/>&<http://g1.globo.com/mato-grosso-do-sul/noticia/2012/08/clima-e-investimentos-fazem-safra-de-milho-superar-soja-pela-1-vez-em-ms.html>.

Revista Tecnológica - Universidade Estadual de Maringá - ISSN 1517-8048
DOI: 10.4025/revtecnol.v29i1.47857

BILOTTA, P. & ROSS, B. Z. L. Estimativa de geração de energia e emissão evitada de gás de efeito estufa na recuperação de biogás produzido em estação de tratamento de esgotos. **Eng. Sanitária e Ambiental**, v.21, n.2, p.275-282, 2016.

CASTAGNARA, D. D., BELLON, P. P., MONDARDO, D., MEINEREZ, C. C.; OLIVEIRA, P. S. R.; NERES, M. A. & MESQUITA, E. E. Substituição da adubação nitrogenada por dejeto suíno na cultura do milheto. **Revista Brasileira de Agroecologia**, v.4, n.2, p.3706-3709, 2009.

COELHO, S.T., MONTEIRO, M.B. & KARNIOL, M.R.**Atlas de Bioenergia do Brasil**. São Paulo: CENBIO – Centro Nacional de Referência em Biomassa/MME, 2012. 66p. Web page: <http://cenbio.iee.usp.br/>.

COLATTO, L. &LANGER, M. Biodigestor - resíduo sólido pecuário para produção de energia. **Unoesc & Ciência – ACET**, v.2, n.2, p.119-128, 2011.

DIAS, M. I. A., COLEN, F., FERNANDES, L. A., SOUZA, R. M. & BUENO, O. C. Viabilidade econômica do uso do biogás proveniente da suinocultura, em substituição a fontes externas de energia. **Energia na Agricultura**, v.28, n.3, p.155-164, 2013.

FRIGO, E.P., ALVES, H.J., FRIGO, M.S., ARAÚJO, C.H.C. & BASTOS, R.K. Biomassa residual rural proveniente de diferentes atividades agropecuárias brasileiras. **Energia na Agricultura**, v.30, n.1, p.21-26, 2015.

IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística, **PAM – Pesquisa Agropecuária Municipal 2008-2012**. Acessado em 01/11/2015. Web page: <http://sidra.ibge.gov.br/bda/acervo>

IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística, **Cidades**. Acessado em 01/12/2017. Web page: <http://www.cidades.ibge.gov.br/xtras/uf.php?lang=&coduf=50&search=mato-grosso-do-sul>

KITAMURA, D. S., NOGIEIRA, C. E. C., SILVA, F. P., SOUZA, S. N. M., HASHISUCA, A. M. M., FERNANDES, D. M. & KLAUS, O. L. Operação de grupo gerador a biogás na geração de energia elétrica. **Acta Iguazu**, v.3, n.2, p.20-26, 2014.

MALAGGI, M. & SOUZA, S. N. M. Estimativa do potencial de produção de biogás e energia na indústria de abate de frangos no Brasil. **Revista Brasileira de Energias Renováveis**, v.3, n.3, p.151-162, 2014.

MATOS, C. F., PAES, J. L., PINHEIRO, E. F. M. & CAMPOS, D. V. B. Biogas production from dairy cattle manure, under organic and conventional production systems. **Engenharia Agrícola**, v.37, n.6, p.1081-1090, 2017.

MOTTA, F.S. **Produza sua energia – biodigestores anaeróbicos**. Recife gráfica, Editora AS, 1986.

Revista Tecnológica - Universidade Estadual de Maringá - ISSN 1517-8048
DOI: 10.4025/revtecnol.v29i1.47857

NEVES, M. F., LIMA Jr., J .C. & SÁ, N. C. (Coordenação técnica). **Mapeamento da suinocultura brasileira**. Brasília-DF: ABCS–Associação Brasileira dos Criadores de Suínos/SEBRAE–Serviço Brasileiro de Apoio à Micro e Pequenas Empresas, 2016. 376p.

PINTO, L. P., CABRAL, A. C., SCHNEIDER, L. T., AZEVEDO, K. D., FRIGO, J. P. & FRIGO, E. P. Levantamento de dados sobre dejetos suínos e suas características. **Revista Brasileira de Energias Renováveis**, v.3, n.3, p.179-187, 2014.

POGGIO, D., PRADO, M. P., FERRER, I. & ENRIC, V. Biodigestores de bajo coste para climas andinos. **Revista Brasileira de Agroecologia**, v.4, n.2, p.4508-4511, 2009.

ROSA, A. P., LOBATO, L. C. S., BORGES, J. M., MELO, G. C. B. & CHERNICHARO, C. A. L. Potencial energético e alternativas para o aproveitamento do biogás e lodo de reatores UASB: estudo de caso Estação de tratamento de efluentes *Laboreaux* (Itabira). **Engenharia Sanitária e Ambiental**, v.21, n.2, p.315-328, 2016.

SANTOS, E. L. B. & NARDI Jr., G. Produção de biogás a partir de dejetos de origem animal. **Tekhne e Logos**, v.4, n.2, p.80-90, 2013.

SCHAFFER, J. V., ALVES, H. J., MARIN NETO, A. J., LOPES, D. G., KUGELMEIER, C. L. & SANTOS, G. R. Potencial de produção de hidrogênio a partir da reforma catalítica do biogás na região oeste do Paraná. **Revista Tecnológica**, v.23, n.1, p.119-129, 2014.

SILVA, F. P., BOTTON, J. P., SOUZA, S. N. M. & HACHISUCA, A. M. M. Parâmetros físico-químicos na operação de biodigestores para suinocultura. **Revista Tecnológica**, v.Edição Especial, n.1, p.33-41, 2014.

SILVA, R. L., PAULA, I. O., PATELLI Jr., J. R., TORRES, T. R. C. & PEREIRA, T. V. Residual biomasses in the micro-region of Dourados (MS): Assessment and availability for energy in agriculture thermal conversion. **Engenharia Agrícola**, v.37, n.3, p.433-440, 2017.