

Doi: <https://doi.org/10.47879/ed.ep.2020144p9>

Sandilla Santana de Oliveira

Acadêmica do 9º período do curso de Engenharia Civil da
Faculdade Vértix Trirriense – UNIVÉRTIX – Três Rios

Rita de Cássia Teixeira Assis

Engenheira Civil. Mestranda em Ambiente Construído – UFJF. Professora da
Faculdade Vértix Trirriense – UNIVÉRTIX – Três Rios

RESUMO

Por vezes o processo de urbanização das cidades ocorre de maneira rápida e desordenada, fazendo com que comunidades acabem por se formar em localidades de difícil implementação de uma rede de tratamento de esgoto eficiente. Esta situação acarreta diversos prejuízos a moradores e ao meio ambiente. Este trabalho versa sobre a utilização de biodigestores como alternativa para o tratamento do esgoto doméstico de comunidades carentes e/ou de difícil acesso, evitando que os dejetos sejam despejados *in natura* nos córregos e rios do município de Três Rios, localizado no estado do Rio de Janeiro. Aqui, será explicado o que é um biodigestor, se apresentará três diferentes tipos de biodigestores e seus processos de construção e funcionamento, bem como as possibilidades de implementação de cada um deles. Também se discutirá o uso de tal sistema como alternativa ao tratamento de esgoto de comunidades carentes ou de difícil acesso.

PALAVRAS-CHAVE: Biodigestor; Tratamento de Esgoto; Saneamento Básico.

INTRODUÇÃO

O saneamento básico é um direito humano afirmado pela Organização das Nações Unidas. No Brasil, é um direito assegurado pela Constituição Federal de 1988 e pela Lei nº Lei 11.445/2007. Estima-se que apenas 44,92% dos esgotos do país sejam tratados (TRATA BRASIL, 2018).

De acordo com a Lei nº 11.445/2007, o saneamento é composto de quatro áreas: esgotamento sanitário, abastecimento de água, manejo de águas pluviais e resíduos sólidos. Neste trabalho, o enfoque será o tratamento de esgoto que, por configurar uma das áreas do saneamento básico, também será tratado como um direito humano, conforme a legislação vigente.

A falta de acesso a um tratamento de esgoto adequado causa impactos à saúde pública e ao desenvolvimento econômico das populações de comunidades que não possuem tratamento de efluentes. Dentro destas populações, de acordo com o estudo O Saneamento e Mulher Brasileira, realizado pelo instituto Trata Brasil no ano de 2018, os indivíduos mais afetados são mulheres, crianças e idosos, residentes nas periferias urbanas e com baixo poder aquisitivo.

Saiani (2006) afirma que no Brasil o sistema de saneamento básico, e, conseqüentemente o sistema de tratamento de esgotos, é essencialmente ligado ao poder aquisitivo da população, o que deixa de fora uma grande parcela da população brasileira.

Segundo Saiani e Junior (2010), os municípios do interior brasileiro são os que mais possuem domicílios sem acesso a condições adequadas de esgotamento sanitário. Os autores dizem ainda que, considerando também o acesso a fossa séptica, o número de domicílios sem acesso a formas adequadas de esgotamento sanitário é de aproximadamente treze milhões.

O sistema de tratamento de esgotos por biodigestores é uma realidade em diversos países, que também passam por situações de intensos processos de urbanização desordenada e crescimento populacional e que adotam o método devido a sua fácil viabilidade de construção e como alternativa para a produção de energia limpa.

Neste trabalho será abordado o uso do sistema como uma alternativa para o tratamento de esgoto de comunidades carentes do município de Três Rios, localizado no interior do estado do Rio de Janeiro e que sofre com um sistema de tratamento de efluentes deficitário. Garantir à população um adequado sistema de tratamento de esgoto melhora a qualidade de vida dos cidadãos e, conseqüentemente, o desenvolvimento da cidade.

JUSTIFICATIVA

Devido ao déficit de tratamento de esgoto no Brasil, sobretudo em comunidades carentes e localizadas no interior do país, é viável a utilização de tecnologias sociais para a busca de alternativas sustentáveis para o tratamento de efluentes domésticos.

A falta de tratamento de esgoto impacta diretamente a vida e a saúde da população. Trazer esta discussão de forma acessível à população faz com que os habitantes sejam capazes de se conscientizar e trabalhar em conjunto com o poder público para o enfrentamento do problema.

Assim sendo, as tecnologias sociais, como é o caso do uso de biodigestores, se mostra eficiente para solucionar os problemas com tratamento de esgotos domésticos onde o governo público não consegue ou não pode se mostrar eficaz, promovendo uma melhora na qualidade de vida de muitos brasileiros que fazem parte de populações vulneráveis no âmbito social.

Analisando o cenário local, é possível afirmar que em diversos pontos da cidade de Três Rios há o despejo de esgoto *in natura* nos córregos e rios do município. Esta situação coloca em risco a população local e impacta negativamente o meio ambiente.

Os biodigestores são uma opção viável, devido a seu baixo custo de implementação, quando comparados a outros sistemas de tratamento de efluentes, e também a baixa complexidade de seu processo construtivo além de, devido a possibilitar a participação dos moradores no processo de construção, promover conscientização ambiental nas populações.

O aproveitamento do biogás produzido durante o processo de tratamento dos resíduos nos biodigestores pode ser utilizado como fonte de energia e também beneficiar famílias carentes, que podem encontrar na energia limpa, uma possibilidade de economia nas despesas domésticas.

OBJETIVOS

O objetivo geral deste trabalho é propor a utilização do sistema de biodigestores como alternativa ao tratamento de esgotos e produção de energia limpa, através do biogás, para comunidades carentes ou de difícil acesso da cidade de Três Rios, município localizado no interior do estado do Rio de Janeiro.

Durante a execução deste projeto, os seguintes objetivos específicos serão abordados:

- Trazer à discussão os problemas oriundos de um sistema de tratamento de esgotos deficiente.
- Explicar o que é um biodigestor e seus diferentes tipos.
- Abordar a geração de energia limpa.
- Propor a conscientização da população para, em conjunto com o poder público, atuar na busca por uma solução para o problema do esgotamento sanitário.

METODOLOGIA

O objetivo da pesquisa científica é analisar fatos inseridos em uma realidade específica. Este trabalho desenvolve-se em uma análise documental, utilizando-se de ferramentas de busca como Google Acadêmico e SciELO.org.

Foram analisados diferentes autores que já se debruçaram sobre o tema e observadas suas conclusões e observações a fim de fundamentar a escrita de maneira coesa e estruturada.

Trata-se de uma pesquisa de natureza básica e com objetivos exploratórios, que de acordo com Gil (2008), tem como principal finalidade desenvolver e esclarecer conceitos tendo em vista a formulação de problemas mais precisos ou hipóteses pesquisáveis para estudos posteriores.

RESULTADOS E DISCUSSÕES

O que são biodigestores?

Biodigestores são câmaras hermeticamente seladas, onde resíduos orgânicos são decompostos, de maneira anaeróbia, resultando em produtos como biogás e fertilizantes (TURDERA e YURA, 2003).

Com exceção de madeiras, todos os materiais orgânicos podem ser utilizados como matéria-prima para os biodigestores, como afirma Seixas *et al.*, 1981, que diz ser possível adicionar ao sistema esterco de gado, porcos, galinhas e excrementos humanos, bem como restos vegetais diversos.

Todos os materiais orgânicos utilizados como elementos do biodigestor precisam ser diluídos em água, devendo a quantidade de água a ser determinada pelo tipo de substrato escolhido (SEIXAS *et al.*, 1981; KARLSSON *et al.*, 2014).

O que é e como é produzido o biogás?

De acordo com Nascimento e Acácio (2014),

o biogás é um recurso energético renovável que deriva da matéria orgânica em decomposição. É constituído, em sua maioria, de gás carbônico e metano e a sua principal produção se dá em aterros sanitários que coletam e tratam os gases produzidos pelo lixo que seriam liberados na atmosfera.

O biogás produzido nos biodigestores pode ser usado para alimentar residências de até 5 moradores e segundo Deagnutti *et al.* (2002), o poder calorífico do biogás pode chegar a 12.000 kcal por metro cúbico, uma vez eliminado todo o gás carbônico da mistura, através do processo de purificação.

Observando a tabela 1, pode-se ter a comparação de equivalência entre 1 m³ de biogás e quantidades de diferentes combustíveis, comumente utilizados.

Tabela 01: Análise comparativa

Comparação entre 1m³ de biogás e outras fontes combustíveis	
	0,61 litros de gasolina
	0,57 litros de querosene
	0,55 litros de óleo diesel
	0,45 kg de gás liquefeito (gás de cozinha)
	0,79 litros de álcool combustível
	1,538 kg de lenha
	1,428 kwh de energia elétrica

Fonte: Adaptada pelas autoras de Deagnutti et a., 2002.

Ainda de acordo com Deagnutti *et al*, 2002, para uma família de 5 pessoas, considerando o uso caseiro do biogás, observa-se o seguinte perfil de consumo:

Tabela 02: Projeção de consumo

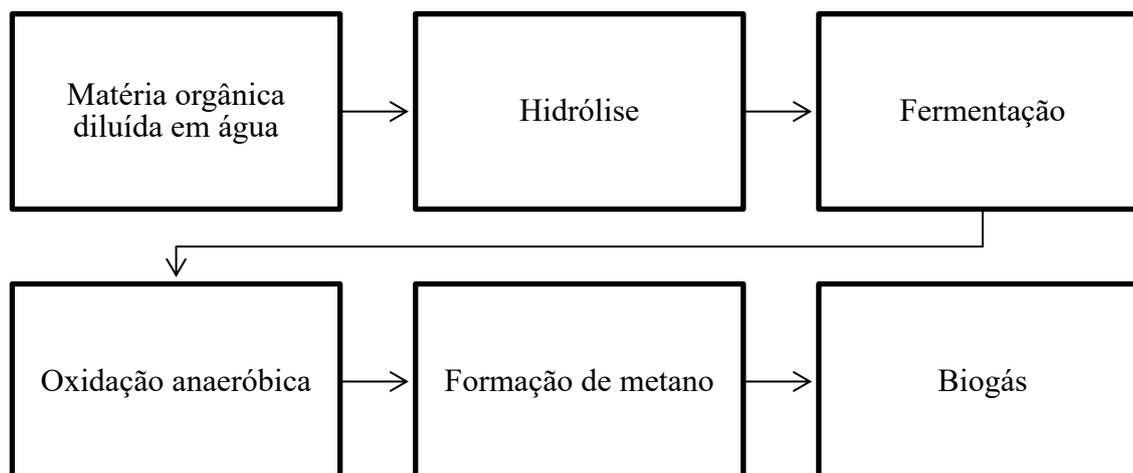
Consumo estimado de biogás para família com 5 componentes	
Cozinha	2,10 m ³
Iluminação	0,63 m ³
Geladeira	2,20 m ³
Banho quente	4,00 m ³
Total de biogás necessário	8,93 m ³ (por dia) *

*Quantidade correspondente a ¼ de um botijão de gás de 13 kg.

Fonte: Adaptada pelas autoras de Deagnutti et a., 2002.

A produção do biogás segue as seguintes etapas, de acordo com o *site eCycle*:

Figura 01: Etapas da produção do biogás.



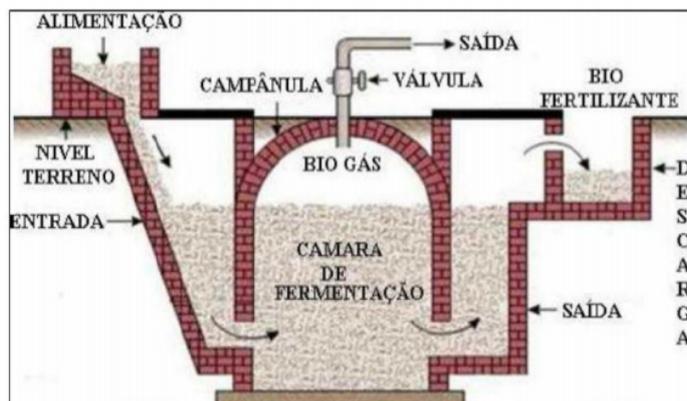
Fonte: Adaptada pelas autoras de eCycle.com, 2020.

Os tipos de biodigestores e os métodos construtivos.

Existem diferentes tipos de biodigestores, adaptados conforme a quantidade de resíduos a serem processados e às diferentes necessidades de produção de biogás. Neste trabalho, serão abordados três tipos e seus respectivos métodos construtivos: modelo chinês, modelo indiano e modelo da batelada.

Biodigestor chinês

Figura 02: Vista em corte frontal de um biodigestor modelo chinês.



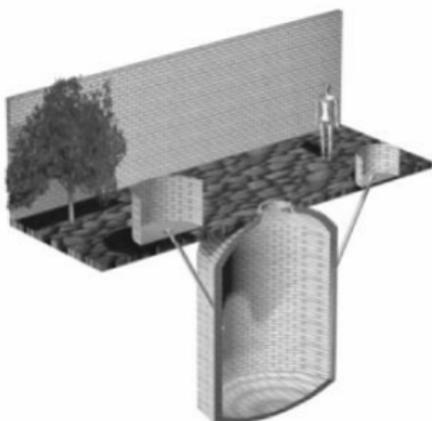
Fonte: Adaptada pelas autoras de Junqueira, 2014.

A construção de um biodigestor seguindo o modelo chinês é feita em alvenaria ou concreto, abaixo do nível do solo, e, conforme observado na figura 2, consiste em uma câmara cilíndrica com um teto abobadado e impermeável onde ocorre o armazenamento do biogás.

O biodigestor chinês funciona sob o princípio da prensa hidráulica: conforme o gás é produzido e se acumula no espaço destinado a este fim dentro do biodigestor, há um aumento da pressão, então o fluido se desloca para a caixa de saída. Caso haja uma descompressão, o fluido fará o caminho contrário (DEAGNUTTI *et al.*, 2002).

Para medir a pressão no interior deste modelo de biodigestor e otimizar o processo de produção do biogás, é necessário instalar manômetros, pois neste modelo o gasômetro - câmara de armazenamento do gás - é fixo e ocorre variação de pressão devido à fermentação dos resíduos (SEIXAS, 1981).

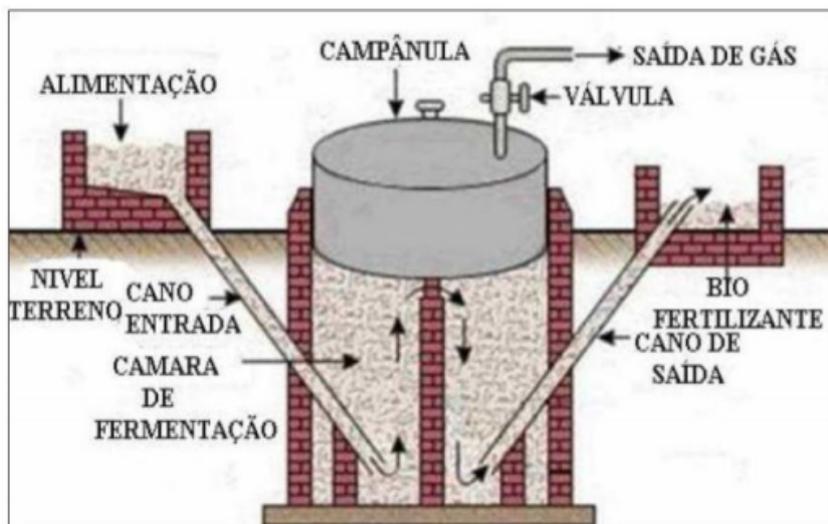
Figura 03: Representação em 3D de um biodigestor modelo chinês



Fonte: Deagnutti et al, 2002.

Biodigestor indiano

Figura 04: Vista em corte frontal de um biodigestor modelo indiano

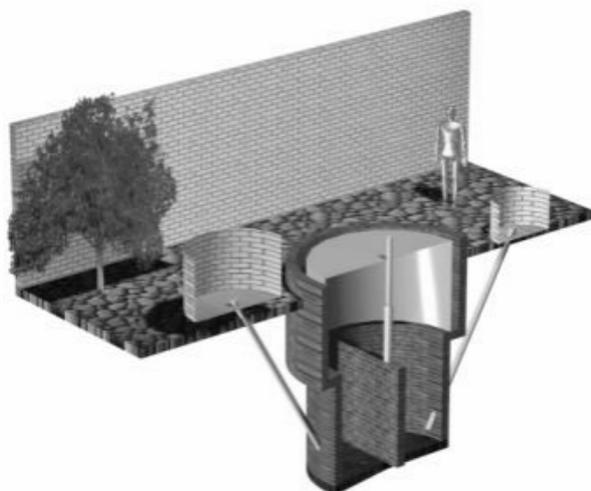


Fonte: Adaptada pelas autoras de Junqueira, 2014.

Também com a possibilidade de construção em alvenaria, este modelo de biodigestor possui campânula móvel que pode ser construída em ferro ou fibra de vidro, onde se armazena o biogás produzido pelo processo de fermentação da matéria orgânica. No tanque de armazenamento, há uma parede central que possibilita a separação da matéria orgânica já fermentada para o descarte. O biodigestor indiano deve ser utilizado quando se necessita de um fornecimento constante de biogás.

Devido ao fato de neste modelo o gasômetro ser móvel, a pressão gerada se mantém constante durante o processo de fermentação da matéria orgânica, permitindo que o biogás seja aproveitado de forma constante (BONTURI e DIJK, 2012).

Figura 05: Representação em 3D de um biodigestor modelo indiano



Fonte: Deagnutti et al., 2002.

Biodigestor modelo batelada

Nas palavras de Deagnutti *et al*, 2002, define-se que:

“Trata-se de um sistema bastante simples e de pequena exigência operacional. Sua instalação poderá ser apenas um tanque anaeróbio, ou vários tanques em série. Esse tipo de biodigestor é abastecido de uma única vez, portanto não é um biodigestor contínuo, mantendo-se em fermentação por um período conveniente, sendo o material descarregado posteriormente após o término do período efetivo de produção de biogás.”

Este modelo de biodigestor não produz biogás de forma contínua, portanto, seu uso é indicado para situações em que a disponibilidade de matéria orgânica ocorra de forma descontínua, em períodos de tempo mais longos.

Sua construção pode ser feita em alvenaria, concreto ou aço, utilizando-se um único tanque de armazenamento ou vários, dispostos em sequência. Para a produção do biogás, a matéria orgânica precisa ser colocada na câmara de digestão e então selada hermeticamente. O biogás produzido é armazenado em um tanque que permite sua utilização imediata ou posterior. Após o processo de produção do biogás, é feita a limpeza da câmara de armazenamento de matéria orgânica, procedendo a renovação desta e começando um novo ciclo de produção (OLIVEIRA, 2009).

Figura 06: Representação em 3D de um biodigestor modelo batelada



Fonte: Deagnutti et al., 2002.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Os problemas de saneamento básico no Brasil são complexos e graves, derivando de um conjunto de causas que acabam por fazer com que populações carentes, residentes em comunidades e zonas rurais sejam as mais afetadas pelo sistema de esgotamento sanitário deficitário.

A situação carece ainda de investimento por parte dos órgãos governamentais, pois, como já afirmado anteriormente neste texto, apenas cerca de 44,92% do esgoto produzido no país passa por serviços de coleta e tratamento. Milhares de brasileiros sofrem com problemas de saúde e socioambientais devido à falta de tratamento de esgoto.

Diante disso, o uso de tecnologias sociais se mostra uma solução possível para o cenário negativo, pois estimula a conscientização quanto a preservação do meio ambiente,

melhora o exercício da cidadania, visto que faz com que os moradores locais participem da implementação da solução dos problemas de onde habitam.

Os biodigestores se mostram eficazes em seu propósito e ainda podem ser utilizados como fonte de energia limpa, por meio da produção do biogás, e são ótimas alternativas para comunidades pequenas e isoladas que não são alcançadas pelo tratamento de esgoto local.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

5 aspectos para entender o saneamento básico. Trata Brasil – Saneamento é saúde. Disponível em: <<http://www.tratabrasil.org.br/blog/2018/04/12/aspectos-precisa-saber-saneamento/>>. Acesso em março de 2020.

ANA – Agência Nacional de Águas. **Lei nº 11.445/2007 - Saneamento Básico.** Disponível em: < <https://www.ana.gov.br/todos-os-documentos-do-portal/documentos-sre/allocacao-de-agua/oficina-escassez-hidrica/legislacao-sobre-escassez-hidrica/uniao/lei-no-11-445-2007-saneamento-basico/view>>. Acesso em março de 2020.

Assembleia Geral da ONU reconhece saneamento como direito humano distinto do direito à água potável. Nações Unidas Brasil. Disponível em: <<https://nacoesunidas.org/assembleia-geral-da-onu-reconhece-saneamento-como-direito-humano-distinto-do-direito-a-agua-potavel/>>. Acesso em março de 2020.

Biogás: o que é e como ele é transformado em energia. eCycle.com. Disponível em: <<https://www.ecycle.com.br/component/content/article/37-tecnologia-a-favor/2972-biogas>>. Acesso em março de 2020.

BONTURI, G. de L.; VAN DIJK, M. **Instalação de biodigestores em pequenas propriedades rurais: análise de vantagens socioambientais.** Revista Ciências do Ambiente Online, v. 8, n. 2, p. 88-95, 2012.

DEGANUTTI, R.; PALHACI M. C. J. P.; ROSSI, M.; TAVARES, R.; DOS SANTOS, C. **Biodigestores rurais: modelo indiano, chinês e batelada.** Departamento de Artes e Representação Gráfica, FAAC - Faculdade de Arquitetura, Artes e Comunicação, UNESP - Universidade Estadual Paulista, 2002. Bauru, SP.

GIL, A. C. **Métodos e técnicas de pesquisa social.** Antônio Carlos Gil. - 6. ed. - São Paulo: Atlas, 2008.

INSTITUTO TRATA BRASIL. **O Saneamento e a Vida da Mulher Brasileira.** Parceria BRK Ambiental e apoio Pacto Global, março de 2018.

JUNQUEIRA, S. **Geração de energia através de biogás proveniente de esterco bovino: estudo de caso na fazenda aterrado.** Universidade do Rio Janeiro, Departamento de Engenharia Mecânica DEM/POLI/UFRJ, Rio de Janeiro, 2014.

KARLSSON, T.; KONRAD, O.; LUMI, M.; SCHMEIER, N.; MARDER, M.; CASARIL, C.; KOCH, F.; PEDROSO, A. **Manual Básico de Biogás.** 2014.

NASCIMENTO, P. S. C.; ACÁCIO, L. C. **Soluções em energia – projeto de biodigestor residencial**. Relatório apresentado à Universidade Federal de Juiz De Fora como requisito parcial para aprovação na disciplina Projeto Integrador em Energia. Juiz de Fora – MG, 2014.

OLIVEIRA, R. D. **Geração de energia elétrica a partir do biogás produzido pela fermentação anaeróbia de dejetos em abatedouro e as possibilidades no mercado de carbono**. Trabalho de conclusão de curso apresentado à Escola de Engenharia de São Carlos, da Universidade de São Paulo. São Carlos, SP, 2009.

SAIANI, C. C. S. **Déficit de acesso aos serviços de saneamento básico no Brasil**. Prêmio IPEA-CAIXA 2006, Brasília, 2006.

SAIANI, C. C. S.; JÚNIOR, R. T. **Evolução do acesso a serviços de saneamento básico no Brasil (1970 a 2004)**. Economia e Sociedade, Campinas, v. 19, n. 1 (38), p. 79-106, abr. 2010. Disponível em: < <http://www.scielo.br/pdf/ecos/v19n1/a04v19n1.pdf>>. Acesso em março de 2020.

SEIXAS, J.; FOLLE, S.; MACHETTI, D., **Construção e Funcionamento de Biodigestores**. Embrapa, 1980.

TURDERA, M.V. E YURA D. **Estudo da viabilidade de um biodigestor no município de dourados**. UEMS, Mato grosso do Sul. 2003.