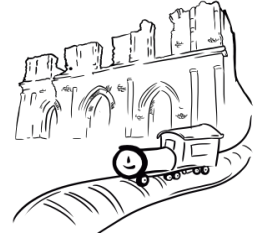


**XV ENCONTRO NACIONAL DE ENGENHARIA E DESENVOLVIMENTO SOCIAL**  
**12 a 14 de novembro de 2018**  
**Alagoinhas- BA, Brasil**



## **A viabilidade do uso de um biodigestor para cooperativas, pequenos e médios produtores**

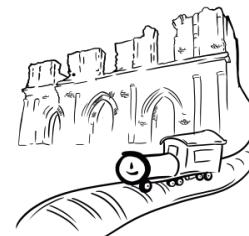
Timóteo Gomes Parise - UFMG - timoteogomesparise7@gmail.com  
Calebe Rodrigues Soares Santos – UFMG – kleb.12@hotmail.com  
Izabela de Jesus Jesuino - UFMG - izabeela.j@gmail.com  
Aura Marcela Simbaqueva Aguilera - alecramagui13@gmail.com

### **RESUMO**

O presente artigo tem como objetivo mostrar alternativas viáveis para a implantação de reatores de digestão anaeróbica tanto no meio rural, como urbano, para pequenos, médios produtores e para cooperativas, isso através de um estudo bibliográfico criterioso. Assim como elucidar algumas formas de tratamento de esgoto que sejam viáveis para pequenas comunidades. Sabe-se que os pequenos e médios produtores carecem de escassez de informações, e da falta de incentivo para medidas sustentáveis. A maioria das medidas sustentáveis ficam totalmente fora de alcance para aqueles que não possuem grande possibilidades de investimentos financeiros. As pequenas comunidades sofrem com problema de saneamento devido a falta de investimento público em educação e conscientização ambiental, e arranjos tecnológicos viáveis para realidades descentralizadas. Através desse estudo foi analisado possíveis tipos de reatores viáveis em locais menos favorecidos.

**PALAVRAS-CHAVE:** Reaproveitamento Energético, Arranjos Tecnológicos Sustentáveis, Desenvolvimento Descentralizado, Economias Circulares.

**XV ENCONTRO NACIONAL DE ENGENHARIA E DESENVOLVIMENTO SOCIAL**  
**12 a 14 de novembro de 2018**  
**Alagoinhas- BA, Brasil**



## **INTRODUÇÃO**

Em 2016, o Brasil teve um montante de 71 milhões de toneladas de Resíduos Sólidos, sendo que no Brasil há uma cobertura de 91% de coleta. Desse montante, 41,6% são levados para lixões ou aterros controlados (ABRELPE 2016). Segundo dados de composição gravimétrica média oriunda de 93 estudos de caracterização física entre 1995 e 2008, 51,4% da composição dos resíduos sólidos brasileiros são de matéria orgânica (IPEA, 2012).

O pouco investimento em projetos que visam o melhor aproveitamento da fração orgânica dos Resíduos Sólidos Urbanos sobrecarrega o sistema de disposição final no Brasil. Além de onerar muito o processo, causa grandes problemas nessa destinação, além de danos ao meio ambiente. Isso porque a matéria orgânica, além de ser a maior fração, é a maior responsável por recalques dos aterros sanitários, além da produção do lixiviado que é altamente prejudicial ao meio ambiente.

Devido ao crescimento econômico no século XX, o Brasil teve um grande aumento na demanda por energia. Em 1970, a demanda de energia primária era de menos de 70 milhões de toneladas equivalente de petróleo (TEP), sendo que a população era de aproximadamente 70 milhões TEP. Todavia, em 2000 a demanda era cerca de 190 milhões de TEP, ou seja, quase triplicou, enquanto a população aumentou menos que a metade, atingindo-se aproximadamente 170 milhões de habitantes (TOLMASQUIM, 2007). A estimativa para 2030 é de 555 milhões de TEP, sendo a população de 236 milhões de habitantes (BRASIL, 2007).

Apesar da grande parcela na emissão de GEE no mundo, o metano possui um uso energético viável, já que possui um alto poder calorífico, tornando possível a sua utilização para energia térmica, energia elétrica, biocombustíveis em veículos e/ou para injeção na rede de gás natural. Mais de 75% da energia gerada no Brasil é oriunda das hidrelétricas (Governo do Brasil, 2010), que mesmo sendo considerada uma energia renovável, pode ser questionada no processo da construção das barragens. Outro problema que a atinge é a recente crise hídrica, que mostrou a necessidade da diversificação da matriz energética no Brasil.

Olhando tais fatos e demandas o presente trabalho fez um estudo bibliográfico criterioso e mostrou que o uso de Biodigestores para a Digestão Anaeróbia se torna uma opção muito atrativa. Isso devido ao alto grau de remoção da matéria orgânica, e também por ter como um de seus produtos o biogás, que possui o metano, no qual tem um possível aproveitamento energético. As Principais Vantagens e desvantagens dos processos anaeróbios estão descritas na Figura I.

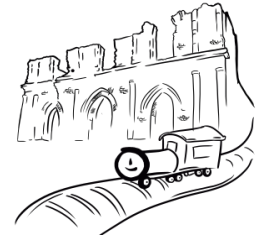


Figura I: Vantagens e desvantagens dos processos anaeróbios.

Vantagens	Desvantagens
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Baixa produção de sólidos: cerca de 5 a 10 vezes inferior à que ocorre nos processos aeróbios;</li> <li>• Baixo consumo de energia, usualmente associado a uma elevatória de chegada. Isso faz com que os sistemas tenham custos operacionais muito baixos;</li> <li>• Baixa demanda de área;</li> <li>• Baixos custos de implantação, da ordem de R\$ 20 a 40 <i>per capita</i>;</li> <li>• Produção de metano, um gás combustível de elevado teor calorífico;</li> <li>• Possibilidade de preservação da biomassa, sem alimentação do reator, por vários meses;</li> <li>• Tolerância a elevadas cargas orgânicas;</li> <li>• Aplicabilidade em pequena e grande escala;</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• As bactérias anaeróbias são susceptíveis à inibição por um grande número de compostos;</li> <li>• A partida do processo pode ser lenta, na ausência de lodo de semente adaptado;</li> <li>• Alguma forma de pós-tratamento é usualmente necessária;</li> <li>• A bioquímica e a microbiologia da digestão anaeróbia são complexas e ainda precisam ser mais estudadas;</li> <li>• Possibilidade de geração de maus odores, porém controláveis;</li> <li>• Possibilidade de geração de efluente com aspecto desagradável;</li> <li>• Remoção de nitrogênio, fósforo e patógenos insatisfatória.</li> </ul>

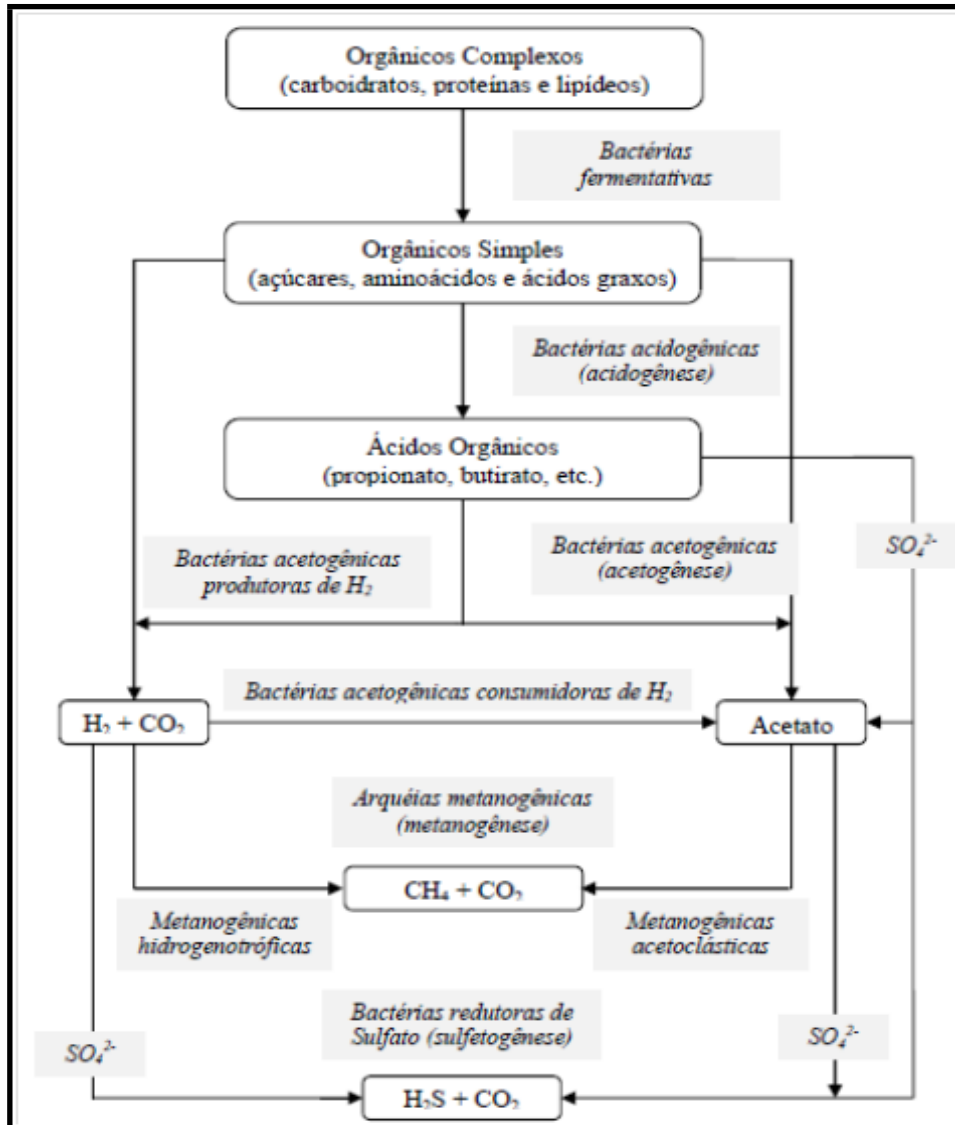
Fonte: Chernicharo & Campos (1997, 245 p.)

Em ambientes anaeróbios a degradação da matéria orgânica ocorre através da respiração e da fermentação. Quando ocorre através da respiração, são utilizados aceptores de elétrons inorgânicos. Quando ocorre através da fermentação, esse processo ocorre na ausência desses aceptores. Onde não há a presença de oxigênio, nitrato e sulfato, há uma tendência de uma produção maior de metano, pois com a presença desses, a matéria é oxidada por meio de processos aeróbios. Porém, devido a capacidade de adaptação da comunidade metanogênica, pode haver uma pequena produção de metano na presença destes compostos, pois esta comunidade pode ocupar micro nichos ou utilizar compostos não competitivos (CHERNICHARO, 2007).

A digestão anaeróbia acontece em sistemas complexos, em que há três grupos distintos fisiologicamente: As bactérias fermentativas (ou acidogênicas), que convertem orgânicos complexos em orgânicos simples, hidrogênio e dióxido de carbono. As bactérias sintróficas (ou acetogênicas), que transformam compostos orgânicos intermediários, em acetato, hidrogênio e dióxido de carbono. Os microrganismos metanogênicos, que são as arqueas metanogênicas, que são exclusivamente anaeróbias, transforma o acetato e o hidrogênio em metano (CHERNICHARO, 2006). A digestão anaeróbia pode ser dividida em cinco partes diferentes, sendo estas a hidrólise, acidogênese, acetogênese, metanogênese e a sulfetogênese. Onde os microrganismos trabalham para transformar a matéria orgânica complexa em metano, gás carbônico, água, gás sulfídrico, amônia e novas células bacterianas. Como na Figura II (CHERNICHARO, 2007).



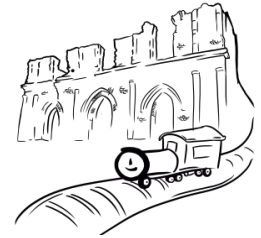
Figura II: Rotas metabólicas e grupos microbianos envolvidos na digestão anaeróbia da matéria orgânica.



Fonte: Lettinga adaptado por Chernicharo (2007, 40 p.).

## METODOLOGIA

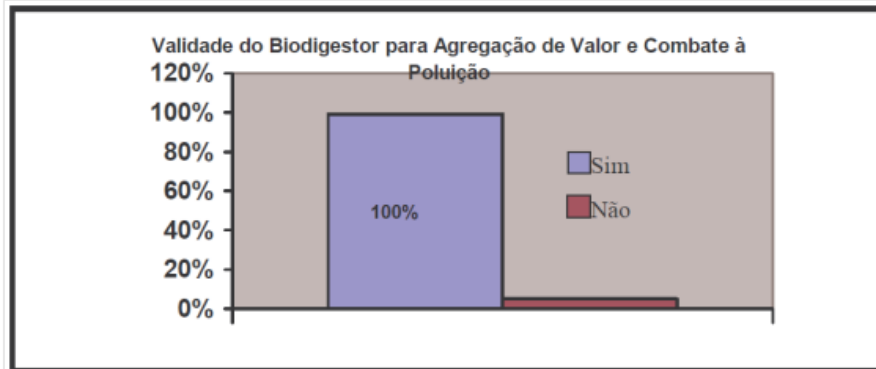
O presente trabalho foi realizado através de uma pesquisa bibliográfica minuciosa. A pesquisa foi direcionada para avaliar o panorama de reatores através de uma ótica social. Foi visto a possibilidade de implantação do sistema em locais desfavorecidos economicamente, e que tenham uma viabilidade financeira de implantação e operação. A pesquisa buscou métodos de fácil operação, possibilitando a implantação em locais onde as pessoas carecem de recursos e orientações técnicas. Ao selecionar a bibliografia adequada para tal objetivo, considerou como decisivos alguns parâmetros: 1) A metodologia e confiabilidade científica do artigo. 2) A viabilidade da implementação do sistema estudado em contextos de vulnerabilidade social 3) O respeito ao meio ambiente e às normas ambientais.



## RESULTADOS E DISCUSSÕES

Uma pesquisa realizada em Toledo-PR Mostrou que 100% da população acredita que o biodigestor agrega valor no combate à poluição (GRÁFICO 1)

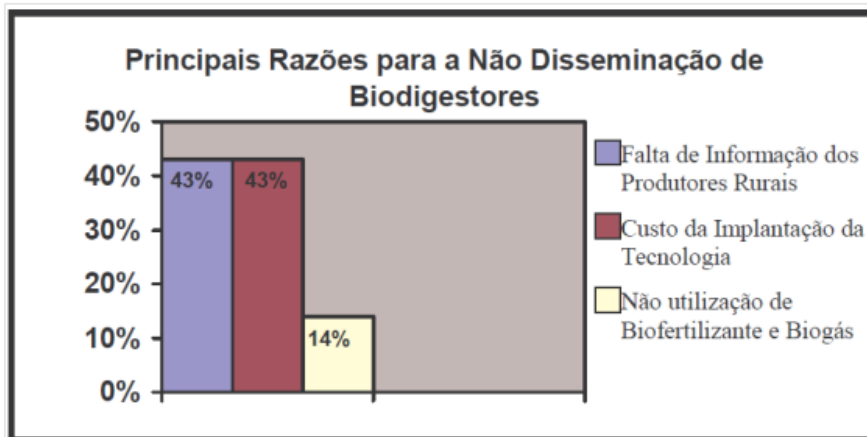
**Gráfico 1** - Pesquisa sobre a opinião da população de Toledo-PR sobre o Biodigestor.



Fonte: Gaspar, 2003.

Dos entrevistados 43% consideram a falta de informação como a razão pelo qual os biodigestores não são disseminados, e 43% consideram o custo de implantação o fator limitante (Gráfico 2).

**Gráfico 2**- Principais Razões para a Não Disseminação de Biodigestores.



Fonte: Gaspar, 2003.

Nessa pesquisa, perguntou-se sobre a procura de informações técnicas para a implementação de biodigestores, e 71% das pessoas interrogadas disseram que solicitaram profissionais especializados (Gráfico 3), o que demonstra um grande interesse da população rural por estes, pois acreditam na sua importância ambiental, social e financeira.

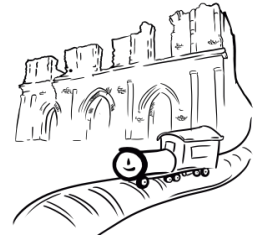
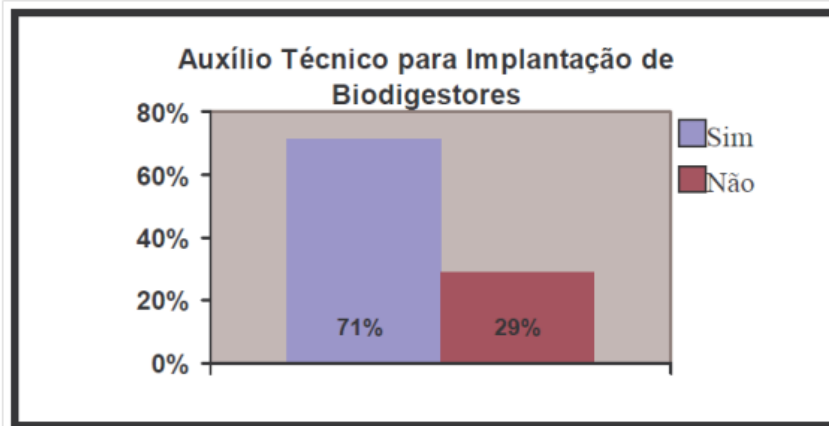


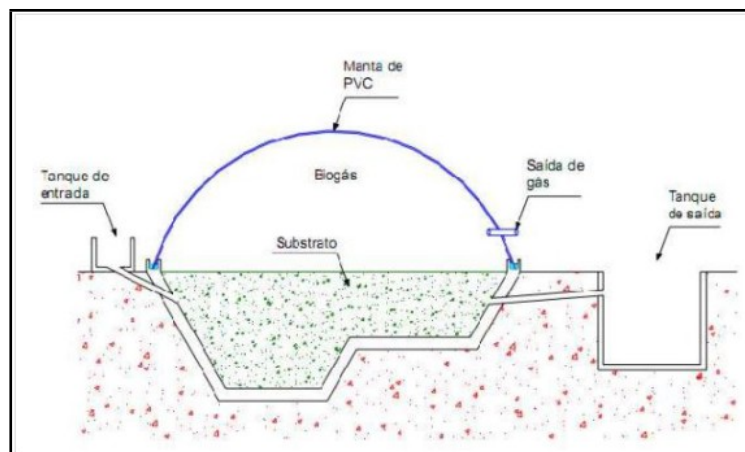
Gráfico 3 - Pedido de Auxílio Técnico para implementação de Biodigestores.



Fonte: Gaspar, 2003.

Após o estudo, foi concluído que o governo junto com as universidades e os produtores locais deveriam se unir para que houvesse uma maior possibilidade de implantação de reatores que trouxessem benefícios sociais, ambientais e econômicos para as populações locais. Um estudo realizado por Nunes (2014) na cidade de Cachoeira Alta-GO, numa fazenda de criação bovina com aproximadamente 40 vacas, onde realizou-se uma análise usando-se o modelo de biodigestor Canadense (Figura II) que também é conhecido como “fluxo tubular” ou “da Marinha”. Um dos motivos de escolha deste, é que é de extrema importância se considerarmos a dificuldade de mão de obra qualificada em muitos lugares do país onde necessita-se de um tratamento de resíduos adequados. Além de uma sustentabilidade tanto ambiental, quanto financeira e social. Este biodigestor pode ser instalado pelo próprio usuário.

Figura III- Modelo Biodigestor Canadense.



Fonte: Murilo Nunes, 2014.

Neste estudo foi calculado um biodigestor de 30 m<sup>3</sup> para atender a demanda do local e para atender a demanda energética precisou de um gerador de 1200 W. Para tanto, têm-se um custo de R\$ 25.000,00 que podem ser financiados com créditos, como por exemplo

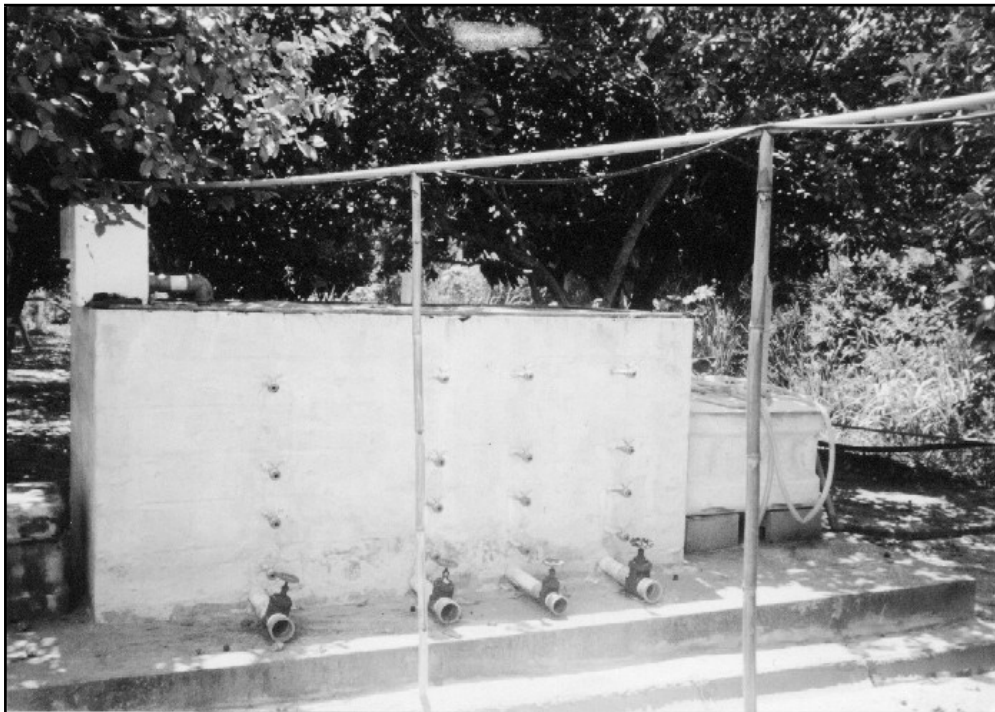
**XV ENCONTRO NACIONAL DE ENGENHARIA E DESENVOLVIMENTO SOCIAL**  
**12 a 14 de novembro de 2018**  
**Alagoinhas- BA, Brasil**



PRONAF ECO e Programa ABC. Com isso pode-se perceber que para pequenos produtores talvez haja uma dificuldade financeira, mas para médios produtores ou para cooperativas o projeto pode ser viabilizado. Vale-se destacar, que além das vantagens para o meio ambiente, este também traz um retorno financeiro devido a energia. O retorno financeiro foi calculado em torno de dois anos considerando apenas a energia elétrica. Além de produzir biofertilizantes que são menos nocivos ao meio ambiente por serem totalmente naturais, que além de poupar os trabalhadores de uma contaminação maior, pode gerar um retorno de R\$ 4.800 na economia de fertilizantes.

Reatores de baixo custo também podem ser muito úteis para o tratamento de esgoto em comunidades pequenas. Um estudo realizado na ETE do bairro Graminha em Limeira, SP, mostra que um sistema anaeróbio aeróbio pode ser muito eficiente. O sistema em estudo possui quatro câmaras (Figura IV), sendo as três primeiras anaeróbias e a última aeróbia. As câmaras possuem em média  $0,5 \text{ m}^3$ , exceto a primeira câmara que possui  $1 \text{ m}^3$  para aumentar o TDH (tempo de detenção hidráulica) e assim possui uma maior remoção da matéria orgânica (Clareto, 1997). A câmara aeróbia é aerada com um compressor comercial. Após a quarta câmara o sistema possui um decantador.

**Figura IV:** Reator Compartmentado Anaeróbio/Aeróbio.



**Fonte:** Silva, 2005.

O tratamento obteve um pH próximo de 7 durante as 5 etapas. O que diminui problemas de acidificação do sistema. Outro fato de extrema importância é que o reator não sofreu grandes alterações com diferentes cargas de matéria orgânica, mantendo alta eficiência de remoção de DQO total, DQO filtrada, DBO e SST o que é de extrema importância para a fácil

**XV ENCONTRO NACIONAL DE ENGENHARIA E DESENVOLVIMENTO SOCIAL**  
**12 a 14 de novembro de 2018**  
**Alagoinhas- BA, Brasil**



manutenção.

Devido a câmara aeróbia, o sistema possui a necessidade de energia elétrica. Entretanto, a quantidade utilizada diariamente é menor do que a média de consumo utilizada em um chuveiro elétrico ( 3,5 kW) por uma família de 4 pessoas. Como o sistema é calculado para 40 pessoas, e possui um TDH de 10h, este se mostra extremamente interessante para pequenas comunidades. Um dos fatos que viabiliza esse sistema em pequenas comunidades é a fácil instalação e operação.

### CONSIDERAÇÕES FINAIS

Hoje o Brasil possui uma quantidade de geração de resíduos orgânicos muito grande. Tendo em vista que isso é um grande problema em grandes centros urbanos, podendo causar grandes prejuízos sociais para locais desfavorecidos de recursos técnicos e com pouco poder de investimento financeiro. Sistemas anaeróbios, por exigirem pouca demanda energética se mostram bem eficientes. As pesquisas de opinião mostraram que de fato a população, principalmente a rural sabe da importância ambiental dos biodigestores, e que se interessam por essa tecnologia, mas que infelizmente não possuem o devido incentivo. Reatores canadenses se mostram eficientes para médios produtores rurais e cooperativas, já que este exige uma certa condição de investimento inicial. Porém, a fácil instalação, operação e o rápido retorno financeiro são de extrema importância nessa tecnologia. O tratamento de esgoto preferencialmente anaeróbio se mostra eficiente para pequenas comunidades. O estudo de caso mostrou a grande viabilidade de um sistema com quatro compartimentos, sendo apenas um aeróbio. Esse sistema foi previsto para uma pequena comunidade, com 40 pessoas. Logo,conclui-se que ao se investir em locais com menor capacidade financeira, deve-se analisar aspectos sociais, econômicos e ambientais, auxiliado por incentivos, buscando a opinião da população e aliado à educação ambiental.

### REFERÊNCIAS

BRASIL. Plano Nacional de Energia 2030. Ministério de Minas e Energia; colaboração Empresa de Pesquisa Energética. Brasília: MME: EPE, 2007. Disponível em:<[http://www.epe.gov.br/PNE/20080111\\_1.pdf](http://www.epe.gov.br/PNE/20080111_1.pdf)>. Acesso em: 20/01/2018.

CHERNICHARO, C. A.L. Princípios do tratamento biológico de águas residuárias – Volume 5: Reatores anaeróbios. Departamento de Engenharia Sanitária e Ambiental - UFMG. Belo Horizonte, 1997.

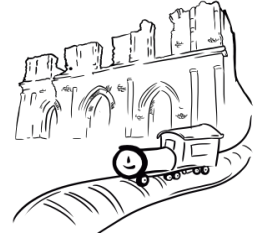
CHERNICHARO, C. A.L. Princípios do tratamento biológico de águas residuárias – Volume 5: Reatores anaeróbios. Departamento de Engenharia Sanitária e Ambiental - UFMG. Belo Horizonte, 2007.

FERREIRA, B. O. Avaliação de um sistema de metanização de resíduos alimentares com vistas ao aproveitamento energético do biogás. Belo Horizonte: 2015.

GASPAR, R. M. B. L. Utilização de Biodigestores em pequenas e médias propriedades rurais com ênfase na agregação de valor: Um estudo de caso na região de Toledo-PR. Tese (Mestre



**XV ENCONTRO NACIONAL DE ENGENHARIA E DESENVOLVIMENTO SOCIAL**  
**12 a 14 de novembro de 2018**  
**Alagoinhas- BA, Brasil**



em Engenharia de Produção) - Pós Graduação em Engenharia de Produção, Universidade federal de Santa Catarina. Santa Catarina, p.75-82, 2003.

INSTITUTO DE PESQUISA ECONÔMICA APLICADA (IPEA). Diagnóstico de resíduos sólidos Urbanos: relatório da pesquisa. Brasília: IPEA, 2012.

Leite D. V; Lopes S. W; Sousa T. J. Tratamento anaeróbio de resíduos sólidos orgânicos com alta e baixa concentração de sólidos. Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental, Campina Grande, v.13, n.2, p.190–196, 2009.

Matriz Energética – Governo do Brasil. Disponível em: <<http://www.brasil.gov.br/meio-ambiente/2010/11/matriz-energetica>>. Acesso em 21 de Janeiro de 2017.

NUNES, M. Análise da viabilidade econômica para geração de energia elétrica através do uso de biodigestor em pecuária de leite de pequeno porte. Monografia (Graduação em Especialista em projetos sustentáveis, mudanças climáticas e gestão corporativa de carbono) - Educação Continuada em Ciências Agrárias da Universidade Federal do Paraná. Curitiba, 2014.

Panorama dos resíduos sólidos no Brasil 2016 - ABRELPE. Disponível em: <[www.abrelpe.org.br/Panorama/panorama2016.pdf](http://www.abrelpe.org.br/Panorama/panorama2016.pdf)>. Acesso em 20 de Janeiro de 2017.

SILVA, G. H. R; Nour, E. A. A. Reator compartimentado anaeróbio/aeróbio: Sistema de baixo custo para tratamento de esgotos de pequenas comunidades. Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental, v.9, n.2, p.268-275, 2005.

TOLMASQUIM, M. T.; GUERREIRO, A.; GORINI, R. *Matriz energética brasileira: uma perspectiva*. Novos estudos CEBRAP, Scielo, n. 79, p. 1-23, Nov. 2007. Disponível em:<[http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0101-33002007000300003](http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0101-33002007000300003)>. Acesso em: 20 de Janeiro de 2018.