



# ConBRepro

X CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO



EVENTO  
ON-LINE

02 a 04  
de dezembro 2020

## Geração de biogás e aluguel de biodigestores

**Brenda Levandoski**

Departamento de Tecnologia Industrial – CEPLAN / UDESC

**Ricardo Renan Klitzke**

Departamento de Tecnologia Industrial – CEPLAN / UDESC

**Delcio Pereira**

Departamento de Tecnologia Industrial – CEPLAN / UDESC

**Fernanda Hansch Beuren**

Departamento de Tecnologia Industrial – CEPLAN / UDESC

**Alexandre Borges Fagundes**

Departamento de Tecnologia Industrial – CEPLAN / UDESC

**Resumo:** O presente trabalho aborda uma proposta de Sistema Produto-Serviço de aluguel de balões de armazenamento de biogás que englobe sustentabilidade, reaproveitamento de resíduos sólidos e conscientização social. Além disso, apresentar como é realizado o processo de produção do biogás até o produto final através de pesquisa bibliográfica. Assim, pretende-se buscar uma maneira consciente de utilização do biogás, gás combustível, provindo de uma fermentação anaeróbica de matéria de origem animal ou vegetal, exemplos como esterco, lixo orgânico ou mesmo esgoto. Dentre as insumos utilizados para a elaboração desta pesquisa, foram focalizadas referências acerca da obtenção de biogás, além de informações relacionadas à construção de biodigestores (geradores de biogás) e dados informativos e financeiros sobre os mesmos. A partir desses elementos, sugere-se um projeto de locação de balões de armazenamento buscando uma sugestão a substituição dos botijões de gás comum. Os resultados sugerem uma condição satisfatória quanto ao projeto, no tocante a sua viabilidade econômica e importância sustentável.

**Palavras-chave:** Biogás; Biodigestores; Sustentabilidade.

## Generation of biogas and rent of biodigesters

**Abstract:** This paper addresses a proposal for a Product-Service System for renting biogas storage balloons that includes sustainability, reuse of solid waste and social awareness. In addition, to present how the biogas production process is carried out until the final product through bibliography research. Thus, it is intended to seek a conscious way of using biogas, fuel gas, coming from an anaerobic fermentation of material of animal or vegetable origin, examples such as manure, organic waste or even sewage. Among the inputs used for the elaboration of this research, references were focused on obtaining biogas, in addition to information related to the construction of biodigesters (biogas generators) and information and financial data about them. Based on these elements, a

project to rent storage balloons is suggested, seeking a suggestion to replace common gas canisters. The results suggest a satisfactory condition regarding the project, with regard to its economic viability and sustainable importance.

**Keywords:** Biogas; Biodigesters; Sustainability.

## 1. Introdução

A sustentabilidade é um assunto que vem sendo discutido e abordado por grande parte da população mundial, desde que os índices de recursos naturais têm diminuído e a taxa de acúmulo de lixo em solo terrestre e de gases geradores do efeito estufa como o monóxido de carbono, o dióxido de carbono, metano, dióxido de enxofre, óxido de nitrogênio e clorofluorcarbonos, aumentado. Segundo Sachs (2007), O homem, por meio do uso excessivo do petróleo nos últimos 150 anos, transformou, de forma radical, o eu estilo de vida e de consumo, dando origem a um enorme desperdício de energia e consideráveis alterações climáticas e ambientais, grande parte desses ocorridos é consequência da sociedade consumista que se vive.

Questões culturais e econômicas se associam ao consumo excessivo e desenfreado dos recursos naturais. O consumismo é incentivado fortemente numa sociedade capitalista através de meios de divulgação rápida, que estimulam a aquisição de produtos por meio de campanhas publicitárias, TV, rádio, internet, cinema e qualquer outra fonte de comunicação.

O presente artigo visa destacar a importância funcional, econômica e ambiental da produção do biogás, por meio de pesquisas na literatura e testes em um biodigestor protótipo. Atualmente a opção existente para a substituição do gás liquefeito de petróleo (GLP) – compostos que mistura hidrocarbonetos, com predominância de propano e butano ou gás natural que mistura hidrocarbonetos leves, com forte presença de metano - fonte de energia finita, é o biogás. Segundo Souza (2004) o biogás pode ser utilizado para produção de energia elétrica, térmica ou mecânica em propriedades rurais; gerar receitas e reduzir os custos de produção, ao substituir o gás liquefeito de petróleo (GLP) e energia elétrica, além da possibilidade de comercialização dos créditos de carbono.

Obtido de maneira natural ou artificial, trata-se de uma fonte de energia renovável, um biocombustível. Uma mistura de hidrocarbonetos (carbono e hidrogênio) como dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>) e gás metano (CH<sub>4</sub>) compõe sua estrutura química e fórmula gasosa, tornando-o inflamável quando colocado sob pressão (SOUZA, 2002).

Conforme Dias (2013), a produção do biogás se dá por meio de biodigestores, onde milhares de bactérias fazem um processo bioquímico transformando resíduos em biocombustível, que podem ser instalados em diversos lugares e que diferem em tamanho e forma. A função de acelerar a decomposição de matéria orgânica e, como subproduto, gerar biogás e material digerido é do biodigestor.

A proposta do artigo gira em torno da utilização de um biodigestor acoplado a um balão com capacidade de armazenagem de 400 m<sup>3</sup>, que depois de produzido é separado em balões menores de 5m<sup>3</sup> e 10m<sup>3</sup> de capacidade. Se comparados aos botijões de GLP, com armazenagem de 5,2m<sup>3</sup>, o menor balão tem capacidade similar e o maior é duas vezes maior em capacidade. Esses balões são locados, como num serviço de abastecimento de gás, com finalidade de fornecer energia térmica.

O serviço conta com um trabalho cultural, de conscientização, pesquisa e orientação, abordando a importância de substituir o uso do GLP por um biocombustível, renovável, além da sua contribuição para a destinação consciente de resíduos sólidos, dejetos animais e esgoto.

O foco na locação de balões de armazenamento se justifica por oferecer uma opção de biocombustível acessível e renovável para a sociedade consumidora. Atendendo a todos os requisitos básicos necessários para a criação desse serviço.

## **2. Revisão da literatura**

Na Seção 2.1 faz-se uma contextualização sobre o consumismo, citando sua importância e causa. Na Seção 2.2 destaca-se o problema e solução para o consumismo excessivo, abordando a geração de resíduos sólidos em restaurantes. Na Seção 2.3 a definição de biogás e a utilização de biodigestores é citada como solução e fonte da ideia do serviço proposto no artigo.

### **2.1 Consumismo**

Segundo Abrelpe (2008) a renda per capita dos brasileiros é baixa, sendo a mesma semelhante à dos níveis japoneses. O Brasil tem uma sociedade fortemente consumidora, tal fato que a compara a sociedade japonesa.

“Os atos de consumir e descartar ocorrem rápida e sucessivamente, pois sempre há algo mais novo, cuja posse, espera-se, finalmente trará a derradeira felicidade e bem-estar prometidos pela propaganda” (KREMER, 2007, p.1701).

“O consumo sustentável passou a enfatizar ações coletivas e mudanças institucionais para a introdução de políticas multilaterais de regulação, tanto no tocante à produção como ao consumo. O meio ambiente deixou de ser relacionado apenas a uma questão de “como” usamos os recursos, para incluir o “quanto” o usamos” (PORTILHO, 2003, p.1703).

### **2.2 Geração de resíduos sólidos**

Segundo Consoni (1995), a problemática dos resíduos sólidos se dá pelo constante crescimento do seu acúmulo e produção, sem controle e consciência do peso que um descarte incorreto tem ao meio ambiente, no Brasil, essas questões são ainda mais discutidas, devido à falta de gerenciamento dos produtos, desde a sua criação até seu descarte.

A área de estudos e trabalhos voltados para o reaproveitamento de resíduos é de grande importância no Brasil. De acordo com Barrera (1993), a simplicidade do biodigestor é genial, por ser constituído por uma câmara fechada, permitindo a digestão da biomassa, que acontece em função da presença de um grupo de bactérias anaeróbicas, que realizam o processo de fermentação e decomposição dos efluentes.

### **2.3 Biodigestores**

A produção do biogás abre portas para três importantes finalidades da energia obtida, a energia elétrica, térmica e veicular. Os valores resultantes da análise da viabilidade econômica são favoráveis à construção de biodigestores anaeróbios modelo indiano em granjas de pequeno porte, com a finalidade de produzir biogás via dejetos suínos (DIAS et. al., 2013).

#### **2.3.1 Modelo de biodigestor da marinha brasileira**

Este modelo apresenta uma estrutura simples e de menor custo de aplicação e eficiente, seu formato permite que sua instalação possa ocorrer abaixo do nível do solo ou não, conferindo assim uma aplicação adaptável conforme o local escolhido.

Seu material principal é a lona de PVC a qual infla conforme a quantidade de biogás aumenta, conferindo desta forma um gasômetro maleável (FRANÇA Jr. 2008).

## **2.4 Biogás**

O produto principal obtido através do biodigestor anaeróbico é o biogás, que provem da decomposição dos dejetos ocasionados pela fermentação da matéria orgânica presente. O biogás em si, possui grande poder calorífico dependendo da concentração do gás metano presente, o qual é o principal componente do biogás. (RORATTO,2014, p.23).

Segundo Souza (2004), o biogás pode ser utilizado para produção de energia elétrica, térmica ou mecânica em propriedades rurais ou demais locais, conseqüentemente gerando receitas e reduzindo custos de produção, ao substituir o gás liquefeito de petróleo (GLP) e energia elétrica, além da possibilidade de comercialização dos créditos de carbono.

## **3. Métodos de pesquisa**

O presente trabalho estruturou-se a partir de pesquisas documentais, que abordam a produção de biogás, contextualizando e esclarecendo informações pertinentes ao estudo. A elaboração da ideia principal se deu a partir do entendimento da utilização e funcionamento dos biodigestores, encontrados na literatura.

A geração de uma energia renovável é o foco do artigo, abordando a energia térmica gerada pela produção do biogás. Um biodigestor conta com uma tecnologia complexa, definida, geralmente, pela necessidade de cada empreendedor. No caso estudado foi utilizado um biodigestor anaeróbico, que contam com o processamento bioquímico da matéria orgânica através de milhares de bactérias para a obtenção do biogás.

Conhecer o passo a passo da produção do biogás, tempo de processo, materiais necessários para elaboração de um biodigestor seguindo o modelo da marinha brasileira e dos balões de armazenamento, são pontos fundamentais.

Foram necessárias fontes literárias para conhecimento do assunto, como se obter o biogás e quais os meios para a finalidade desejada – obtenção de energia térmica. Estudos sobre captação de resíduos, processo bioquímico e viabilidade financeira foram pontos de observação, facilitando uma projeção do projeto a ser desenvolvido futuramente.

## **4. Resultados**

Tem-se como resultados deste trabalho a proposta de desenvolvimento de um produto e serviços para minimizar os problemas causados pelo consumismo, um problema cada dia maior e preocupante, os resultados deste artigo visam uma alternativa a esse obstáculo através de pesquisas a novas respostas frente ao tema.

### **4.1 Pré-desenvolvimento de produtos e serviços**

#### **4.1.1 Planejamento estratégico**

A ideia inicial se deu com a geração excessiva de resíduos sólidos, principalmente em restaurantes, bares e demais locais de alimentação, onde o questionamento sobre o que é possível fazer para transformar o desperdício em uma fonte geradora de energia vem à tona.

No Brasil, os resíduos de origem animal constituem-se importante fonte de obtenção da biomassa, e a sua utilização em sistemas biointegrados para fins energéticos mostra-se favorável sob aspectos econômicos e ambientais. (CALZA, et.al. 2015)

O primeiro passo consistiu na pesquisa de meios de reaproveitamento de resíduos sólidos. Os biogeradores são, atualmente, protagonistas em matéria de geração de biogás, energia produzida com matéria-prima, que até então, era descartada erroneamente ou apenas ignorada.

De acordo com Dhanalakshmi & Ramanujam (2012), existem diversos processos para o tratamento destes resíduos, onde a biodigestão anaeróbia se traduz em uma tecnologia

eficiente, uma vez que permite a obtenção do biogás e do biofertilizante, cuja disponibilidade, além de contribuir para amortizar o custo de instalação da tecnologia, soluciona o problema de saneamento da disposição destes resíduos no meio ambiente. (CALZA, et.al. 2015).

O projeto tem como objetivo o aluguel de balões de armazenamento de biogás, a empresa contará com o serviço de recolhimento de resíduos sólidos em residências, condomínios, empresas e fazendas, para a alimentação dos próprios biodigestores.

Conforme a produção de biogás se efetivar serão dispostos em balões de armazenamento, que abastecidos, irão para sua locação, na mesma linha de funcionamento de uma empresa de distribuição de gás de cozinha, porém com valor inferior e objetivo sustentável maior. Atribuir um conceito sustentável a um negócio com retorno econômico é a meta principal do aluguel de balões.

#### **4.1.2 Planejamento do projeto**

A identificação da oportunidade surgiu do desperdício de alimentos dentro de restaurantes, bares e demais locais de alimentos ou mesmo dentro dos lares, onde o biogás, provindo do processamento do resíduo sólido captado, através de biodigestores, poderia fornecer energia às casas ou mesmo ser usada como substituto do gás comum de cozinha, tanto para aquecimento, como para demais afazeres do lar.

A análise do problema consistiu na pesquisa de porcentagens do descarte resíduos sólidos nos restaurantes, além dos demais resíduos que poderiam ser processados no biogerador.

Alugar balões de armazenamento é uma consequência de diversos campos já existentes referente a essa oportunidade, principalmente por abordar a sustentabilidade e o consumo responsável.

Inicialmente, produzir biogeradores, era o foco principal, porém fugia do contexto e da proposta que sugere o desenvolvimento de um serviço “solução” a partir de um problema, o consumismo.

O desenvolvimento e o teste de conceito constituem a fase de comparação do serviço oferecido com o sistema de distribuição de gás já existente. Baseado nesse negócio já existente, seria desenvolvido o marketing o serviço, buscando evidenciar a sua funcionalidade, objetivo e custo.

Além de enaltecer a reutilização de resíduos, até então descartados sem uma utilidade definida, e conscientizar sobre a geração de energia sustentável, tudo isso com vídeos explicativos e, principalmente campanhas em redes sociais.

O investimento inicial é significativo, mas que garante um retorno três vezes maior se bem estruturado e aceito pelos usuários, além do uso próprio que reduz em 100% o gasto com gás de cozinha.

O serviço é desenvolvido através da divulgação da sua importância e funcionamento, relacionando números e dados para comprovação do sucesso do serviço, além de comparações com o sistema já utilizado.

O teste de mercado seria realizado com balões de armazenamento, menores, sendo instalados em residências ou ambientes com comercialização de alimentos, para comprovar a eficiência do serviço.

Conquistada a confiança dos clientes, para um primeiro contato, construir-se-ia um posto de distribuição, semelhante ao de gases de cozinha atual, com containers para armazenagem de matéria-prima, biogeradores e balões (que substituiriam os bujões de gás), onde seriam abastecidos, locados e depois recolhidos para o reabastecimento, dando continuidade ao ciclo.

## 4.2. Desenvolvimento de produtos e serviços

O desenvolvimento tem início na obtenção da matéria prima através de parcerias com restaurantes e principalmente com os produtores granjeiros, os quais possuem uma demanda maior de resíduos animais, estes que em muitos casos tornam-se um problema no descarte, após essa etapa dar-se-ia início a compra dos biodigestores e balões de armazenamento. O investimento inicial será de aproximadamente R\$:90.000,00 para uma primeira produção de um biodigestor com capacidade de 400m<sup>3</sup> de biogás para o abastecimento de 20 balões de armazenamento de 10m<sup>3</sup> e 40 de 5m<sup>3</sup>, e todo o suporte necessário pra começar a produção, quanto aos serviços.

O objetivo é alugar os balões através de aplicativo e via telefone. A entrega será realizada pela empresa, assim como a instalação do balão na rede de gás já modificada, esta que será adaptada para receber o biogás, a empresa fornecerá as informações necessárias através de encartes e no próprio aplicativo para o correto preparo da rede receptora, assim que o usuário relatar a troca do balão a empresa irá até o local novamente realizar a troca, similar a um abastecimento de gás comum.

### 4.2.1 Projeto Informacional;

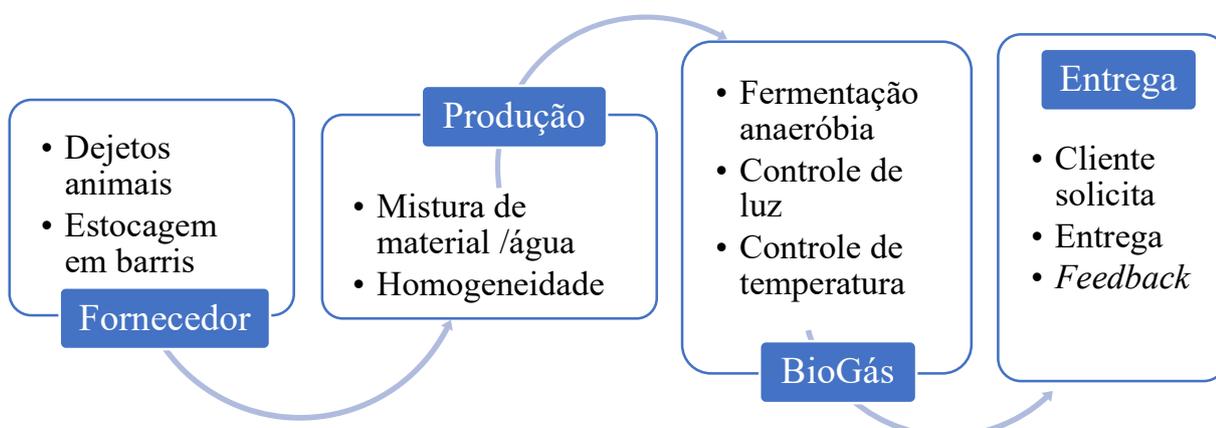
O projeto tem como matéria prima dejetos animais e matéria orgânica. O biodigestor é quem receberá esta matéria, nele ocorre o processo de transformação de matéria em gás, após um período que tem variação conforme temperatura e incidência de luz, o gás se torna próprio para a queima. O material decomposto no biodigestor tem alto índice fertilizante, esse mesmo podendo ser utilizado para benefício da empresa.

### 4.2.2 Projeto conceitual;

O gás comum GLP é de origem fóssil, e se trata de um recurso finito. As pesquisas e constante procura por novas fontes de energia vem crescendo exponencialmente, desta forma este projeto vêm como uma nova alternativa em forma de serviço, o biogás pode ser um gás incolor, inodoro, desde que não possua impurezas em abundância e tem como sua matéria-prima recursos de fácil acesso que são descartados sem que todo o seu potencial seja utilizado.

### 4.2.3 Projeto detalhado;

Figura 1 – Fluxograma de produção



Fonte: Autoria própria (2018)

Conforme apresentado na Figura 1, a coleta direta no fornecedor de matéria será realizada pela empresa, o mesmo precisa apenas estocar em barris de plástico com tampa, que serão fornecidos com a logo da empresa. Como resíduo da geração desta energia tem-se material decomposto com alto índice fertilizante, essa substância será ofertada diretamente aos fornecedores, assim entrando em um acordo de abatimento do valor de aquisição da matéria prima.

Após a coleta, com a matéria-prima em mãos inicia-se o processo. Para o seu uso no biodigestor é necessário adicionar água coletada de cisternas na empresa, a mistura é realizada através de betoneiras tornando-a homogênea, este processo auxilia na redução do tempo necessário da produção.

Em seguida, o composto é inserido no biodigestor, que está ligado a um balão com capacidade de armazenamento de até 400 m<sup>3</sup> de biogás. A primeira produção deverá ser estudada com a data de lançamento, pois o tempo para produzir é em torno de 20 dias, assim que o balão estiver próximo de sua capacidade de estoque máxima, os balões menores com capacidade de 5m<sup>3</sup> e 10m<sup>3</sup>, destinados à locação, serão carregados e estocados.

O processo de produção dar-se-á a reação química da digestão da matéria pelas bactérias presentes nos dejetos animais, de uma forma anaeróbia (sem gás oxigênio) através de um tanque digestor isolado de incidência de luz, que auxilia na proliferação das bactérias, este tanque é conectado por meio de tubulação ao balão de armazenamento.

O consumidor faz o pedido através de uma plataforma disponível – aplicativo ou telefone - efetuando o cadastro de dados pessoais, para que a logística e futuras compras se tornem ágeis. Um balão de armazenamento personalizado com a logo da empresa juntamente com o kit de adesivos será entregue por meio de um caminhão de pequeno porte terceirizado inicialmente.

#### **4.2.4 Preparação da produção;**

Para iniciar a produção é necessário primeiramente um espaço físico aberto com incidência de radiação térmica (solar) que comporte o balão de armazenamento com capacidade de até 400m<sup>3</sup> com dimensões de 25 x 8 m, o mesmo deve ser fixado ao chão, o tanque biodigestor não requer um espaço tão grande quanto.

Será realizado um contrato com uma empresa terceirizada para a transporte e logística da matéria-prima e entrega dos balões ao cliente. São necessárias betoneiras para misturar o composto, que é inserido no tanque biodigestor. Após um período de aproximadamente 20 dias o gás está pronto para uso.

O biocombustível é estocado no balão de maior volume, e transferido para os de aluguel nos tamanhos de 5m<sup>3</sup> (2x1.5x1.5m) e 10m<sup>3</sup> (1.5 x 1.2m) os balões de 10m<sup>3</sup> são confeccionados de um material diferente dos de menor volume, sendo assim mais resistentes suportando maior pressão em um espaço compacto. A criação de site e aplicativo será terceirizada, mantendo um contrato de acessória em marketing digital e e-commerce. A adequação a selos verdes e selos ambientais fará parte do portfólio da empresa.

#### **4.2.5 Lançamento do produto/serviço**

Através de mídia impressa, internet, rádio, feiras, parcerias com empresas e universidades, uso da imagem de influenciadores digitais bem como a contratação dos mesmos para divulgação do produto. Uma das principais formas de marketing nos dias atuais é a internet, onde as informações sobre a empresa e projetos futuros serão disponibilizadas através de um site e páginas de redes sociais, na entrega ao cliente será entregue um kit de adesivos promovendo a empresa e parabenizando o cliente por usar uma fonte de energia limpa,

realizar um sistema de pontuação verde o qual pode ser utilizado para troca por produtos sustentáveis de parceiros.

### 4.3. Pós-Desenvolvimento de produtos e serviços

Acompanhamento dos serviços prestados e satisfação do cliente através de um Serviço de Atendimento ao Consumidor (SAC) e uma área no próprio aplicativo, site e redes sociais, um sistema de avaliação com pontuação será anexado ao site. A cada entrega será solicitado ao responsável pelo transporte o feedback do cliente.

#### 4.3.1. Acompanhar produto e serviço

Através das mídias sociais, SAC e o próprio *feedback* dos clientes, fornecendo informações sobre garantias de troca caso necessário, responsabilidades com os balões, será realizado um *checklist* a cada saída da empresa, assim como entrada para um melhor controle de qualidade e durabilidade.

#### 4.3.2. Descontinuar produto e serviço

Os balões são confeccionados de lona PVC, podendo ser reutilizado diversas vezes e após sua vida útil reaproveitado para fins como, por exemplo, base para receber britas em uma residência auxiliando na não proliferação de vegetação indesejável, entre outras aplicações, o material decomposto e a água do processo tornam-se potentes fertilizantes os quais podem ser fracionados e comercializados.

## 5. Considerações Finais

A importância de novas tecnologias ambientalmente favoráveis, assim como fontes de energia renovável, tem se tornado indispensável para um futuro com recursos sustentáveis e que não degradem ainda mais o mundo em que vivemos. O uso do biogás vem com esse propósito de alternativa limpa, verde e de fácil acesso aos insumos necessários.

Seu uso pode se estender além do uso térmico residencial, pode ser utilizado realizando os devidos ajustes e redimensionamentos para termodinâmica de automóveis e máquinas térmicas, assim como para geração de energia limpa.

O uso desse gás auxilia até mesmo na preservação da madeira, onde o uso dela pode ser remanejado ou preservado, já que o seu uso para geração de energia é dispensável em alguns processos, bem como propicia uma diminuição de resíduos presentes em lixões e vias públicas, os quais são altamente prejudiciais ao solo e contribuem para o efeito estufa. Por se tratar de uma nova tecnologia, a oportunidade de negócio é atraente e promissora, o serviço é uma nova ideia para a alternativa sustentável, visando uma comodidade ao cliente de não precisar obter e gerenciar toda a estrutura necessária para a geração do produto.

## Referências

DEGANUTTI, R. P.; M.C.J.P. PALHACI; M. ROSSI et al. **Biodigestores Rurais: Modelo Indiano, Chinês e Batelada**. Departamento de Arquitetura, Artes e Representações Gráficas, UNESP: (Universidade Estadual Paulista), Bauru, 2002.

DIAS, Maria Isabel Alencar et al. 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.

FRANÇA Jr., Antonio Tavares de; **Análise do aproveitamento energético do biogás produzido numa estação de tratamento de esgoto**. Ilha Solteira, SP. Dissertação apresentada à Faculdade de Engenharia de Ilha Solteira da Universidade Estadual Paulista "Júlio de Mesquita Filho", como parte dos requisitos exigidos para a obtenção do título de Mestre em Engenharia Mecânica.2008.

GODECKE, Marcos Vinicius; NAIME, Roberto Harb; FIGUEIREDO, João Alcione Sganderla. O consumismo e a geração de resíduos sólidos urbanos no Brasil. **Revista Eletrônica em gestão, educação e tecnologia ambiental**, v. 8, n. 8, p. 1700-1712, 2012.

MESSA, R. Vinicius, et al. **O biodigestor e seus benefícios na propriedade rural**. Agronomia – FAG, 2016. Disponível em: < <https://www.fag.edu.br/upload/revista/seagro/58348e88893f0.pdf> > Acesso em: 22 abr. 2018.

RORATTO, Lucas. **Análise e Construção de um Biodigestor para Pequenas Propriedades Rurais**. Trabalho de Final de Curso, pelo Curso de Engenharia Mecânica da Faculdade de Horizontina. Horizontina, 2014. Disponível em: <[http://www.fahor.com.br/publicacoes/TFC/EngMec/2014/Lucas\\_Roratto.pdf](http://www.fahor.com.br/publicacoes/TFC/EngMec/2014/Lucas_Roratto.pdf)>. Acesso em: 27 abr. 2018.

SGANZERLA, E. **Biodigestor: uma solução**. Porto Alegre: Agropecuária, 1983. 88 p.