



**POTENCIAL ENERGÉTICO DE RESÍDUOS GERADOS DE UMA PROPRIEDADE
SUINÍCULA EM REDENÇÃO – CE**

Rosaliny de Castro Lourencio¹, Max César de Araújo², Naiane de Oliveira dos Santos³, Caio
Kerson Oliveira Veras⁴, André Luís Barros de Oliveira⁵

RESUMO: A suinocultura é uma atividade relevante para o setor agrícola brasileiro, contudo, quando manejada de forma inadequada, causa significativos impactos adversos ao meio ambiente em decorrência da geração de efluentes ricos em carga orgânica, nutrientes e patógenos. Com base no exposto, objetivou-se neste trabalho analisar o potencial energético de uma propriedade com criação de suínos localizada no município de Redenção-CE. A metodologia foi baseada na quantificação dos subprodutos gerados a partir das águas residuárias. Inicialmente, foi estimado o volume gerado de águas residuárias, determinada a concentração de sólidos totais (fixos e voláteis) e estimativa de produção de biogás e energia elétrica. Determinou-se um volume produzido de águas residuárias de 10.632.121,50 m³. ano⁻¹, concentração média de 18,97 kg.m⁻³ de sólidos voláteis, assim como, 267.876,40 m³ de biogás. dia⁻¹ podendo gerar 382.527,60 kWh de energia elétrica.dia⁻¹.

PALAVRAS-CHAVE: suinocultura, biogás, energia renovável

**ENERGY POTENTIAL OF RESIDUES GENERATED IN A PIG FARMING
IN REDENÇÃO – CE**

ABSTRACT: The pig farming is a relevant activity for the Brazilian agricultural sector, however, when improperly managed, it causes significant adverse impacts to the environment due to the generation of effluents rich in organic load, nutrients and pathogens. Based on the exposed, the objective of this study was to analyze the energy potential of a pig farm located in the municipality of Redenção-CE. The methodology was based on the quantification of by-products generated from wastewater. Initially, the volume of wastewater was estimated, determined the concentration of total solids (fixed and volatile), estimated the production of biogas and electric energy. A volume of wastewater of 10,632,121.50 m³ was determined. year⁻¹, average concentration of 18.97 kg.m⁻³ of volatile solids, as well as, 267,876.40 m³ of biogas. day⁻¹ and it can generate 382,527.60 kWh of electricity.day⁻¹.

KEYWORDS: swine breeding, biogas, renewable energy.

INTRODUÇÃO

Entre as cadeias produtivas mais difundidas do setor agroindustrial está a suinocultura, visto que a carne suína é a fonte principal de proteína animal consumida no mundo, mesmo

¹ Engenheira Agrônoma, Pesquisadora, Incubadora Tecnológica de Economia Solidária (INTESOL), Redenção, CE. Fone (85) 998148167. E-mail: rosaliny2009@hotmail.com

² Prof. Doutor, Instituto de Desenvolvimento Rural, UNILAB, Redenção, CE

³ Engenheira Agrônoma

⁴ Mestrando em Engenharia Elétrica, Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, CE

⁵ Graduando em Engenharia de Energias, UNILAB, Redenção, CE



com a existência de países cujo consumo cárneo predominante não é o suíno. (Gervásio, 2013). Segundo Konzen (1993) citado por Diesel et al, (2002) dejetos é todo resíduo oriundo do processo criatório de suínos, podendo ser formados por: biomassa residual (fezes e urina), água utilizada para a higienização dos galpões, água desperdiçada pelos bebedouros, pêlos, poeiras e restos de ração. De acordo com Gonçalves & Souza (1997), esgotos sanitários apresentam concentração de DBO (Demanda Bioquímica de oxigênio) na média de 220 mg.L⁻¹. Segundo Konzen (1980), a concentração média da DBO em águas residuárias suinícolas é de 10.250 mg.L⁻¹, o que significa que é cerca de 34 vezes superior aos esgotos sanitários. Assim, é evidente que águas residuárias de suinocultura têm elevado poder de poluição quando comparada com esgotos sanitários. O destino inapropriado dos resíduos oriundos da criação de animais é tema de grandes inquietações, pois estes ao serem despejados no ambiente sem tratamento, podem provocar danos a água, solo e ar, além de afetarem a sociedade e economia negativamente, pois transmitem riscos à saúde pública (Barbosa & Langer, 2011).

Diante disto, o objetivo deste trabalho foi de determinar o potencial energético através de cálculos do volume de águas residuárias gerado na unidade de produção de leitões (UPL) da propriedade; quantidade de biogás produzidos a partir dos resíduos; quantidade de energia elétrica que poderia ser produzida por um biodigestor anaeróbico.

MATERIAL E MÉTODOS

O estudo foi desenvolvido em uma propriedade suinícola, localizada no município de Redenção, no estado do Ceará. A propriedade fica situada geograficamente entre a latitude 95°23'549" Sul e longitude 53°20'80" Leste. De acordo com a Fundação Cearense de Meteorologia e Recursos Hídricos (FUNCEME), a média de temperatura encontra-se entre 26° a 28° e período chuvoso de janeiro a abril. O estudo foi realizado na Unidade Produtora de Leitões (UPL), esta unidade compreende ao processo reprodutivo, sendo a reprodução, nascimento dos leitões e o crescimento (até que saiam da creche). No segundo semestre de 2017, o plantel da unidade (UPL) abrigava 679 matrizes. Além disso, haviam 1788 leitões em creche, 6 reprodutores, 1006 leitões em maternidade, totalizando 3.479 na unidade. A água utilizada na propriedade advém de um açude da propriedade, a mesma é tratada e armazenada em caixas d'água.

Para a obtenção da concentração de sólidos, uma alíquota de efluente suíno bruto foi coletada da esterqueira da propriedade, adotando a metodologia descrita por EATON, et al.,



(2007). Os ensaios, em triplicata, foram realizados no Laboratório de Efluentes e Qualidade de água do Instituto de Ciências do Mar – LABOMAR, na Universidade Federal do Ceará. Estão especificados na (Tabela 1), todas a equações que foram utilizadas para obtenção dos resultados.

Tabela 1. Equações utilizadas para calcular a geração de águas residuárias, a produção de metano, biogás e energia elétrica.

Equações	Variáveis	Fonte
Equação (1) $Vt = V_{UPL} * Nm$	Vt = Volume total de águas residuárias (L/dia); V_{UPL} = Volume de águas residuárias gerado por UPL (L/matriz.dia); Nm = Número de matrizes (matriz);	Perdomo et al, (2003).
Equação (2) $k = 0,6 + 0,00206.e^{0,051.S0}$	k = coeficiente cinético ou fator de inibição microbiológico (adimensional); $S0$ = concentração de SV do efluente (kg.m-3);	Hashimoto (1979) citado por Pulsen (2003); Lima (2011) e Sinotti (2005).
Equação (3) $\mu m = 0,013.T - 0,129$	μm = taxa de crescimento máximo específico dos micro-organismos (dia ⁻¹); T = Temperatura (°C)	Hashimoto (1979) citado por Poulsen (2003)
Equação (4) $Yv = (Bo * So) / (\theta * (1 - k / (\theta * \mu m - 1 + k)))$	YV = taxa de produção de metano (m3 de CH4.m3 reator-1.dia ⁻¹); $B0$ = taxa máxima de produção de metano (m3 de CH4.kg de SV ⁻¹); $S0$ = concentração de SV do efluente (kg.m-3); θ = tempo de retenção hidráulica (dias); k = coeficiente cinético ou fator de inibição microbiológico (adimensional); μm = taxa de crescimento máximo específico dos microrganismos (dia ⁻¹);	Hashimoto (1979) citado por Poulsen (2003)
Equação (5) $PB = \gamma v * 0,65$	PB = Produção de biogás (m ³ biogás.m-3 da câmara de digestão. dia ⁻¹); YV = taxa de produção de metano (m3 de CH4.m3 reator-1. dia ⁻¹).	Nishimura (2009)
Equação (6) $VB = VC.\theta$	VB = volume do biodigestor (m ³); VC = volume de carga diária (m ³ . dia ⁻¹); θ = tempo de retenção hidráulica do projeto (dias).	Oliver et al. (2008)
Equação (7) $PE = 1,428.PB$	PE = potência elétrica (KWh. dia ⁻¹); PB = Produção de biogás (m ³ biogás.m-3 da câmara de digestão.dia ⁻¹); 1,428 = coeficiente de conversão (1m ³ de biogás gera 1,428 KWh de energia elétrica).	Adaptada de Sganzerla (1983)

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A propriedade apresentou uma estimativa de volume diário de dejetos de aproximadamente 29.129,10 (m³. dia⁻¹), isso equivale a 42,90 L.matriz⁻¹. dia⁻¹, correspondendo a 10.632.121,50 (m³. ano⁻¹). Diesel et al. (2002) discorre que a geração de biomassa residual é proporcional ao incremento ponderal e ao peso do animal. As concentrações médias das triplicatas obtidas no ensaio de sólidos para sólidos totais, sólidos voláteis e sólidos fixos estão apresentadas na (Tabela 2).



Tabela 2. Concentrações médias das triplicatas obtidas no ensaio de sólidos.

Parâmetros	Valor (mg. L ⁻¹)	Valor (kg. L ⁻¹)	Porcentagem (%)
Sólidos totais	31.453,3	31,4533	100
Sólidos Voláteis	18.966,7	18,9667	60
Sólidos Fixos	12.486,7	12,4867	40

Fonte: Autoria própria

A concentração de sólidos fixos obtida foi maior que a quantidade máxima proposta por Kozen, (1980) citado por Bezerra, (2002). Estes autores relatam que o valor máximo de sólidos fixos é de 10.408 (mg/L), a alta concentração encontrada no resíduo da propriedade em estudo (12.488,7 mg/L) pode ser justificada pelo fato que o resíduo segue a céu aberto para a esterqueira, possibilitando materiais serem misturados, como areia e metais.

Foi obtido o coeficiente cinético (k) de 1,5831 (adimensional) ao aplicar o valor de sólidos voláteis (18,9667 kg.m⁻³) na (Equação 2). Foram adotadas as temperaturas de 24, 28 e 32°C (Tabela 3), pois são passíveis de ocorrência natural na região de Redenção, Ceará.

Tabela 3. Taxa de crescimento máximo específico dos micro-organismo para águas residuárias suínícolas em diferentes temperaturas.

Temperatura (T)	24° C	28° C	32° C
Taxa de crescimento máximo específico dos micro-organismo (µm)	0,183 dia ⁻¹	0,235 dia ⁻¹	0,287 dia ⁻¹

Fonte: Autoria própria.

Observa-se que a temperatura do substrato ao aumentar de 24° para 32° C, praticamente duplica o crescimento máximo de micro-organismos. Coldebella (2006) afirma que na faixa dos 35° C, os micro-organismos anaeróbicos têm a temperatura ótima para o melhor desenvolvimento. A taxa de produção de metano e subsequente produção de biogás estão apresentadas na (Tabela 4).

Tabela 4. Resultados da taxa de crescimento máximo específico dos micro-organismos, da taxa de produção de metano e produção de biogás, passíveis de serem obtidos na propriedade estudada.

Temperatura (°C)	Taxa de Produção de Metano (m ³ de CH ₄ . m ³ reator ⁻¹ . dia ⁻¹)		Produção de Biogás (m ³ biogás.m ⁻³ da câmara de digestão dia ⁻¹)	
	θ de 20 dias	θ de 30 dias	θ de 20 dias	θ de 30 dias
24	0,268	0,210	0,412	0,324
28	0,299	0,225	0,460	0,347
32	0,320	0,236	0,492	0,362

Fonte: Autoria própria.

Entre as faixas de temperaturas empregadas para os cálculos (24, 28 e 32 °C), nota-se aumentos consideráveis na produção de metano, por conseguinte, na produção de biogás, conforme temperatura aumenta. O tempo de retenção hidráulica (θ) de 20 dias é mais atrativo



à produção de metano ao se comparar com o de 30 dias, já a taxa de crescimento máximo específico dos micro-organismos teve aumento de metano linear ao aumento da temperatura.

O volume interno do biodigestor deve ser, no mínimo de 582.582,0 m³ (Quinhentos e oitenta e dois mil, quinhentos e oitenta e dois). A partir do volume interno e da produção de biogás de 0,460 m³ biogás.m⁻³ da câmara de digestão.dia⁻¹ (temperatura de 28° C e θ de 20 dias), determinou-se que, após a estabilização do sistema, a propriedade tenha capacidade de gerar 267.876,4 m³ (duzentos e sessenta e sete mil, oitocentos e setenta e seis, quatro) de biogás diariamente, seria possível a geração de 382.527,6 kWh.dia⁻¹ (trezentos e oitenta e dois mil, quinhentos e vinte e sete, seis) de energia elétrica.

CONCLUSÕES

O presente estudo demonstrou que a propriedade tem alto potencial energético, com possível geração de 267.876,40 m³ de biogás. dia⁻¹, correspondendo a 382.527,60 kWh de energia elétrica.dia⁻¹.

REFERÊNCIAS

GERVÁSIO, W. **Suinocultura** - Análise da Conjuntura Agropecuária. 2013.

DIESEL, R.; MIRANDA, C. R.; PERDOMO, C. C. **Coletânea de Tecnologias sobre Dejetos Suínos**. Boletim Informativo de Pesquisa - Embrapa Suínos e Aves e Extensão — EMATER/RS. Bipers n. 14, ano 10, ago. 2002.

GONÇALVES, F. B., SOUZA, A. P. **Disposição oceânica de esgotos sanitários: história e prática**. Rio de Janeiro: ABES, .1 ed. 1997.

KONZEN, E. A. **Manejo e utilização de dejetos de suínos**. Concórdia-SC: EMBRAPA-CNPSA, 1983. 32 p. (Circular Técnica 6).

BARBOSA, G; LANGER, M. Uso de biodigestores em propriedades rurais: uma alternativa à sustentabilidade ambiental. **Unoesc & Ciência – ACSA**. Joaçaba, v.2, n.1, p.87-96, jan./jun. 2011.

EATON, A. D; CLESCERI, L. S; GREENBERG, A. E; FRANSON, M. A. Standard methods for the examination of water & wastewater. 21. ed. Washington, DC: American Public Health Association, 2007.

POULSEN, T. G. **Solid Waste Management – Chapter 5 Anaerobic Digestion**. 2003. Aalborg University

NISHIMURA, R. **Análise de balanço energético de sistema de produção de biogás em granja de suínos: implantação de aplicativo computacional**. 2009. 84 f. Dissertação



V WINOTEC

O Semiárido Brasileiro

— Realidades e Perspectivas —

2018

Sobral - Ceará

23 a 25 de Maio

(Mestrado em Engenharia Elétrica) – Universidade Federal de Mato Grosso do Sul, Campo Grande-MS, 2009.

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

COLDEBELLA, A. **Viabilidade do uso do biogás da bovinocultura e suinocultura para geração de energia elétrica e irrigação em propriedades rurais.** 2006. 74 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Agrícola) – Programa de Pós-Graduação em Engenharia Agrícola, Universidade Estadual do Oeste do Paraná, Cascavel-PR, 2006.