

# **Biodigestores por bombonas para tratamento de esgoto doméstico.**

## **Canister Biodigesters for domestic sewage treatment.**

**Viviane Ribeiro da Silva**

[vivianeribeiro1987.s@gmail.com](mailto:vivianeribeiro1987.s@gmail.com)

**Ronaldo Faustino**

[ronaldofaus@gmail.com](mailto:ronaldofaus@gmail.com)

---

### **RESUMO**

O acesso ao saneamento básico ainda é muito precário no Brasil, proveniente da falta de tratamento da água, e do saneamento e higiene inadequada, em um cenário como este os biodigestores apresentam-se como uma alternativa de baixo custo para minimizar a contaminação dos solos, poços e das bacias hidrográficas, e assim melhorar a vida dos brasileiros e conseqüentemente a economia do país. O objetivo deste trabalho foi demonstrar a viabilidade ambiental e econômica do uso de biodigestores reutilizando bombonas. Foi realizado uma pesquisa bibliográfica sobre o uso de biodigestores de baixo custo, fabricados com bombonas recicladas, para o tratamento de esgoto doméstico. o uso de bombonas recicladas é sustentável, além de economicamente viável, quando comparado com o custo de implantação e manutenção de uma fossa séptica de concreto, alvenaria e biodigestores pré-fabricados fornecidos no mercado.

Palavra-chave: Biodigestores. Tratamento. Dejetos.

### **ABSTRACT**

Access to basic sanitation is still very precarious in Brazil, due to the lack of water treatment, and inadequate sanitation and hygiene, in a scenario like this, biodigesters present themselves as a low-cost alternative to minimize soil contamination, wells and hydrographic basins, and thus improve the lives of Brazilians and consequently the country's economy. The objective of this work was to demonstrate the environmental and economic viability of the use of biodigesters reusing canisters. A bibliographic research was carried out on the use of low-cost biodigesters, manufactured with recycled drums, for the treatment of domestic sewage. the use of recycled drums is sustainable, in addition to being economically viable, when compared to the cost of implementing and maintaining a septic tank made of concrete, masonry and prefabricated biodigesters supplied on the market.

Keywords: Bidigestors. Treatment. Wast.

---

## 1 INTRODUÇÃO

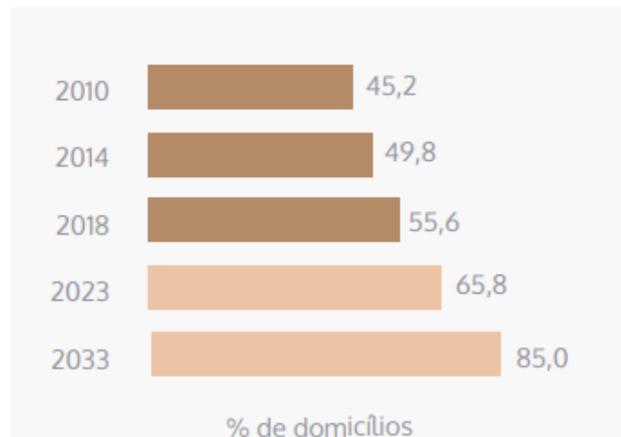
Saneamento básico segundo a Lei nº 14.026/2020 (Diário Oficial da União, 16 de 2020, P.1 ), é um dos serviços que toda a população deve ter acesso, pois possibilita a preservação e modificação do meio ambiente, para fins de prevenção de doenças e promover a saúde da população, melhorar a qualidade de vida assim como a produtividade do indivíduo e consequentemente contribuir com a economia do país .

Infelizmente quanto ao saneamento básico nem todos tem acesso, os índices chegam a ser alarmantes, mesmo depois do Plano Nacional de Saneamento Básico (PLANSAB), elaborado em 2014, ele estabeleceu metas, diretrizes e ações para beneficiar o máximo da população brasileira com saneamento básico, mas isso não foi alcançado, mesmo tendo traçado estratégias, baseadas em três pilares: Saneamento básico integrado - Infraestrutura urbana, Saneamento rural e Saneamento estruturante.

Segundo o relatório de 2018 do plano Nacional de Saneamento Básico (PLANSAB), o percentual de domicílios urbano e rurais servidos por rede coletora e fossa séptica para excretas ou esgotos sanitários , apesar de terem melhorados não alcançaram os índices desejados. Cerca de 74,3% contavam com rede coletora ou fossa séptica para esgotamento sanitário, indicando um avanço no nível de atendimento de, aproximadamente, 5,1 milhões de domicílios em relação a 2014. Apesar desse aumento, em 2018 o déficit no atendimento ainda atingia mais de 18 milhões de domicílios (PLANSAB, 2020).

No gráfico abaixo podemos verificar a evolução dos domicílios que possuem o tratamento dos excretos na região nordeste, assim como a margem que o plano pretende alcançar no ano 2023.

Gráfico 1: Domicílios urbanos e rurais servido por rede coletora ou fossa séptica na região Nordeste.

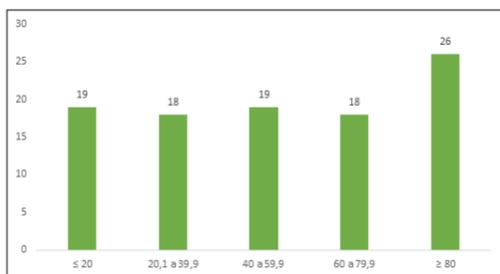


Fonte: (PLANSAB, 2019).

O instituto Trata Brasil, em março de 2020 atualizou o relatório que analisa a situação do saneamento básico nas 100 maiores cidades do Brasil, cujos indicadores mostram estagnação do esgotamento sanitário adequado.

Analisando o gráfico 02, observaremos que 19 das cidades pesquisadas não tratam 20% dos seus esgotos. Número muito significativo quando nos atentarmos ao fato que o Brasil é um país bastante grande.

Gráfico 2: Histograma do indicador de esgoto tratado sobre a água consumida nas 100 maiores cidades do Brasil.



Fonte : (TRATA BRASIL,2020).

Em contraste com os indicadores de atendimento da população com água tratada e coleta de esgotos, o tratamento dos esgotos, a distribuição das cidades no gráfico mostra uma elevada concentração de cidades cujo tratamento não chega a 20% (19 cidades). 37 cidades tratam menos de 40% dos esgotos e apenas 26 municípios tratam 80% ou mais. O tratamento de esgotos é o que está mais longe da universalização, mesmo nos 100 maiores municípios do país em população (TRATA BRASIL, 2020).

Diante de todos os dados apresentados, e com a negligência do governo em tratar do saneamento do país, fica evidente a importância de encontrarmos alternativas para melhorar as condições das águas descartadas no meio ambiente.

O artigo tem como principal objetivo analisar a viabilidade econômica da implantação de um biodigestor por bombonas, para isso foi dimensionado o sistema

para uma família de padrão baixo com 4 pessoas.

O estudo foi realizado através de uma revisão bibliográfica para demonstrar a viabilidade ambiental e econômica da instalação de biodigestores residenciais reutilizando bombonas para tratamento de águas negras.

## 2.0 SANEAMENTO NO BRASIL

Segundo a World Health Organization Cerca de 827.000 pessoas em países de renda baixa e média morrem em consequência de água, saneamento e higiene inadequados a cada ano, o que representa 60% do total de mortes por diarreia. Acredita-se que a falta de saneamento seja a principal causa de cerca de 432.000 dessas mortes.

O Brasil ocupa 112<sup>o</sup> posição no ranking de saneamento básico Global (TRATA BRASIL 2014), e segundo dados de 2018 do SNIS (Sistema nacional sobre Saneamento) 83,6% da população brasileira possui abastecimento de água, porcentagem que não se repete com o esgotamento sanitário pois apenas 53,2% da população era atendida com coleta de esgoto, e desse percentual apenas 46,3% possuía tratamento de esgoto.

Dados do Atlas Esgotos: Despoluição das Bacias Hidrográficas lançado em 2017 pela ANA e pelo ministérios das cidades, indica que 38,6% do esgoto produzidos pelos brasileiros não são coletados e nem tratados, situação denunciada com esgotos a céu aberto, e um cenário ainda pior

nos mostra que outros 18,8% dos esgotos são coletados e descartados em rios sem tratamento, apenas 42,6% dos esgotos no Brasil possui o tratamento adequado, ou seja, são coletados e tratados antes de retornarem aos mananciais.

Esses dados nos mostra um cenário muito preocupante, pois a falta da coleta de esgoto e mesmo a coleta sem tratamento compromete a qualidade das águas onde o esgoto é descartado, causando o comprometimento da saúde pública e da economia nacional .

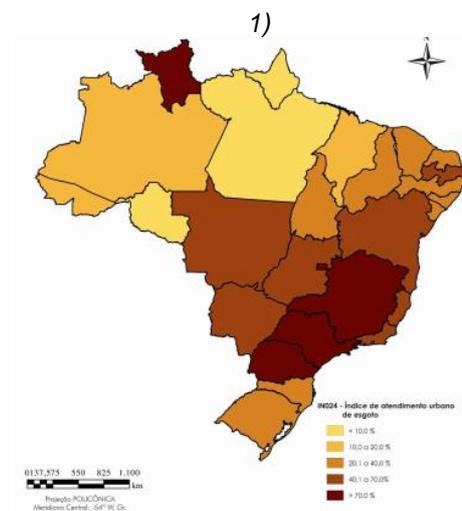
As infecções gastrointestinais é umas das doenças relacionadas a falta de saneamento básico adequado. Segundo o TRATA BRASIL de 2017, foram registrados 2193 mortes causadas por infecções gastrointestinais registradas nos hospitais credenciados pelo Sistema único de Saúde (SUS) e mais 2.623 relacionas a essas infecções, totalizando 4.816 mortes.

A defecação a céu aberto gera um ciclo vicioso de doenças e pobrezas, países que tem maior incidência de deserção a céu aberto registra mais mortes de crianças menores de 5 anos, assim como elevados níveis de desnutrição e de pobreza .

Ao analisar a figura abaixo, que indica o índice médio de atendimento urbano por rede coletora de esgotos, observamos que a região norte do país ainda apresenta municípios com o índice de atendimento urbano de esgoto

menor que 10% o que demonstra ser a situação mais alarmante do país.

Figura 01 : Mapa do índice médio de atendimento urbano por rede coletora de esgotos (IN024) dos municípios com prestadores de serviços participantes do Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento (SNIS) em 2019, distribuído por faixas percentuais, segundo estado.



Fonte : (SNIS, 2019).

Na região Sudoeste encontra-se os municípios com maiores índices de atendimentos, superiores a 70%. Os estados do Norte e do Sudoeste representam o extremo do país, e através deste mapa podemos observar que ainda há muito a ser feitos quanto a coleta e tratamento do esgoto, principalmente nas regiões mais carentes de políticas públicas eficientes.

### 3.0 SANEAMENTO EM PERNAMBUCO

Com 9,278 milhões de habitantes Pernambuco possui 184 municípios e um distrito estadual, tem como provedora de água e esgoto a Compesa (Companhia Pernambucana de Saneamento) e tem como municípios de grande porte Cabo de Santo Agostinho, Camaragibe, Igarassu, Jaboatão dos Guararapes, Olinda, Paulista, Recife e São Lourenço da Mata e, juntos, perfazem um total de 3.394.976 habitantes, representando 90,14% da população total dos 15 municípios da RMR, que é de 3.766.191 habitantes (IBGE, 2010), conforme mostra a tabela abaixo.

Figura 02: População residente total, população da zona urbana e rural, área total e densidade demográfica dos municípios de grande porte da Região Metropolitana do Recife.

Municípios	População residente	Urbana	Rural	Área total	Densidade
Cabo de Santo Agostinho	185.025	167.783	17.242	446,6	
Camaragibe	144.466	144.466	-	51,2	
Igarassu	102.021	93.931	8.090	305,6	
Jaboatão dos Guararapes	644.620	630.595	14.025	258,6	
Olinda	377.779	370.332	7.447	41,7	
Paulista	300.466	300.466	-	97,4	
Recife	1.537.704	1.537.704	-	218,5	
São Lourenço da Mata	102.895	96.777	6.118	262,2	
<b>Total da População e Área Total</b>	<b>3.394.976</b>	<b>3.342.054</b>	<b>52.922</b>	<b>1.682</b>	

Fonte : (IBGE ,2010).

Além da Compesa (prestador regional) as prefeituras atuam como prestadores locais de água e esgoto de alguns municípios.

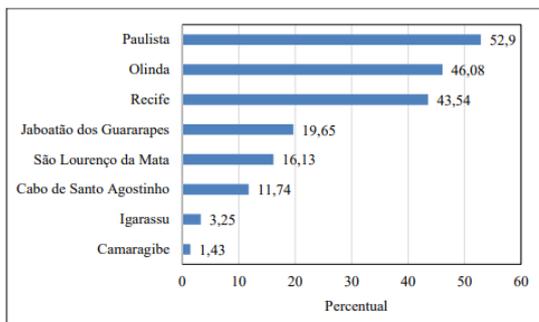
É importante salientar que em 20 municípios pernambucanos ocorre, concomitantemente, prestação regional e local. Nesses casos, a Compesa é responsável pelo provimento dos serviços de

água, e as Prefeituras ficam responsáveis pelo provimento dos serviços de esgoto, exceção ao município de Quipapá que provê serviços de água e esgoto.

Considerando os dois prestadores, em Pernambuco, 83% dos municípios possuem serviços de água, 11% possuem acesso aos serviços de esgotos e apenas 14% dos municípios tem acesso aos serviços de água e esgoto, independentemente do prestador. É importante ressaltar que 3%, dos municípios pernambucanos (Água Preta, Carnaubeira da Penha, Catende, Gameleira, Iati e Jaqueira), não recebem nenhuma prestação dos serviços de água e esgotos. Vale salientar, que as populações destes municípios, não acessam nenhum dos serviços públicos de saneamento básicos, distribuição de água e coleta e tratamento de esgoto.

Já na região metropolitana RMR todos os municípios de grande porte são atendidos com esgotamento sanitário pela Compesa. Os municípios de Recife, Olinda e Paulista atenderam, em 2018, mais de 40% da população com esgotamento sanitário, com, respectivamente, 43,54%, 46,08% e 52,90%. Mas se considerarmos a densidade populacional destes municípios, esses valores ainda são baixos. Estes dados também demonstram a escassez de esgotamento sanitário da região, deixando a população que não é atendida com esgotamento sanitário, vulnerável quanto às enfermidades, quando os efluentes são lançados "in natura" ou sem o tratamento adequado.

Figura 03: Percentual da população atendida pela Compesa com esgotamento sanitário total, em 2018, nos municípios de grande porte da Região Metropolitana do Recife.



Fonte : (SNIS ,2020).

O gráfico acima nos mostra que o único município com mais de 50% da população atendida com esgotamento sanitário é Paulista, se pensarmos que uma das principais causas da mortalidade infantil é causada pela falta de saneamento básico, isso é muito preocupante.

Quanto a coleta e tratamento do esgoto o cenário é ainda mais preocupante, mesmo na RMR.

Figura 04: Percentual do esgoto coletado (COL) e tratado (TRAT), em 2018, nos municípios de grande porte da Região Metropolitana do Recife.

MUNICÍPIOS	ESGOTO	
	COLETADO	TRATADO
Cabo de Santo Agostinho	3,82	100,00
Camaragibe	3,69	100,00
Igarassu	6,25	100,00
Jaboatão dos Guararapes	14,94	100,00
Olinda	52,68	100,00
Paulista	45,64	100,00
Recife	74,69	99,74
São Lourenço da Mata	23,99	100,00
<b>Média</b>	<b>28,21</b>	<b>-</b>

Fonte : (SNIS ,2020).

Os únicos municípios com o esgoto coletado e tratado, com um

percentual superior a 50% é Recife e Olinda, o que faz nos questionar o que está sendo feito com os esgotos gerados nos outros municípios, e os municípios que apresentam as piores situações é Camaragibe e Cabo de Santo Agostinho.

Segundo Andreazzi et al. (2007), há muitas lacunas na valorização do saneamento e de sua importância nas grandes metrópoles, sendo a diarreia o principal indicador de comprometimento da saúde, por ser um sinal comum a diversas patologias relacionadas a este serviço.

#### 4.0 NORMAS TÉCNICAS

Atualmente não existe nenhuma norma técnica para regularizar o dimensionamento de biodigestores, portanto para fazer o dimensionamento do biodigestor usamos como base a NBR 7229 /1993 que trata de projetos, construção e operação de sistemas de tanques sépticos assim como a NBR 13969/1997 que trata de unidades de tratamento complementar e disposição final de efluentes líquidos providas de tanques sépticos.

#### 5.0 BIODIGESTORES POR BOMBONAS

Os biodigestores tratam-se de câmaras hermeticamente fechadas, onde os dejetos são decompostos através da digestão anaeróbia, ou seja, os dejetos são transformados por um processo de biodigestão, com a intenção de buscar o melhor

custo benefício, os biodigestores são fabricados com bombonas recicladas de 200 litros, elas substituem as fossas negras que contaminam o lençol freático, o solo, os poços e outras fontes de água.

Figura 05: Esquema de implantação de uma fossa séptica por bombonas.



Fonte: Revista tecnologia e Sociedade, jan/abr 2019.

As bombonas não devem receber as águas que vêm dos chuveiros, pias e de outros usos, pois o grande volume de água e os produtos de limpeza interferem na biodigestão, deve ser colocado apenas o esgoto que vem dos vasos sanitários.

O biodigestor deve ficar fechado, e se for bem-feito e bem cuidado ele não precisa ser esvaziado e não dá mau cheiro. Apesar da presença desses nutrientes, não é permitido utilizar esse efluente como adubo antes de passar por uma vala de infiltração, pois ele pode conter ovos de vermes e bactérias que causam doenças em humanos. Por isso, a recomendação é enviar esse

efluente para uma vala de infiltração, onde esse efluente será infiltrado no solo, terminando assim o tratamento.

## **6.0 DIMENSIONAMENTO E CUSTO DE IMPLANTAÇÃO DE UM BIOGESTOR POR BOMBONA**

Usamos como base a NBR 7229 /1993 que trata de projetos, construção e operação de sistemas de tanques sépticos assim como a NBR 13969/1997 que trata de unidades de tratamento complementar e disposição final de efluentes líquidos provindos de tanques sépticos.

No uso de tanques sépticos as bombonas não devem receber as águas que vêm dos chuveiros, pias e de outros usos, deve ser colocado apenas o esgoto que vem dos vasos sanitários, ou seja, as águas negras.

Iremos considerar uma residência de padrão baixo com 04 pessoas, para exemplificação do dimensionamento.

### **6.1 O volume útil total do Biodigestor**

Consultando a tabela 1 da NBR 7229/1993, veremos que residências de baixo padrão, deve ser considerado 100 litros de esgoto por pessoa/dia, portanto teremos:

$$V_e = [1000 + N \times (C \times T + K \times Lf)] \times \frac{1}{1000}$$

Onde:

**Ve:** volume útil estimado do tanque séptico, em m<sup>3</sup>;

**N:** número de pessoas/unidades de contribuição;

**C:** contribuição de esgoto, em Litro/pessoa.dia ou em Litro/unidade.dia;

**T:** período de retenção do esgoto, em dias;

**K:** taxa de acumulação de lodo digerido, ou tempo de acumulação de lodo fresco, em dias;

**Lf:** contribuição de lodo fresco, em Litro/pessoa.dia ou em Litro/unidade.dia;

**1/1000:** conversão de unidade Litro para m<sup>3</sup>.

Consultando as tabelas 2 e 3 da NBR 7229/1993 teremos os seguintes valores:

**Cálculo:**

$$V_c = (1000 + 4(100 \times 1 + 57 \times 1)) / 1/1000$$

$$V_c = 1000 + 4(157) / 1/1000$$

$$V_c = (1000 + 628) / 1/1000$$

$$V_c = 1,628 \text{ m}^3$$

Como o tanque séptico só receberá as águas negras, o volume será considerado pela metade, ou seja,

**Vc = 0,814 m<sup>3</sup>,** portanto precisaremos de 04 bombonas com 0,20 m<sup>3</sup>, conforme descrito no custo do sistema.

## 6.2- Composição de custo

Para termos uma ideia de quanto custará a implantação de um tanque séptico para uma residência com quatro pessoas com um volume de 0,814 m<sup>3</sup>, foi elaborado uma planilha orçamentaria que fornecerá uma estimativa de custo para implantação do sistema. Lembrando que além dos insumos abaixo listados, deve ser considerado o valor de escavação, mão de obra e manutenção.

Item	Foto	Descrição	Quant.	Unidade	Valor unit.	Valor total
1		Bombona Plástica com diâmetro de 60cm e altura de 90cm, com capacidade de 200l.	4,00	und	150,00	600,00
2		Tubo de pvc de 100mm com 30cm de comprimento, branco.	6,00	m	13,83	82,98
3		Válvula de retenção de 100mm	1,00	und	120,00	120,00
4		Curva longa de pvc 90° de 100mm, branco.	2,00	und	52,00	104,00
5		Tê de pvc de 100mm branco.	1,00	und	15,20	15,20
6		Lava de retenção PVC de 100mm	3,00	und	29,81	89,43
7		Jelinho 90° de PVC DN 100 (100 mm)	4,00	und	15,00	60,00
8		Anel de borracha de vedação para vedação de 100mm	10,00	und	4,90	49,00
9		Silicone para vedação 200ml	1,00	und	29,57	29,57
10		Tubo de pvc de 1/2" 32mm, marrom	1,00	m	22,99	22,99

Item	Foto	Descrição	Quant.	Unidade	Valor unit.	Valor total
10		Cap de pvc soldável 1/2" de 25mm	2,00	und	1,44	2,88
11		Flange de pvc soldável de 1/2" 25mm	2,00	und	15,40	30,80
		Pasta lubrificante para juntas elásticas em PVC rígido de 400 g	1,00	und	80,00	80,00
		Adesivo para PVC 100 g	1,00	und	79,00	79,00
12		Brita nº 3	0,50	m³	80,00	40,00
<b>TOTAL :</b>						<b>1.414,85</b>

Caso a família opte pela construção de um leito de secagem, o valor de instalação do biodigestor aumenta de acordo com os itens citados na planilha abaixo:

Item	Foto	Descrição	Quant.	Unidade	Valor unit.	Valor total
1		Tubo de pvc de 75mm soldável, manom.	2,00	m	54,84	109,68
2		Tê de pvc de 75mm manom.	1,00	und	25,00	25,00
3		Cap de pvc soldável de 75mm	1,00	und	25,60	25,60
4		Registro de esgoto com unidade soldável de 75mm	1,00	und	200,00	200,00
5		Tijolo	100,00	und	0,60	60,00
6		Cimento	2,00	kg	1,00	2,00
7		Areia	1,00	sc	12,00	12,00
8		Brita nº 3	2,00	sc	12,00	24,00
<b>TOTAL :</b>						<b>458,28</b>

Quando comparado com o custo de implantação e manutenção de uma fossa séptica de concreto ou alvenaria, que varia entre R\$3.000,00 a R\$5.000,00, e até mesmo com os biodigestores pré-fabricados fornecidos no mercado, que estão entre R\$2500,00 a R\$3.000,00, fica evidente a viabilidade econômica do uso de biodigestores com o uso

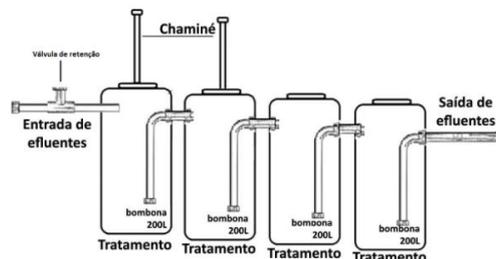
de bombonas recicladas, conforme indicado na planilha abaixo.

Sistema	Valor (R\$)
Biodigestor por bombonas	1.414,85
Fossa séptica de concreto	4.500,00
Biodigestor Fortlev	2.600,00

### 6.3- Modo de instalação

O primeiro passo é escolher um lugar que fique afastado pelo menos 1,00m do lençol freático e que seja bastante arejado.

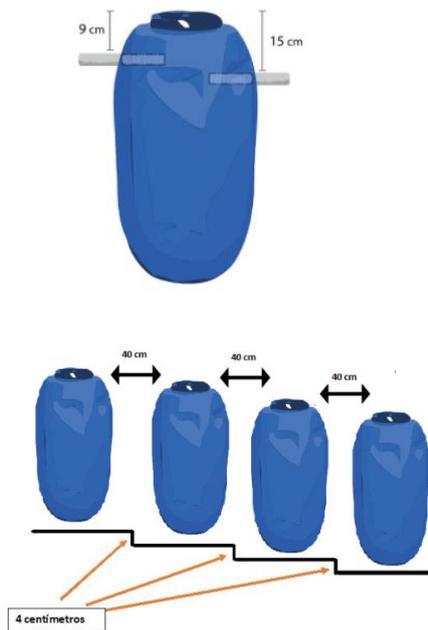
Figura 06: Esquema das bombonas



Fonte : Manual de instalação da fossa de bombonas, 2021.

Antes das bombonas serem enterradas devem ser conectadas entre si, através de curvas longas de 100mm e de tubos de 100mm, elas devem ficar afastadas 40cm uma da outra e com 4cm de diferença de nível entre uma e outra.

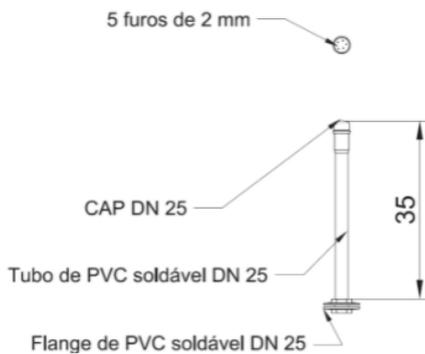
Figura 07: Esquema do corte das bombonas



Fonte: Manual de instalação da fossa de bombonas, 2021.

Deve ser instalados tubos de 25mm na parte superior das duas bombonas para que os gases formados pelo processo de biodigestão escape .

Figura 08: Sistema de escapes das bombonas



Fonte: Manual de instalação da fossa de bombonas, 2021.

## 7.0 VALA DE INFILTRAÇÃO OU REDE COLETORA

O reuso dos efluentes provindos dos biodigestores, deve seguir alguns padrões, determinados pela resolução CONAMA 357/05 e 430/11, que tem como um dos seus objetivos, o controle do lançamento de poluentes no meio ambiente de forma a proibir a emissão em níveis que sejam nocivos a qualquer forma de vida, ela fornece uma tabela que indica os padrões de lançamento de efluentes em relação à qualidade das águas.

Tabela: Padrões de Lançamento de Efluentes em relação à qualidade das águas – Resolução CONAMA 357/05 alterada pela 430/11.

Padrões de Lançamento de Efluentes - CONAMA 357/05 alterada pela 430/11			
	Parâmetro	Valor	
	pH	entre 5 e 9	
	Temperatura	inferior a 40°C	
	Materiais sedimentáveis	até 1 mL/L	
	Demanda Bioquímica de Oxigênio (DBO)	remoção mínima 60%	
Óleos e graxas	Óleos minerais	até 20 mL/L	
	Óleos vegetais e gorduras animais	até 50 mL/L	
P a r â m e t r o s	Benzeno	1,2 mg/L	
	Clorofórmio	1,0 mg/L	
	Diclorometano (Σ 1,1 + 1,2cis + 1,2trans)	1,0 mg/L	
	Estireno	0,07 mg/L	
	Filbenzeno	0,84 mg/L	
	Ferros totais	0,5 mg/L, C <sub>2</sub> H <sub>3</sub> OH (2)	
	Tetracloreto de carbono	1,0 mg/L	
	Tricloroetano	1,0 mg/L	
	Tolueno	1,2 mg/L	
	Xileno	1,6 mg/L	
	P a r â m e t r o s	Ársênio total	0,5 mg/L, As
		Bário total	5,0 mg/L, Ba
		Boro total	5,0 mg/L, B (3)
Cádmio total		0,2 mg/L, Cd	
Chumbo total		0,5 mg/L, Pb	
Cianeto total		1,0 mg/L, CN	
Cianeto livre		0,2 mg/L, CN (4)	
Cobre dissolvido		1,0 mg/L, Cu	
Cromo hexavalente		0,1 mg/L, Cr+6	
Cromo trivalente		1,0 mg/L, Cr+3	
Estanho total		4,0 mg/L, Sn	
Ferro dissolvido		15,0 mg/L, Fe	
Fluoreto total		10 mg/L, F	
Manganês dissolvido		1,0 mg/L, Mn	
Mercurio total		0,01 mg/L, Hg	
Níquel total		2,0 mg/L, Ni	
Nitrogênio amoniacal total		20,0 mg/L, N	
Prata total		0,1 mg/L, Ag	
Selênio total	0,30 mg/L, Se		
Sulfeto	1,0 mg/L, S		
Zinco total	5,0 mg/L, Zn		

Fonte: Resolução Conama 357/05

Segundo a NBR 13969 o efluente deve ser de qualidade tal que atenda aos parâmetros de lançamento ao corpo receptor, determinados na legislação federal, estadual ou municipal. Na ausência destes parâmetros, devem ser observadas as classificações seguintes e os respectivos parâmetros, conforme a tabela 6:

- Classe a: na represa destinada ao abastecimento público, ou nos rios formadores da represa até 10 km a montante dela, independente da distância do ponto de captação e do volume de reservação da represa;
- Classe b: nos corpos receptores com captação a jusante para abastecimento público;
- Classe c: nas águas litorâneas, praias e nos rios que desaguam nas praias frequentadas pelas pessoas para recreação;
- Classe d: nos demais corpos receptores.

Diante de tudo apresentado, a destinação final do efluente pode ocorrer de duas formas:

### 7.1- Logradouro não possui rede coletora de esgoto

O tubo de saída da última bombona deve terminar em uma vala ou sumidouro, no caso da vala, é colocado um tubo perfurado deitados sobre pedras, entulhos, areia, para escoar para dentro do solo. Esta vala deve medir pelo menos 2 m de comprimento x 0,5 m de largura e 0,5 m profundidade.

Lembrando que a vala não pode ser instalada em locais em que o lençol esteja a menos de 1,5m da superfície.

A água que sai da fossa além de molhar as plantas serve de adubo. Não devem ser usadas plantas que consumimos as folhas ou raízes (verduras, inhames, mandioca), porque pode haver risco de contaminação mesmo na colheita. Os microrganismos não contaminam o interior dos troncos e frutos das plantas, então podem ser consumidos, como as bananas.

Figura 09: Destinação final do efluente



Fonte: Banco de tecnologias sociais.

Caso o terreno não tenha metragens horizontais que possa ser instalado uma vala de infiltração pode ser adotado um sumidouro, pois o mesmo tem a mesma função da vala, porém com dimensionamento na vertical.

Por ser uma unidade mais verticalizada, seu uso é favorável em regiões em que o aquífero é profundo, pois deve-se sempre respeitar, segundo a norma NBR

13.969/97, uma distância mínima de 1,50m entre o fundo do sumidouro e a cota máxima do aquífero, a instalação depende, basicamente, das características do solo onde ficará o sumidouro.

## **7.2- Logradouro possui rede coletora de esgoto**

Caso o município em que a residência esteja instalada faça a coleta do esgoto, o tubo de saída da última bombona, segundo o Regulamento do Código Sanitário do Estado de Pernambuco e que se refere ao decreto n.º 3488 de 12. 3.75 , Capítulo II, Art. 30, Todos os prédios situados em logradouros dotados de coletor de esgoto sanitário, deverão ser ligados ao referido coletor, ou seja, o tubo ligado a última bombona deverá seguir para a rede coletora.

## **8.0 MANUTENÇÃO DO SISTEMA**

Existem três maneiras de realizar a manutenção do biodigestor por bombonas:

### **8.1- Esterco bovino**

O esterco tem a função de adicionar bactérias que irão decompor as fezes e a urina presente no efluente. Depois da montagem do biodigestor, com as bombonas cheias de água, deve-se colocar o esterco bovino ou de qualquer animal ruminante, desde que o esterco esteja fresco e diluído em

água, e o coloca na válvula de retenção. Na primeira vez deve-se colocar 10 litros de esterco fresco diluído em 10 litros de água.

Todo mês devem ser adicionados 5 litros de esterco, diluídos em 5 litros de água, na válvula de retenção ou no “T” que está tampado como CAP. As bombonas não devem ser abertas pois isso atrapalha o processo de tratamento do esgoto.

Figura 10: Esterco bovino



Fonte: Coprerural.com, dez.2021

### **8.2- Leito de secagem**

O Leito de Secagem deve ser construído a 30cm do biodigestor, com a tubulação de saída de lodo do direcionada para ele. Deverá ser construído de alvenaria, com paredes sem revestimento e com o fundo de terra aparente ou brita, para facilitar a absorção da parte líquida do lodo. A tubulação de saída do lodo deve ser prolongada do biodigestor até o leito de secagem, e deve possuir diâmetro de 75mm com um registro fixado na tubulação, que deverá ser instalado dentro do leito de secagem, que

tem a função de liberar o lodo que ficará contido na primeira e na segunda bombona.

Para uma residência que acomoda 04 pessoas, com um biodigestor com um volume de 400 litros, o leite de secagem com 100 litros é o suficiente, portanto, um leito de secagem cúbico de arestas medindo 50cm, será suficiente. Esse volume é necessário para acomodar o lodo que será descartado do biodigestor. É necessário que o leito de secagem contenha tampa de inspeção, permitindo o fácil acesso para manobra do registro, limpeza e manutenção.

A extração do lodo, que deve ser realizada a cada 6 meses, deve ser realizado da seguinte forma:

- Abra o registro no leito de secagem.
- Espere o lodo (lama de cor cinza escuro ) sair.
- Caso haja dificuldade na extração do lodo, retire o Cap da tubulação de descompactação e com auxílio de uma haste, faça a desobstrução do tubo.
- Quando o lodo parar de sair do sistema, feche o registro. A parte líquida do lodo será absorvida pelo solo e a matéria orgânica ficará retida no leito de secagem que, após secar, se tornará um pó com coloração escura.

Figura 11: Leito de secagem



Fonte: Catálogo Técnico Biodigestor Fortlev.

Este tipo de manutenção trará um custo adicional na implantação inicial do sistema do biodigestor por bombonas, pois deverá ser acrescentado: 2,00m de tubo de pvc de 75mm, 01 tê de 75mm, 01 registro de 75mm, 01 cap de 75mm, tijolos e brita.

### 8.3- Limpa fossa

Na impossibilidade da construção do leito de secagem, ou do uso de esterco na manutenção do sistema do biodigestor por bombonas, é possível fazer a extração do lodo através do caminhão limpa-fossa.

## 9.0 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Os biodigestores tratam-se de câmaras hermeticamente fechadas, onde os dejetos são decompostos através da digestão anaeróbia, os biodigestores apresentam-se como alternativas simples e econômica para tratamento de esgotos residenciais. Principalmente diante de um cenário em que apenas 42,6% dos esgotos são tratados, é de extrema importância, buscarmos alternativas simples e baratas para o tratamento dos esgotos produzidos, em especial nos lugares onde recolhem os dejetos mas não há o tratamento adequado dos mesmos, ou seja, os esgotos são recolhidos e lançados nos mananciais sem nenhum tipo de tratamento. O uso de bombonas recicladas é sustentável, além de economicamente viável, quando comparado com o custo de implantação e manutenção de uma fossa séptica de concreto, alvenaria e biodigestores pré-fabricados fornecidos no mercado.

## 10.0 REFERÊNCIAS

ANA - Agência Nacional de Águas (Brasil). **Atlas esgotos: despoluição de bacias hidrográficas.** ANA, Secretaria Nacional de Saneamento Ambiental, Brasília: ANA, 2017. Disponível em: <<http://atlasesgotos.ana.gov.br/>>. Acesso em: 10 maio 2021.

ANDREAZZI, M.A.R.; BARCELLOS, C.; HACON, S.

**Velhos indicadores para novos problemas: a relação entre saneamento e saúde.** Revista Panamericana de Salud Pública v. 22, n. 3, 2007, p. 211 – 217.

EMBRAPA- Empresa Brasileira de Pesquisa e Agropecuária - **Como montar e usar a fossa séptica modelo Embrapa: cartilhas adaptadas ao letramento do produtor.**

<<https://www.embrapa.br/busca-de-publicacoes//publicacao/1004077/como-montar-e-usar-a-fossa-septica-modelo-embrapa-cartilhas-adaptadas-ao-letramento-do-produtor/>>. Acesso em: 04 de junho de 2021.

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

SNIS - Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento. **Diagnóstico dos Serviços de Água e Esgotos – 2015.** Disponível em: . Acesso em: 30 de abril de 2021.

TRATA BRASIL. **Esgotamento Sanitário Inadequado e Impactos na Saúde da População.** <[https://tratabrasil.org.br/images/estudos/itb/ranking\\_2020/Relatorio\\_Ranking\\_Trata\\_Brasil\\_2020\\_Julho\\_.pdf](https://tratabrasil.org.br/images/estudos/itb/ranking_2020/Relatorio_Ranking_Trata_Brasil_2020_Julho_.pdf)>

LUCCA, P. H. Saneamento Ecológico e Permacultura em Comunidade de Baixa Renda. **A simplicidade a favor da humanidade.** Disponível em: Acesso em 13 de maio de 2021.

COHIM, F; FONTOURA, K.; COHIM, E.; KIPERSTOK, A. **Do Saneamento Tradicional ao Saneamento Ecológico: A necessidade de Construir uma dimensão Sócio Cultural.** 2007.

INIACIATIVA VERDE- **Manual de instalação da fossa de bombonas.**

<<https://www.iniciativaverde.org.br/noticias/manual-de-instalacao-da-fossa-de-bombonas>> Acesso em: 20 de julho de 2021.

BUGELLI, C. B.; FELÍCIO, J. D. **Saneamento rural: a experiência da implementação de uma Tecnologia de saneamento no Assentamento Nova São Carlos (São Carlos-SP).** R. Tecnol. Soc., Curitiba, v. 15, n. 35, p. 78-91, jan./abr. 2019.

BRASIL. Resolução CONAMA n. 357, de 17 de março de 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, e dá outras providências.** Diário Oficial da União, Brasília, 18 mar. 2005. Disponível em: .Acesso em: 16 fev. 2022.

WHO. **Ebola in the Democratic Republic of the Congo 2020.** Disponível

em: <https://www.who.int/emergencies/diseases/ebola/ebola-health-update—%C3%A9quateur-province-democratic-republic-of-the-congo-2020>. Acesso em: 02 nov. 2021.