

**INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E  
TECNOLOGIA DE SANTA CATARINA  
CÂMPUS JARAGUÁ DO SUL  
CURSO TÉCNICO EM QUÍMICA (MODALIDADE: INTEGRADO)**

**Jean Carlos Bassani**

**Rafael Marquardt**

**Talita Sueli Strutz**

**Thiago da Silva**

**A DECOMPOSIÇÃO DE RESÍDUOS ORGÂNICOS  
E A GERAÇÃO DE BIOGÁS**

Jaraguá do Sul (SC), Junho de 2014

**Jean Carlos Bassani**

**Rafael Marquardt**

**Talita Sueli Strutz**

**Thiago da Silva**

## **A DECOMPOSIÇÃO DE RESÍDUOS ORGÂNICOS**

### **E A GERAÇÃO DE BIOGÁS**

Relatório de Resultados desenvolvido no eixo formativo diversificado “Conectando os Saberes” do Curso Técnico em Química (Modalidade: Integrado) do Instituto Federal Santa Catarina – Câmpus Jaraguá do Sul.

Orientador: Clodoaldo Machado

Jaraguá do Sul (SC), Junho de 2014.

## **Sumário**

1. RESUMO .....	4
2. INTRODUÇÃO .....	5
3. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA.....	6
3.1 Biodigestor Batelada .....	9
3.2 Biodigestor Indiano .....	10
3.3 Biodigestor Canadense.....	10
3.4 Biodigestor Chinês .....	11
4. METODOLOGIA .....	13
4.1 Materiais.....	13
4.2 Métodos.....	13
4.2.1 Experimentos em galões.....	13
4.2.2 Experimento em laboratório.....	14
5. RESULTADOS E DISCUSSÃO .....	15
6. CONSIDERAÇÕES FINAIS .....	20

**Sumário de Figuras**

Figura 1 Biodigestor Batelada.....	9
Figura 2 Biodigestor Indiano.....	10
Figura 3 Biodigestor Canadense .....	11
Figura 4 Biodigestor Chinês.....	12
Figura 5 Galão de 20 litros.....	14
Figura 6 Sistema para coleta de gás em laboratório.....	15
Figura 7 Biodigestor montado em laboratório a partir de peras de decantação invertidas.....	16
Figura 8 Quantidade de gás produzido, a cada medição, em função do tempo de decomposição das matérias orgânicas investigadas .....	19
Figura 9 Quantidade de gás produzido ao longo do tempo de decomposição das matérias orgânicas investigadas.....	20

## **1. RESUMO**

Uma proposta que vem ganhando cada vez mais espaço é a produção de biogás através de biodigestores. No Brasil, tal proposta é apoiada pelo PROINFA (Programa de Incentivo às Fontes Alternativas de Energia), que tem como objetivo incentivar a produção de energia a partir de produtores independentes ou autônomos. Sendo constituído de um sistema em que a matéria orgânica é fermentada, armazenando o gás produzido, o objetivo de um biodigestor é aproveitar matérias orgânicas que seriam descartadas na natureza para produção de biogás, que pode ser utilizado como fonte de energia ou até mesmo gás de cozinha. Nesta pesquisa buscou-se observar o processo de fermentação de alguns materiais orgânicos comuns e verificar a quantidade de biogás produzido ao longo do tempo. Para isso foram testados alguns sistemas de biodigestão para produção em baixa escala, sendo que o melhor resultado foi obtido com um sistema montado em laboratório a partir de peras de decantação, uma vidraria comum em laboratórios de química. Com este experimento comparamos a produção de gás da capina e de cascas de frutas. Conforme os resultados, as cascas de frutas se mostraram a matéria mais eficiente na produção de biogás entre os pesquisados, sendo elaborados gráficos comparativos para as matérias orgânicas utilizadas. O método de análise em laboratório da biodigestão de matérias orgânicas se mostrou o mais eficiente para estudos sobre o assunto.

## 2. INTRODUÇÃO

Com o desenvolvimento da tecnologia, novas fontes de energia se tornam cada vez mais necessárias. Grandes invenções como as hidroelétricas e as termoelétricas nos proporcionam quantidades exorbitantes de energia, destinadas a suprir a grande demanda das cidades modernas. Mesmo com a grande quantidade de energia produzida, observa-se que o sistema está constantemente em seu limite, deixando no ar uma importante pergunta. Como suprir as necessidades locais de energia?

Atualmente, o sistema energético internacional é fortemente dependente de combustíveis fósseis (carvão, petróleo e gás), pois cerca de 80% do consumo mundial de energia se originam dessas fontes; o consumo apresenta um crescimento anual de cerca de 2% (média em 20 anos) e cresceu 3,1% ao ano nos últimos 5 anos (OGEDA; PETRI, 2010).

Não é somente a questão de produção de energia que pode preocupar, mas também as consequências dessa produção em massa. Não é novidade que o monopólio pode trazer problemas, já imaginou se toda a energia fosse produzida a partir da queima do carvão? Com certeza teríamos grandes problemas ambientais. Existem hoje várias alternativas para a produção de energia utilizando métodos ecologicamente corretos, como por exemplo, a energia solar, eólica e os biodigestores. Uma das vantagens da energia produzida a partir do biodigestor é que além de usar uma fonte renovável, faz o aproveitamento de matéria orgânica que seria descartada, dando a ela maior utilidade.

Um material orgânico, ou também chamado de biomassa, em decomposição emite gás metano ( $\text{CH}_4$ ) e gás carbônico ( $\text{CO}_2$ ) para a atmosfera. Quando esta biomassa é utilizada em um biodigestor, o gás liberado por essa decomposição deixa de ser liberado na atmosfera para ser utilizado, por exemplo, como gás de cozinha. O resíduo sólido desta decomposição resulta em um biofertilizante eficiente, com alto teor de nitrogênio.

No Brasil existe o PROINFA (Programa de Incentivo às Fontes Alternativas de Energia) que, baseado na lei nº 10.438/02, tem como objetivo incentivar a produção de energia a partir de produtores independentes ou autônomos. O programa faz incentivo às fontes de energia eólica, pequenas centrais hidrelétricas, e biomassa, podendo ser visto como

uma oportunidade para que a produção de energia elétrica com o biogás possua cada vez mais adesão, e assim venha participar em maior escala na matriz energética nacional.

No meio rural, as fontes renováveis alternativas de energia podem ser utilizadas com o objetivo de melhorar as condições de vida destas populações. A implantação depende da disponibilidade dos recursos energéticos existentes em cada região. Em locais onde há disponibilidade de resíduos animais, os quais não podem ser dispostos na natureza antes de passarem por um processo de tratamento, o aproveitamento de tais materiais pode ser feito para produzir energia para a própria população local.

O principal objetivo da pesquisa é quantificar a produção de gás gerado a partir de materiais comuns, como capina e restos de alimentos. Para isso, vimos na prática a decomposição desses materiais, podendo observar a periodicidade e a quantidade de gás produzido.

### **3. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA**

Como já dito, fontes alternativas de energia são uma necessidade atual. Entre as várias opções de geração de energia está a biodigestão de materiais orgânicos, uma forma de produção de energia que se utiliza da biomassa.

A biomassa é definida como toda matéria orgânica de origem animal e vegetal, formada pelo processo de fotossíntese, o qual ocorre na presença da luz solar. Pode-se dizer que a biomassa é uma forma de armazenamento de uma pequena fração da energia solar, que incide na superfície da terra, na forma de ligações moleculares orgânicas (PEREIRA; PAVAN, 2004).

A biomassa foi utilizada em grande escala para a produção de energia até o século XX onde teve início o uso do petróleo e do carvão mineral. Nesse período passou a estudar-se o aproveitamento da energia térmica a partir da queima de petróleo e carvão mineral, e a biomassa foi tecnologicamente ignorada.

Ao contrário dos combustíveis fósseis, a biomassa é uma fonte de energia renovável e durante sua utilização todo o dióxido de carbono liberado é absorvido novamente durante o processo de fotossíntese. O resultado da decomposição da biomassa é o biogás.

Segundo Pecora, et.al. (2008) “O biogás é formado a partir da degradação da matéria orgânica. Sua produção é possível a partir de uma grande variedade de resíduos orgânicos como lixo doméstico, resíduos de atividades agrícolas e pecuárias, suinocultura, lodo de esgoto, entre outros”. O biogás sendo o produto da biodigestão anaeróbica da biomassa ocorre de maneira natural, devido à ação de bactérias presentes nos resíduos orgânicos. Ele é muito encontrado em pântanos pela decomposição natural da matéria orgânica.

Segundo Seixas, et.al. (1981), “biogás é constituído de metano ( $\text{CH}_4$ ), dióxido de carbono ( $\text{CO}_2$ ), traços de gás de hidrogênio ( $\text{H}_2$ ) e de sulfeto de hidrogênio ( $\text{H}_2\text{S}$ ). O biogás tem densidade 20% menor do que a do ar.

O biogás arde com uma chama azul, sem quaisquer resíduos (não deixa fuligem), seu poder calórico é de 4700-5500K cal/m<sup>3</sup>, restos digeridos não contêm germes patogênicos causadores de doenças, não tem cheiro, isto evita moscas e as enfermidades por elas trazidas (SEIXAS, FOLLE, MARCHETTI, 1981).

A produção de energia através do biogás pode gerar lucros para o produtor. Dados obtidos no artigo “Formas alternativas de geração de energia elétrica a partir do biogás: uma abordagem do custo de geração de energia” pôde mostrar que, de Agosto de 2009 à Julho de 2010, em duas granjas no estado do Paraná, os donos das mesmas poderiam receber uma média de R\$ 842.737,12 a partir da produção de biogás. No estudo estão apresentados os valores usados para fazer o levantamento de valores de biogás produzido (CATAPAN, 2011).

Segundo a Escola de Governo do Paraná (2009), o preço médio pago pela empresa por este tipo de energia varia de R\$ 134,21 á R\$ 135,91 por kWh gerado. Este é o chamado potencial econômico da produção de biogás.

Em Santa Catarina, o Acordo de Empréstimo entre o Governo Brasileiro e o Banco Mundial, deu início ao PNMA II (Programa Nacional do Meio Ambiente II) que está direcionado ao aperfeiçoamento do processo de gestão ambiental no País. O Projeto Suinocultura Santa Catarina promoveu a instalação de dois biodigestores em propriedades produtoras de suínos, com a finalidade de implantação de unidades demonstrativas (LIMA, 2007).

Estudos feitos para avaliar o potencial de produção de energia a partir do biogás produzido na região meio oeste catarinense pelo PNMA II, concluiu que o consumo médio de

energia nas propriedades é de 600 a 1800 kWh/mês e uma produção média de 50 m<sup>3</sup>/dia de biogás pode gerar 2160 kWh/mês. Além da produção de energia a partir do biogás, o biodigestor não traz somente essa vantagem ao produtor. Ao final do processo de biodigestão, o efluente restante da decomposição é o biofertilizante, que se constitui de um fertilizante natural, rico em nitrogênio, e escasso em carbono.

Este fertilizante possui concentração maior de nutrientes, e apresenta várias vantagens no uso em cultivos agrícolas que, segundo Santos (1995), tem ainda efeitos fungistáticos, inseticida, repelente, bacteriostático e ação fitormonal. Este subproduto possui características ideais para um fertilizante de excelente qualidade, ainda ele pode ser utilizado como um corretivo de acidez, da vida bacteriana e de textura, bem como aquecimento e a geração de eletricidade (JORDAN, 2003).

Para aproveitar a capacidade da biomassa de liberar biogás é necessário um sistema para possibilitar a decomposição desse material orgânico e armazenar o gás produzido. Esse sistema é o biodigestor, que segundo GONÇALVES, et.al. (2013), “compõe-se, basicamente, de uma câmara fechada na qual uma biomassa (em geral detritos de animais) é fermentada anaerobicamente, isto é, sem a presença de ar. Como resultado desta fermentação ocorre a liberação de biogás e a produção de biofertilizante”.

Com a crise do petróleo, na década de 70, foram trazidos para o Brasil os primeiros Biodigestores, que foram implantados em várias partes do Brasil, mas o nordeste se destacou nos projetos de incentivo à produção de biogás.

Como a maioria dos seres vivos, as bactérias que decompõe a matéria orgânica precisam de calor, numa temperatura o mais constante possível, para terem melhor aproveitamento, e produção eficiente de biogás. Se a temperatura estiver muito baixa, a produção de gás pode até parar. Quanto mais isolado termicamente for o Biodigestor melhor vai ser a produção de biogás, por isso a maioria dos biodigestores estão soterrados, para melhor isolamento térmico. A quantidade total de gás liberado é máxima entre 35 e 45°C (SEIXAS, FOLLE, MARCHETTI 1981).

Existem duas classificações para os biodigestores, sendo elas, os biodigestores contínuos e os descontínuos. Os de fluxo contínuo são aqueles em que a produção de gás pode ser feita continuamente, ou seja, não há a necessidade de parar a biodigestão para se acrescentar mais matéria. Ela pode ser acrescentada a qualquer momento da digestão. O biodigestor descontínuo é aquele em que ocorre a manutenção da digestão durante todo o processo, sem que se possa acrescentar mais matéria ao mesmo. O digestor é lacrado e só é

aberto quando o mesmo termina o processo, ou seja, quando a biomassa se transforma em biofertilizante e gás.

As características gerais de um biodigestor são: o tanque para armazenar a matéria; o recipiente para a digestão da biomassa e o gasômetro (câmpula). Entre os vários tipos de biodigestores, destacamos o Indiando, o de Batelada, o Canadense e o Chinês. Existem outros tipos de biodigestores, mas no geral eles se assemelham aos destacados anteriormente.

### ***3.1 Biodigestor Batelada***

É um sistema simples, trata-se de um ou mais tanques anaeróbios de decomposição descontínua. Este modelo é abastecido apenas em longos períodos, desenvolvido para locais onde a obtenção de biomassa é mais restrita, por exemplo: avicultura de corte onde a biomassa é obtida a cada 60 dias, período da engorda das aves. Sua biomassa é mantida em fermentação até que a produção efetiva do biogás cesse. Quando a produção de biogás termina, é retirada 80% da biomassa que será utilizada com biofertilizante os 20% restantes servirão de inoculo pra a próxima fermentação já que possui as bactérias necessárias para a fermentação.



Figura 1 Biodigestor Batelada.

Fonte: <http://www.engquimicasantosp.com.br/2012/07/biodigestores.html>

### 3.2 Biodigestor Indiano

Foi criado em Kampur na Índia, em 1939, sua principal característica é uma campânula flutuante que funciona como um gasômetro, podendo estar mergulhada na biomassa em decomposição. Abaixo da campânula existe uma parede central, sua função é fazer com que a biomassa circule. Dessa forma sua fermentação se torna mais homogênea.

A biomassa é colocada na câmara de alimentação que se localiza em nível terreno, passa por canos até chegar à câmara de fermentação. O gás produzido é armazenado na campânula que possui uma válvula para a coleta de gás, a biomassa resultante da fermentação sobe por um duto, para outro reservatório, e será utilizado como biofertilizante.

A campânula tem deslocamento vertical, permitindo assim um maior volume, mantendo a pressão sempre constante em seu interior. Essa pressão constante auxilia para que o gás produzido não seja consumido instantaneamente.

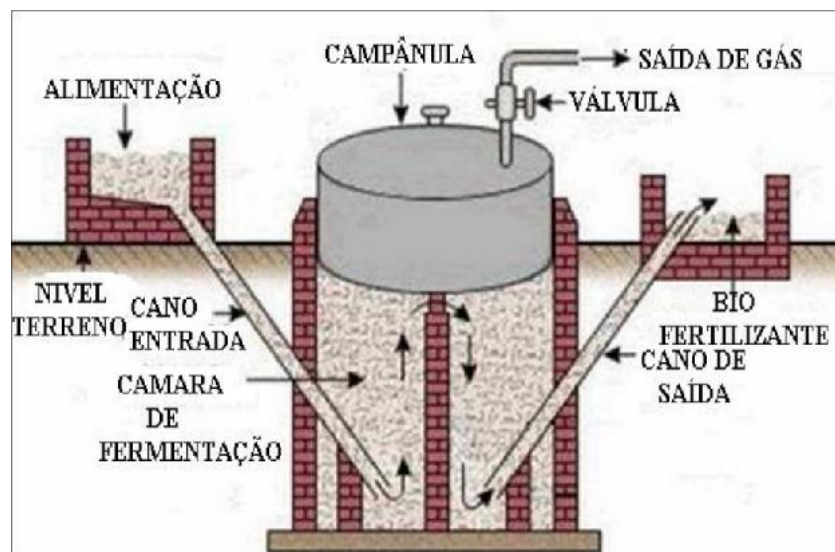


Figura 2 Biodigestor Indiano

Fonte: Fonseca et. al. (2009)

### 3.3 Biodigestor Canadense

O que mais chama atenção nesse modelo é a sua construção horizontal, ele é constituído de alvenaria e geometria retangular. Seu formato possibilita uma maior exposição

ao sol, o que ajuda na produção de biogás. Ele é o mais utilizado nas propriedades do Sul do Brasil.

Segundo Oliveira (2012), o biodigestor canadense é constituído por uma caixa de entrada, para onde são canalizados os dejetos provenientes das unidades criadoras; uma câmara de fermentação subterrânea revestida com material impermeabilizante; campânula superior construída com lona plástica para reter o biogás produzido; uma caixa de saída, por onde passa o efluente final sendo conduzido para uma esterqueira; um registro para saída do biogás e um queimador do biogás.

Para facilitar a construção e subtrair ainda mais o valor de custo do modelo Canadense, existem alguns proprietários que utilizam uma lona de PVC ao invés de a campânula, como citado anteriormente nos modelos tradicionais.

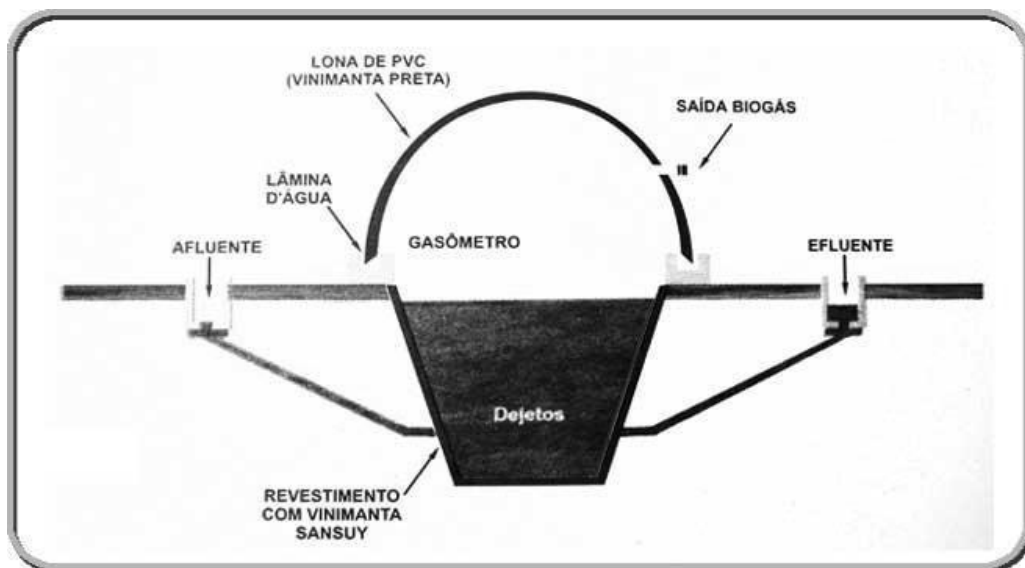


Figura 3 Biodigestor Canadense

Fonte: <http://www.ufrj.br/institutos/it/de/acidentes/biodig.jpg>

### 3.4 Biodigestor Chinês

Segundo Coldebella (2006) “Entre 1960 e 1970, a China experimentou o modelo indiano de biodigestores e concluiu que a utilização do aço para construção da campânula limitaria a instalação de biodigestores a poucos produtores rurais.” A partir daí, construíram biodigestores que fossem exclusivamente de alvenaria ou materiais de construção local, e que não possuíssem partes moveis.

Este novo modelo é constituído por uma câmara cilíndrica de tijolos abaixo do nível do solo, que serve para a fermentação da matéria, tendo o teto abobado e impermeável.

A presença de água dentro da câmara cilíndrica faz com que o processo seja baseado no princípio de prensa hidráulica. Desse modo, após a fermentação e liberação do biogás, há um aumento de pressão dentro da câmara, fazendo com que os efluentes sejam deslocados para a caixa de saída e em sentido contrário quando ocorre descompressão (DEGANUTTI, et.al. 2002).

Sua construção não é de grande dificuldade, porém, deve ser muito bem vedada e impermeabilizada. “É semelhante a um forno e é necessária a utilização de uma técnica em que o peso de tijolo deve mantê-lo na posição que a argamassa seque.” (COLDEBELLA, 2006).

Os biodigestores Chineses e Indianos, em termos comparativos, apresentam desempenho semelhante. O biodigestor do tipo chinês também pode ser acoplado a mais tanques anaeróbicos em série.

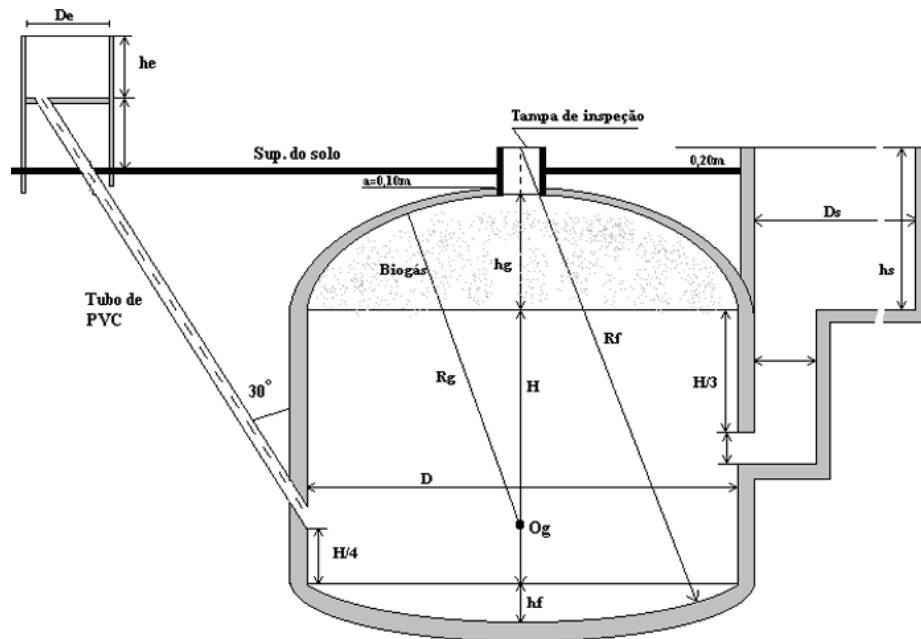


Figura 03: Biodigestor modelo Chinês.

Figura 4 Biodigestor Chinês.

Fonte: PINHO, Carlos. *Introdução às energias renováveis*.

## **4. METODOLOGIA**

### ***4.1 Materiais***

Para cumprir os objetivos propostos no projeto utilizamos os seguintes materiais: cascas de frutas; capina; esterco de porco; água; galões de 25 litros; galões de 20 litros; registros; balões de festas; silicone; fita veda rosca; cola para canos; pera de decantação; bomba de vácuo (Prismatec); mangueira; suporte universal; garra; papel filme; proveta; caixa de papelão; bacia; termômetro.

### ***4.2 Métodos***

Não foi possível utilizar o biodigestor proposto no projeto, pois não estava mais disponível ao grupo, pelo fato de que a instituição onde estava armazenado descartou o sistema.

#### ***4.2.1 Experimentos em galões***

Tendo em vista o fato de não podermos mais utilizar o equipamento que foi previsto no projeto elaborou-se um biodigestor alternativo. Para isso foram utilizados quatro galões de 25 (vinte e cinco) litros, onde foram armazenados 15 (quinze) litros de biomassa e 10 (dez) litros de água. Foram montados registros para poder controlar a saída do gás, estes consistiam em uma tampa de plástico colada no bocal do registro que era rosqueada ao galão. Para a medição do gás liberados utilizamos balões (normalmente utilizados em festas), e seria pesado com o gás. Foi invertido a quantidade de matéria e água utilizados, 10 (dez) litros de matéria e 15 (quinze) litros de água. Após a inversão de quantidade foi retirado o esterco do experimento.

Substituímos os galões de 25 (vinte e cinco) litros por galões de 20 (vinte), colocando 10 (dez) litros de matéria e 10 (dez) litros de água em cada. Foram coletadas novas matérias para repetir o experimento. Os galões foram vedados com silicone, deixados para fermentar, como demonstrado na figura 5. Este experimento também foi descartado por ser ineficiente.



Figura 5 Galão de 20 litros.

#### 4.2.2 Experimento em laboratório

Tendo em vista o fato dos equipamentos utilizados anteriormente não terem trazidos os resultados passíveis de análise, partiu-se para um experimento em laboratório. Neste novo experimento a matéria foi colocada dentro de uma pera de decantação, que estava presa a garra e assim mantendo-se fixa no suporte universal. Uma caixa de papelão foi colocada em baixo das peras para prevenir qualquer imprevisto com a garra e/ou suporte universal.

Para realizar a coleta dos dados foi acoplada à pera uma mangueira, vedada com papel filme. Em seguida foi utilizada uma proveta cheia de água em pé dentro da bacia também com água, assim impedindo a entrada do ar dentro da proveta. A outra ponta da mangueira foi colocada dentro da proveta, como mostra a figura 6.



Figura 6 Sistema para coleta de gás em laboratório.

Os dados coletados foram organizados em tabela e com os mesmos foram construídos gráficos para melhor visualização e interpretação dos resultados.

## 5. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Como não foi possível utilizar o método proposto no projeto, pelo fato do local onde o mesmo estava armazenado o descartou, recorremos a outro método.

Foram feitos no dia 9 de abril os sistemas usando-se quatro galões de 25 (vinte e cinco) litros com um registro em cada, sendo um galão com esterco de porco, um com restos de frutas e verduras, um com capina e um com os três misturados. Cada galão possuía 15 (quinze) litros de matéria e 10 (dez) litros de água. O primeiro teste foi mal sucedido, sendo que antes mesmo de feitas as medições, um dia após serem colocados para fermentar, o galão com esterco transbordou. Uma hipótese elaborada pelo grupo para responder esse ocorrido é que o gás se dispôs no fundo do galão, embaixo da matéria, assim empurrando a mesma para cima. Outro fato ocorrido foi à utilização de esterco de porco em excesso, ocasionando na produção excessiva, e não esperada de gás.

O experimento foi refeito recolhendo novas matérias, entretanto dessa vez foi invertido a quantidade de matéria e água utilizada (10 (dez) litros de matéria e 15 (quinze)

litros de água), porém o galão de esterco apresentou problemas novamente, pelo fato do gás empurrar a matéria para cima.

Mais uma vez o experimento foi refeito, desta vez utilizando 10 (dez) litros de matéria e 10 (dez) litros de água, em galões de 20 (vinte) litros. Foram observados problemas quanto aos balões utilizados, pelo fato de se degradarem em consequência do clima. Foi decidido apenas utilizar o balão nos dias de coleta do gás, mantendo o registro fechado. Após alguns dias de fermentação foi percebido vazamento de gás, devido ao odor no local onde ficaram dispostos os galões. Feita a vedação com silicone nos galões, as matérias foram deixadas para fermentar novamente. Tendo observado que não houve produção satisfatória de gás, este experimento também foi descartado.

Depois de algumas discussões, uma nova metodologia foi criada, pelo fato de que não haveria mais tempo hábil para fazer a fermentação da matéria com a primeira metodologia, sendo assim formulado um experimento em menor escala feito em laboratório. O sistema utilizado foi composto por suporte universal, garra, pera de decantação e uma caixa de papelão. Montado com a pera virada para baixo, utilizando a garra para dar suporte à pera e a caixa como base, como demonstra a figura 7.



Figura 7 Biodigestor montado em laboratório a partir de peras de decantação invertidas.

Para a medição do gás liberado, foram utilizados uma bacia, proveta, mangueira e papel filme para isolar o local onde a mangueira foi acoplada. Colocada a proveta cheia de água em pé dentro da bacia também com água, assim impedindo a entrada do ar dentro da proveta, a saída da mangueira foi introduzida para dentro da proveta e a entrada anexada à pera. Quando a pera de decantação foi aberta o gás saiu, passou pela mangueira direto para a proveta, empurrando a água para baixo, pois o gás tende a ocupar todo o espaço no sistema, assim mostrando em ml a quantidade de gás liberado (OLIVEIRA 2009).

Esse procedimento foi feito para as três peras, sendo que as mesmas continham 250ml de matéria orgânica e 150ml de água.

Após a montagem dos sistemas, iniciou-se o experimento, sendo realizadas medições do volume de biogás produzido após: 24h; 48h; 120h; 168h; 216h; 288h; 336h; 384h; 456h; 504h e 552h. Os volumes de gases coletados em cada um dos biodigestores são apresentados na Tabela 1, em função do tempo de decomposição da biomassa.

Tabela 1: Medições de biogás coletado em função do tempo de decomposição para as 3 matérias orgânicas investigadas.

		Capina		Casca		Casca e Capina	
Dias	Hora	Quant.	Total	Quant.	Total	Quant.	Total
15/05	24h	~5ml	5ml	20ml	20ml	10ml	10ml
16/05	48h	0ml	5ml	42ml	62ml	0ml	10ml
19/05	120h	0ml	5ml	14ml	76ml	14ml	24ml
21/05	168h	10ml	15ml	10ml	86ml	12ml	36ml
23/05	216h	0ml	15ml	0ml	86ml	0ml	36ml
26/05	288h	0ml	15ml	0ml	86ml	0ml	36ml
28/05	336h	0ml	15ml	0ml	86ml	0ml	36ml
30/05	384h	~3,5ml	18,5ml	0ml	86ml	2ml	38ml
02/06	456h	0ml	18,5ml	0ml	86ml	0ml	38ml
04/06	504h	0ml	18,5ml	0ml	86ml	0ml	38ml
06/06	552h	0ml	18,5ml	0ml	86ml	0ml	38ml

Conforme os resultados obtidos, observou-se que as cascas de frutas produziram a maior quantidade de biogás, sendo que, em 168 horas aproximadamente, 250 ml de cascas produziram a quantidade de 86 ml de biogás. Em segundo lugar veio a mistura de cascas e capina e em terceiro somente a capina.

Pode-se notar que a fermentação da capina acontece mais lentamente que a da casca de frutas pelo fato de ter apresentado valores menores de produção de gás nas primeiras coletas e, após dado intervalo de tempo, registrou-se novamente uma pequena produção de gás. A capina apresentou duas fases de decomposição. Na primeira fase o líquido derivado do vegetal foi decomposto por possuir sacarose ( $C_{12}H_{22}O_{11}$ ). A segunda fase foi a decomposição da celulose ( $C_6H_{10}O_5$ ), um polissacarídeo mais complexo que a sacarose e também muito abundante na parede celular dos vegetais (OLIVEIRA et.al 2008).

Segundo GAMBARATO (2010) “As ligações de hidrogênio inter e intramolecular são responsáveis pela manutenção das redes cristalinas e torna a celulose altamente resistente a tratamentos químicos e biológicos.”.

Os dados apresentados na Tabela 1 podem ser melhor analisados visualizando-se os mesmos na forma gráfica. A Figura 8 apresenta a quantidade de gás produzido, a cada medição, em função do tempo de decomposição das matérias orgânicas investigadas. Já a Figura 9 apresenta os valores acumulados de gás produzido ao longo do tempo, também para os 3 (três) materiais investigados.

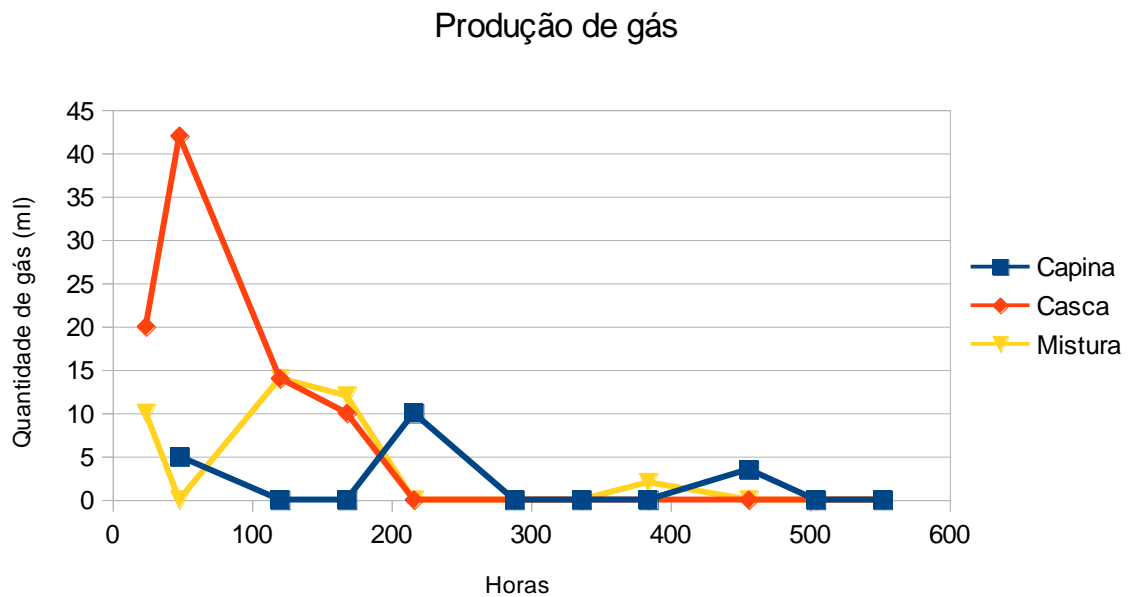


Figura 8 Quantidade de gás produzido, a cada medição, em função do tempo de decomposição das matérias orgânicas investigadas.

Como mostra a figura 8, a produção da capina é mais lenta do que a das cascas de frutas, devido a sua parede celular composta por celulose, as bactérias demoram mais para degradar a capina. Sendo assim, tem seu pico de produção de biogás após alguns dias. As cascas de frutas tiveram maior produção no início, pois as bactérias degradam mais facilmente sua parede celular composta por sacarose, assim tendo seu pico de produção no início da fermentação.

A figura 9 mostra a quantidade de gás produzido durante todo o período de decomposição da matéria, com os valores sendo contabilizados de forma acumulativa. A análise da figura 9 comprova que a casca de fruta é a matéria que mais produziu gás, desde o início do experimento até a sua conclusão.

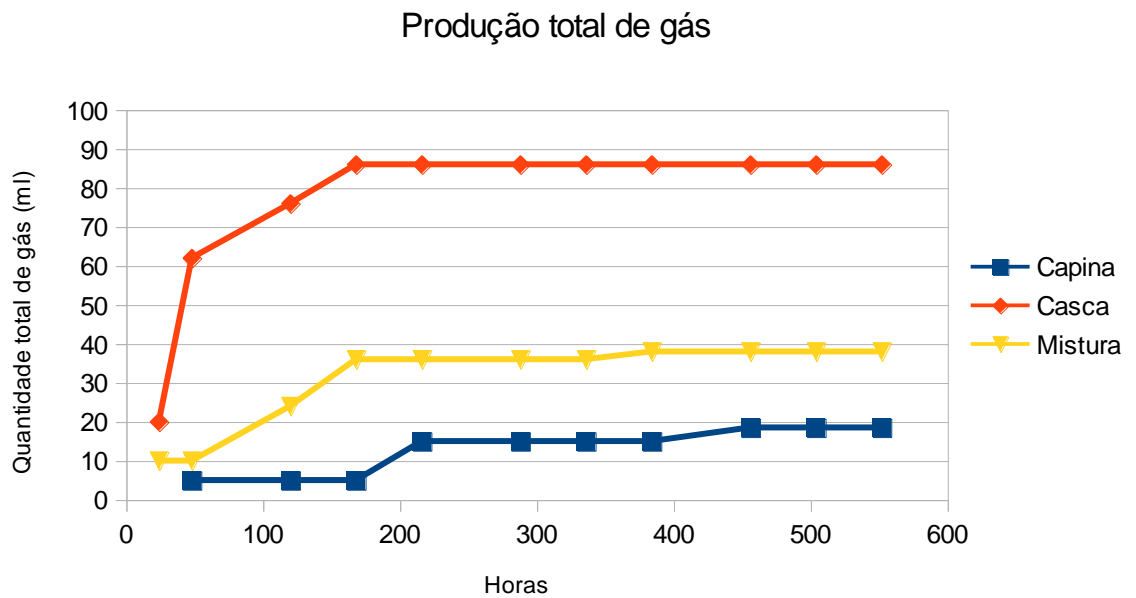


Figura 9 Quantidade de gás produzido, de forma acumulativa, ao longo do tempo de decomposição das matérias orgânicas investigadas.

Enquanto a produção de gás com a casca de frutas cessou após aproximadamente 200 horas de experimento, a capina apresentou produção de gás em tempos maiores, registrando-se liberação de gás mesmo após 450 horas de experimento.

## 6. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Dos compostos orgânicos utilizados, a casca de fruta se mostrou a biomassa mais eficiente na produção de biogás, com isso respondemos nossa questão problema, que se constituía em “Qual resíduo orgânico gera maior quantidade de biogás durante seu processo de decomposição?”. As cascas de fruta apresentaram maior produção de gás, pois possuem em sua composição uma quantidade maior de sacarose ( $C_{12}H_{22}O_{11}$ ), sendo o principal produto utilizado pelas bactérias para decompor a matéria orgânica (ANTONIO 2006).

Cumprimos os objetivos de quantificar o gás produzido. A hipótese sobre o esterco ser a maior fonte de biogás não pode ser comprovada, já que o mesmo foi descartado do experimento por ter apresentado dificuldades para a produção em baixa escala. A hipótese de que as cascas de frutas são a matéria orgânica que mais produz biogás, após o esterco, foi confirmada, já que apresentou uma produção de 86 ml de biogás. A outra hipótese, de que alguns resíduos orgânicos não iriam produzir uma quantidade perceptível de gás, não foi comprovada, pois todas as matérias investigadas produziram quantidades perceptíveis de gás.

Apesar do modelo de biodigestor proposto no projeto ter sido descartado, o método em laboratório se mostrou o mais eficiente e confiável para pesquisas sobre a biodigestão de matérias orgânicas. Destacamos também que, apesar do esterco de porco ter sido excluído da pesquisa, pesquisas sobre esta e outras matérias orgânicas são importantes para o desenvolvimento da produção de biogás através da biodigestão. A partir dos estudos realizados, sugere-se que pesquisas futuras nesta linha de pesquisa utilizem o modelo de biodigestor elaborado em laboratório, uma vez que é possível controlar facilmente algumas variáveis do processo com grande precisão, como a quantidade de gás produzido e a temperatura da matéria em decomposição.

## REFERÊNCIA

ANTONIO, Graziella Colato. *Análises de materiais biológicos*. UNICAMP - Universidade Estadual de Campinas Faculdade de Engenharia Agrícola. 2006.

CATAPAN, Anderson; CATAPAN, Dariane Cristina; CATAPAN, Edilson Antonio. *Formas alternativas de geração de energia elétrica a partir do biogás: uma abordagem de custo de geração de energia*. 2011.

COLDEBELLA, Anderson. *Viabilidade do uso de biogás da bovinocultura e suinocultura para geração de energia elétrica e irrigação em propriedades rurais*. 2006. Universidade Estadual do Oeste do Paraná – UNIOESTE. Centro de Ciências Exatas e Tecnológicas. Programa de Pós-Graduação em Engenharias Agrícola.

DEGANUTTI, Roberto; PALHACI, Maria C. J. P.; ROSSI, Marco; TAVARES, Roberto; SANTOS, Claudemilson. *Biodigestores rurais: Modelo indiano, chinês e batelada*. 2002. Departamento de Artes e Representação Gráfica, FAAC - Faculdade de Arquitetura, Artes e Comunicação, UNESP - Universidade Estadual Paulista Julio de Mesquita Filho,

Escola do Governo do Paraná. *Programa de Geração Distribuída com Saneamento Ambiental*. 2009.

FETTI, George Lucas. *Evolução da matéria orgânica durante o processo de compostagem*. Universidade Estadual de São Paulo – Microbiologia IBILCE. 2013.

FONSECA, Fernando Sergio de Toledo; ARAÚJO, Ana Régia Alves de; HENDGES, Tiago Luiz. *Análise de Viabilidade Econômica de biodigestores na Atividade Suinícola na cidade de Balsas - MA*. Sociedade Brasileira de Economia, Administração e Sociologia Rural. Porto Alegre, 26 a 30 de julho de 2009.

GAMBARATO, B. C. *Estabelecimento e Validação de Modelos de Oxidação de Ligninas*. Dissertação (Mestrado) – Escola de Engenharia De Lorena, Universidade de São Paulo. 2010.

GONÇALVES, Hérica Fernanda E.; LIMA, Rubiléia dos Santos; WEISS, Valéria Adalina B.; MENEZES, Vanessa da Silva. *O biodigestor como principio de sustentabilidade de uma propriedade rural*. 2013.

JORDAN, R. A.; CORTEZ, L. A.B.; NEVES FILHO, L. C.; LUCAS Jr, J. *Bomba de calor água-água acionada a biogás para utilização em processo de aquecimento e resfriamento em laticínios*. Leite & Derivados. São Paulo, p.52-64, 2003.

KANTER, James. *Suécia quer substituir gasolina por biogás*. Controvérsia, revista virtual. Disponível em: <<http://www.controversia.com.br/index.php?act=textos&id=1952>> Acessado em: 18 de Setembro de 2013.

LIMA, Paulo César Ribeiro. *Biogás da Suinocultura: Uma importante fonte de geração de energia*. 2007. Consultoria Legislativa, Distrito Federal. 2007.

OGEDA, Thais Lucy; PETRI, Denise F.S.. *Hidrólise enzimática de biomassa*. *Química nova*. nº 7. dezembro de 2010.

OLIVEIRA, Emíldio C. A.; SARTORI, Raul H.; GARCEZ, Tiago B. *Compostagem*. Universidade de São Paulo - Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz - Programa de Pós-Graduação em Solos e Nutrição de Plantas. 2008.

PECORA, Vanessa. *Implantação de uma unidade demonstrativa de geração de energia elétrica a partir do biogás de tratamento do esgoto residencial da USP – Estudo de Caso*. 2006. Programa de Interunidade de Pós-Graduação em Energia (PIPGE). São Paulo, 2006.

PECORA, Vanessa; FIGUEIREDO, Natalie Jimenez Vérdi de; COELHO, Suani Teixeira; VELÁZQUEZ, Sílvia Maria Stortini González. *Biogás e o mercado de crédito de carbono*. 2008. Nota Técnica VIII. Universidade de São Paulo. Centro Nacional de Referência em Biomassa (CENBIO). 2008.

PEREIRA, William Caldart; PAVAN, André Aparecido. *Custo da eletricidade gerada em conjunto motor gerador utilizando biogás na suinocultura*. UNIOESTE – CCET, Campus Cascavel. 2004.

PINHO, Carlos. *Introdução às energias renováveis*. PPGE - UFPA. Programa de Pós Graduação em engenharia elétrica. 2013. disponível em: <<http://ppgee.martinses.org/EnergiasRenovaveis/aula23.php>>. Acessado em: 15 de Maio de 2014.

SANTOS, A C. V. dos. *Biofertilizante Líquido: o defensivo agrícola da natureza*. 2 ed.

SANTOS, P. *Guia técnico de biogás*. Portugal: Centro para a Conservação de Energia. 2000.

SEIXAS, Jorge; FOLLE, Sérgio; MARCHETTI, Delmar. *Construção e funcionamento de biodigestores*. 1981. Circular Técnica, 4. EMBRAPA, Brasília, 1981.

TORRES, Aline; PEDROSA, João Felipe – *Fundamentos de Implantação de Biodigestores em propriedades rurais*. 2012. Universidade de Pernambuco – escola politécnica de Pernambuco. UFPE.