

DIMENSIONAMENTO DE TANQUE SÉPTICO E BIODIGESTOR PARA TRATAMENTO DE ESGOTO DOMÉSTICO E GERAÇÃO DE ENERGIA EM PROPRIEDADE RURAL SITUADA EM SÃO PEDRO DO TURVO-SP

SEPTIC TANK AND BIODIGESTOR DIMENSIONS FOR DOMESTIC WASTE TREATMENT AND ENERGY GENERATION IN RURAL PROPERTY SÃO PEDRO DO TURVO-SP

¹MOURA, B.V.; ²MARQUES, E.D.

^{1e2}Departamento de Ciências Exatas Centro Universitário das Faculdades Integradas de Ourinhos-UNIFIO/FEMM

RESUMO

A falta de água tratada e saneamento básico é uma realidade vivida por uma parcela significativa da população que vive no campo. Aliado as dificuldades em se dar destino adequado aos resíduos, geram contaminação do solo e possível propagação de doenças de veiculação hídrica. Este trabalho teve como objetivo dimensionar um de tanque séptico e biodigestor na área rural de São Pedro do Turvo – SP, para tratamento de esgoto doméstico, além do uso do biogás resultante, para produção energética. A metodologia aplicada foi efetuada com dados obtidos em censos demográficos e os cálculos foram baseados nas diretrizes dispostas nas Normas da Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT). A partir dos resultados obtidos pode-se fazer uma estimativa de demanda energética para a propriedade em estudo. O tanque séptico e biodigestor avaliadas neste projeto apresentou-se como alternativa no tratamento de esgoto sanitário, nas áreas rurais, melhorando as condições de saneamento dos moradores.

Palavras-chave: Saneamento Básico. Tratamento de Esgoto Doméstico. Fossa Séptica. Biodigestor. Biogás. Geração de Energia.

ABSTRACT

Lack of treated water and sanitation is a reality experienced by a significant portion of the population living in the countryside. Associated with difficulties in determining the proper destination for waste, soil contamination and the possible spread of water circulation diseases. . This work aimed to design a septic tank and biodigester in the rural area of São Pedro do Turvo - SP, for domestic sewage treatment, as well as the use of biosciences used for economic production. The applied methodology was made with data applied in demographic censuses and the calculations were used in the rules laid down in the Standards of the Brazilian Association of Technical Standards (ABNT). From the results obtained, it is possible to estimate the energy demand for the property under study. The septic tank and biodigester available in this project is presented as an alternative in the treatment of sewage in agricultural areas, improving the sanitation conditions of the residents.

Keywords: Basic sanitation. Domestic sewage treatment. Septic tank. Biodigester. Biogas. Energy generation.

INTRODUÇÃO

Segundo Síntese de Indicadores Sociais de 2017, uma análise das condições de vida população brasileira, realizada pelo Pesquisa Nacional por Amostra de Domicílios (PNAD) de 2012 a 2017 e pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), o esgotamento sanitário por rede coletora é o serviço de menor alcance. Ou seja, no período entre 2012 a 2017, 35,90% dos domicílios não tinham

acesso à este serviço e para 37,6% da população faltava ao menos um dos serviços de saneamento básico (IBGE, 2018).

Atualmente, observa-se uma tendência mundial no que diz respeito à esgotamento sanitário, de descentralização das estações de tratamento de esgoto (ETE). Tal prática tem a vantagem de reduzir os interceptores principais, que são as canalizações responsáveis por receber e transportar o esgoto sanitário coletado até as ETEs (METCALF E EDY, 2016).

Dentre as alternativas de tratamento de esgoto descentralizado (tratamentos simplificados), a adoção de tecnologias simples como tanques sépticos e biodigestores, apresentam-se como uma opção economicamente viável, para o atendimento de moradores das zonas rurais e comunidades isoladas, uma vez que é inviável ligar as redes coletores as zonas rurais (METCALF E EDY, 2016).

O presente projeto de pesquisa tem por objetivo principal dimensionar um tanque séptico e um biodigestor para o tratamento primário do esgoto doméstico e propor o uso do biogás resultante do tratamento anaeróbico para geração de energia, tendo como estudo de caso uma propriedade rural localizada no município de São Pedro do Turvo – SP.

MATERIAL E MÉTODOS

Para dimensionamento do sistema de tratamento a ser investigado (tanque séptico seguido de biodigestor), adotaram-se as diretrizes dispostas nas Normas da Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT) NBR 7229 – Projeto, construção e operação de sistema de tanques sépticos

Deve ser considerado ainda a geometria dos tanques, medidas internas mínimas; dispositivos de entrada e saída; abertura para inspeção e manutenção; acesso a limpeza do tanque e disposição de lodo e espuma:

Para cálculo do volume útil a ser calculado pela equação 1, como uso das tabelas 1, 2,3 temos:

$$V = 1000 + N . (CT + K Lf) \quad \text{Equação (1)}$$

Onde: V = Volume útil (L), N = Número de pessoas de contribuição (hab); C = Contribuição de despejos (L/hab.dia); T = Período de detenção, em dias (tabela 2); K = taxa de acumulação de lodo digerido, em dias (tabela 3); Lf = contribuição de lodo fresco, em litro/pessoa x dia (Tabela 1).

Na tabela 1, encontra-se conforme norma ABNT, contribuição diária e lodo fresco.

Tabela 1. Contribuição diária de esgoto e de lodo fresco por tipo de prédio e de ocupante.

Prédio	Unidade	Contribuição de esgotos (C) e lodo fresco (Lf)	
1.Ocupantes permanentes			
Residência			
Padrão alto	Pessoa	160	1
Padrão médio	Pessoa	130	1
Padrão baixo	Pessoa	100	1
Hotel (exceto lavanderia e cozinha) - Alojamento provisório	Pessoa	100	1
	Pessoa	80	1
			1
2.Ocupantes temporários			
Fábrica em geral	Pessoa	70	0,30
Escritório	Pessoa	50	0,20
Edifícios públicos ou comerciais	Pessoa	50	0,20
Escolas (externatos) e locais de longa permanência	Pessoa	50	0,20
Bares			
Restaurantes e similares	Refeição	6	0,10
Cinemas, teatros e locais de curta permanência	Pessoa	25	0,10
	Lugar	2	0,02
Sanitários públicos(A)	Bacia sanitária	480	4,00

Fonte: ABNT – NBR nº 7729/1993

Na tabela 2, para cálculo do período de detenção dos despejos por faixa de contribuição diária.

Tabela 2. Período de detenção dos despejos, por faixa de contribuição diária

Contribuição diária (L)	Tempo de detenção (T)	
	Dias	Horas
Até 1500	1,00	24,00
De 1501 a 3000	0,92	22
De 3001 a 4500	0,83	20
De 4501 a 6000	0,75	18
De 6001 a 7500	0,67	16
De 7501 a 9000	0,58	14
Mais que 9000	0,50	12

Fonte: ABNT – NBR nº 7729/1993

Na tabela 3, taxa de acumulação total de lodo (K) em dias, por intervalo entre limpezas e temperatura do mês mais frio.

Tabela 3. Taxa de acumulação total de lodo (K) em dias, por intervalo entre limpezas e temperatura do mês mais frio

Intervalo entre limpezas (anos)	Valores de K por faixa de temperatura ambiente (t), em C°		
	t ≤ 10	10 ≤ t ≤ 20	t > 20
1	94	65	57
2	134	105	97
3	174	145	137
4	214	185	177
5	254	225	217

Fonte: ABNT – NBR nº 7729/1993

De acordo com a tabela 4 determina-se a largura (L), comprimento (B), e a partir da altura (h) estimada em função do volume útil profundidade útil mínima e máxima por faixa de volume útil.

Tabela 4. Profundidade útil mínima e máxima, por faixa de volume útil

Volume útil (m³)	Profundidade útil mínima(m)	Profundidade útil máxima (m)
Até 6,0	1,20	2,20
De 6,0 a 10,0	1,50	2,50
Mais que 10	1,80	2,80

Fonte: ABNT – NBR nº 7729/1993

Para dimensionamento do biodigestor, abordaremos o dimensionamento do biodigestor modelo balão ou canadense, pela sua fácil execução e manutenção.

Para o biodigestor inicialmente é calculado a carga diária e do tempo de retenção, conforme a equação 3, e posteriormente volume do gás produzido pelo biodigestor na equação 4. O Tempo de retenção hidráulica, é o tempo necessário para dejetos sofram a biodigestão e produção de gás que é em média entre 32 a 42 dias.

$$VB = VC \times TRH$$

Equação (2)

Onde: **VB** = Volume do biodigestor (m^3); **VC** = Volume da carga diária (dejetos + água) (m^3/dia); **TRH** = Tempo de retenção hidráulica (dias)- adotaremos 32 dias

$$VBTP = N \times QD \times VB [m^3 \cdot dia^{-1}]$$

Equação (3)

Onde: **N** = Quantidade de animais na propriedade; **QD** = Quantidade de dejetos produzido por animal durante um dia [$kg \cdot dia^{-1}$]; **VBD** = Volume de biogás produzido por kg de dejetos [$m^3 \cdot kg^{-1}$]; **VBTP** = Volume de biogás total produzido [$m^3 \cdot dia^{-1}$]

No quadro 1 encontram-se fórmulas para dimensionamento do biodigestor modelo balão.

Quadro 1. Relação de fórmulas para dimensionamento do biodigestor modelo balão ou Canadense

Fórmula	Descrição
$P=C=2\pi r$ (Eq.04)	P= perímetro C=circunferência da bolsa R= raio da bolsa plástica
$A\% = 0,621p^2-0,042p+0,352$ (Eq.05)	A% = porcentagem perímetro transversal destinado ao arco
$b = (-1/3 A \% + 1/3)P$ (Eq.06)	b = lateral, base ou largura da fossa
$a = 1,618 \cdot b$ (Eq.07)	a = largura maior da fossa
$h = 0,951 \cdot b$ (Eq.08)	h = profundidade da fossa
$Af=0,4755(a+b)b$ (Eq.09)	Af= Área transversal da fossa
$At = Af/(1-p$ (Eq.10)	At = área total transversal
$Ag=At - Af$ (Eq.11)	Ag = Área transversal da campana ou área transversal destinada para o gás
$Vt = At \cdot L$ (Eq.12)	Vt = volume total do biodigestor L = comprimento do biodigestor
$Vf = Af \cdot L$ (Eq.13)	Vf = volume total da fossa
$Vg = Ag \cdot L$ (Eq.14)	Vg= volume total do gás

Fonte: Junqueira,2014 apud Holos, 2002

RESULTADOS E DISCUSSÕES

No início do estudo desse projeto de pesquisa, muitos fatores foram considerados, pois a finalidade deste trabalho é de alguma forma contribuir para as

populações que vivem na zona rural e comunidades isoladas em geral, para que elas tenham melhor qualidade de vida, conforto, com melhoramento do saneamento básico.

Para cálculos das dimensões da fossa séptica e biodigestor utilizou-se um padrão de moradia baixo, uma população estimada em 5 habitantes e os resultados encontrados encontram-se na tabela 5,7.

Tabela 5: Dimensões encontradas para tanque séptico.

Vazão Esgoto (m ³)	Volume útil do tanque séptico (m ³)	Dimensões Encontradas (m)
0,4 m ³ /hab.dia 0,00000462 m ³ /s	1,85 m ³	Profundidade (h): 1,50m Largura interna (L):0,80 m Comprimento = 1,60 m

Tabela 6. Parâmetros iniciais para cálculo do biodigestor

Vazão Esgoto (m ³)	Volume do biodigestor (m ³)	Dimensões adotadas (m)	Caixa de Saída de Biofertilizante
0,4 m ³ /hab.dia 0,0000462 m ³ /s	VCx TRH 12,80 m ³	Raio (R): 2,00m Comprimento (L): 1,25m p=0,2 (fator)	Pelo menos 2 vezes maior que a entrada

Tabela 7. Dimensões encontradas para o biodigestor.

Parâmetro	Descrição	Valores Encontrados
P	perímetro total = (campana+fossa)	12,56 m
A%	Porcentagem do perímetro transversal destinado ao arco	36,86 %
b	Base ou largura da fossa	2,66 m
a	Largura maior da fossa	4,30 m
h	Profundidade da fossa	2,53 m
Af	Área transversal da fossa	8,81 m ²
At	Área total(Campana+fossa)	11,01 m ²
Ag	Área destinada ao gás	2,20 m ²
Vt	Volume total do biodigestor	13,76 m ³
Vf	Volume total da fossa	11,00 m ³
Vg	Volume total do gás	2,75 m ³

CONCLUSÃO

O delineamento do presente projeto de pesquisa exigiu a prévia busca por informações da área, uma vez que a premissa inicial deste trabalho foi a de contribuir efetivamente para a melhoria das condições de saneamento de moradores da zona rural e comunidades isoladas em geral. Pois, atualmente, muito se fala em universalização dos serviços básicos; entretanto pouca evolução tem sido alcançada.

A alternativa de tratamento estudada (tanque séptico), combinada à utilização de um biodigestor de lodo para obtenção de biogás, permitirá o reaproveitamento deste para a produção de energia, a qual poderá suprir parte das necessidades energéticas da propriedade.

REFERÊNCIAS

ANDRADE, M. A. N. **Biodigestores rurais no contexto da atual crise de energia elétrica brasileira e na perspectiva da sustentabilidade ambiental**. In: Anais 4º Encontro de Energia no Meio Rural, 2002.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 7229**: Projeto, construção e operação de sistema de tanques sépticos. Rio de Janeiro, 1993.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 15526**: Redes de distribuição interna para gases combustíveis em instalações residenciais e comerciais – Projeto e execução. Técnicas. Rio de Janeiro, RJ. 2009

BRASIL. Volume 7: Panorama do Saneamento Básico no Brasil - Elementos Conceituais para o Saneamento Básico. **Panorama do Saneamento Básico no Brasil**, v. 7, p. 88, 2011.

BGS. **Cálculo de Produção de Biogás**. 2019. Disponível em: <<http://bgsequipamentos.com.br/blog/calculo-de-producao-de-biogas-2/>>. Acesso em: 24 maio 2019
BRASIL.

CONTERATO, Eliane et al. SAGAH, 2018, **Saneamento**. 1ed. Porto Alegre-RS, 2018.

DEGANUTTI, R. et al. **Biodigestores Rurais: modelo indiano, Chinês e Batelada**. 2002.

DOMINIAK, A. L.; TONELLO, J. P. C.; SILVA, W. A. **Projeto e implantação de sistemas de geração de biogás em pequenas propriedades rurais como fonte alternativa de energia**. p. 1–13, 2016.

FUNASA – Fundação Nacional de Saúde. Saneamento Rural. Disponível <<http://www.funasa.gov.br/saneamento-rural-o-desafio-de-universalizar-o-saneamento-rural>> Acesso em 18/03/2019. 16:45:02.

GRAZIELLA, B. et al. Faculdade de Engenharia Civil , Arquitetura e Urbanismo. **Tratamento de esgoto de pequena comunidade utilizando tanque séptico**, 2015.

GARCEZ, Lucas Nogueira, **Elementos de Engenharia Hidráulica e Sanitária**, Blucher, 2 ed., São Paulo, 1976.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Pesquisa Nacional de Saneamento Básico**. Disponível em: <<https://www.ibge.gov.br/estatisticas-novoportal/multidominio/meio-ambiente/9073-pesquisa-nacional-de-saneamento-basico>> Acesso em 26 jan. 2019, 21:50:00.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. Síntese de Indicadores Sociais: **Uma análise das condições de vida população Brasileira**, IBGE, 2018.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. Saneamento Básico: **Aspectos Gerais da Gestão da Política de Saneamento Básico**. IBGE, 2016.

METCALF E EDY, **Tratamento de Efluentes e Recuperação de Recursos**. 5ed, 2016. AMGH. Editora Ltda.