

**CENTRO UNIVERSITÁRIO DO SUL DE MINAS UNIS**  
**ENGENHARIA MECÂNICA**  
**JHONATAN CHRISTIAM PALA FERREIRA**

N. CLASS.....
GUTTER.....
ANO/EDIÇÃO.....

**VIABILIDADE ECONÔMICA PARA INSTALAR UM BIODIGESTOR**

**Varginha**  
**2013**

**FFDFSMTG**

**JHONATAN CHRISTIAM PALA FERREIRA**

**VIABILIDADE ECONÔMICA PARA INSTALAR UM BIODIGESTOR.**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao curso de Engenharia Mecânica do Centro Universitário do Sul de Minas – UNIS como pré-requisito para obtenção do grau de bacharel sob Orientação da Profa. Esp. Adilene Maria Soares Tirelli

**Varginha  
2013**



**JHONATAN CHRISTIAM PALA FERREIRA**

**VIABILIDADE ECONÔMICA PARA INSTALAR UM BIODIGESTOR.**

Monografia apresentada ao curso de Engenharia Mecânica do Centro Universitário de Sul de Minas – UNIS, como pré-requisito para obtenção do grau de bacharel pela Banca Examinadora composta pelos Membros:

Aprovado em        /        /

---

Prof. Me Luiz Carlos Vieira Guedes

---

---

Obs:

Dedico este projeto a minha família e amigos,  
que foram e são a principal força e razão para  
que eu possa concluir essa etapa tão  
importante em minha vida.

## **AGRADECIMENTOS**

Agradeço a Deus, a Nossa Senhora Aparecida e também aos meus colegas, professores, companheiros de trabalho e a minha família por terem apoiado e ajudado na construção e conclusão deste trabalho.



## RESUMO

Este trabalho tem como objetivo mostrar a viabilidade da instalação de um biodigestor, para geração de biogás e biofertilizante, em uma fazenda, cuja economia gira em torno da suinocultura e da venda de café, para reduzir custos e gerar lucros, ambientais e financeiros. É visível a preocupação da sociedade moderna com o meio ambiente e, para isso, a criação de novas fontes energéticas renováveis se torna imprescindível, sendo assim, cada vez mais se ouve notícias sobre o assunto. Assim, a zona rural também vem se desenvolvendo muito, afinal os dejetos de animais também polui tanto o solo, quanto as águas. Devido às inovações tecnológicas, o aumento de produção e também a preocupação com o meio ambiente, descobriu-se uma forma de utilização dos dejetos de animais criados em confinamento, onde um biodigestor poderá transformar esses dejetos em biogás e biofertilizante e Biodigestor é um tanque isolado do meio externo, e no seu interior tem a mistura de dejetos e água, que fermentam e por meio de uma bactéria anaeróbica que libera gases, principalmente o gás metano, onde leva o nome de biogás. Com a instalação desse equipamento diminui o problema da poluição e aumenta a renda da propriedade diminuindo os custos com compra de material essencial para lavoura, como fertilizante.

Palavras chave: Biodigestor. Biogás. Biofertilizante.



## ***ABSTRACT***

*This work aims to show the feasibility of installing a digester for generating biogas and fertilizer , on a farm , whose economy revolves around the pig and selling coffee , to reduce costs and generate profits , environmental and financial . It is visible concern of modern society with the environment and, therefore , the creation of new renewable energy sources becomes imperative , therefore, increasingly hears news on the subject . Thus , the countryside has been developing very well , after all the animal waste also pollutes both the ground as water. Due to technological innovations , increased production and also the concern for the environment , it was discovered a way to use the waste from animals raised in confinement , where a digester can turn these wastes into biogas and fertilizer and digester is a tank isolated external environment , and inside is a mixture of waste and water , and that ferment by means of an anaerobic bacterium which releases gases , mainly methane , which takes the name of biogas. With the installation of this equipment reduces the pollution problem and increases the income of ownership by reducing costs to purchase equipment essential to farming as fertilizer.*

*Keywords : Digester. Biogas. Biofertilizer*



## ÍNDICE DE FIGURA

Figura 1: Modelo de biodigestor Indiano.....	10
Figura 2: Modelo de Biodigestor Chinês.....	11
Figura 3: Biodigestor modelo da Marinha ou Canadense.....	12
Figura 4: Bloco de concreto aparente e convercional.....	13
Figura 5: Tubo de PVC.....	14
Figura 6: Lona de Poli cloreto de vinila.....	15
Figura 7: Como seria a terraplanagem ideal. ....	20
Figura 8: Layout das construções.....	21
Figura 9: Fixação da lona de capitação.....	22
Figura 10: Dimensão do biodigestor.....	22
Figura 12: Biodigestor inflado com gases.....	23
Figura 13: Desenho em <i>solidworks</i> do biodigestor. ....	23
Figura 14: Posição dos tubos para não vazar os gases do biodigestor.....	23
Figura 15: Dimensões do tanque de biofertilizante. ....	25
Figura 16: Motor para queimar o biogás e gerar eletricidade .....	26
Figura 17: Tabela de preço de geradores. ....	27
Figura 18: Lay-out da tubulação .....	29



## SUMÁRIO

<b>1</b>	<b>INTRODUÇÃO</b>	<b>9</b>
<b>2</b>	<b>BIODIGESTOR</b>	<b>10</b>
2.1	Modelo indiano	10
2.2	Modelo chinês	11
2.3	Modelo da marinha	11
<b>3</b>	<b>MATERIAIS UTILIZADOS NA CONSTRUÇÃO DE UM BIODIGESTOR</b>	<b>13</b>
3.1	Bloco de concreto	13
3.2	Concreto impermeável	13
3.3	Tubo de PVC	14
3.4	Lona plástica para vedação e captação	14
<b>4</b>	<b>DEJETOS</b>	<b>16</b>
<b>5</b>	<b>DEFINIÇÃO DE BIOGÁS</b>	<b>18</b>
<b>6</b>	<b>DEFINIÇÃO PARA BIOFERTILIZANTE</b>	<b>19</b>
<b>7</b>	<b>PROJETO DO BIODIGESTOR</b>	<b>20</b>
7.1	Local	20
7.2	Biodigestor	21
7.3	Tanque para armazenagem do biofertilizante	24
<b>8</b>	<b>MOTOR E GERADOR PARA PRODUZIR ELETRICIDADE</b>	<b>26</b>
<b>9</b>	<b>QUANTIDADE DE MATERIAIS</b>	<b>28</b>
<b>10</b>	<b>VIABILIDADE FINANCEIRA</b>	<b>30</b>
10.1	Custos de implementação	30
10.2	Gasto anual da fazenda	30
10.3	Tempo de retorno financeiro	31
<b>11</b>	<b>CONCLUSÃO</b>	<b>33</b>
	<b>REFERÊNCIAS</b>	Erro! Indicador não definido.



## 1 INTRODUÇÃO

Este trabalho tem como tema a viabilidade econômica para instalar um biodigestor para geração de biogás e biofertilizante, para reduzir custos e gerar lucros, ambientais e financeiros.

É visível a preocupação da sociedade moderna com o meio ambiente e, para isso, a criação de novas fontes energéticas renováveis se torna imprescindível, sendo assim, cada vez mais se ouve notícias sobre o assunto. Assim, a zona rural também vem se desenvolvendo muito, afinal os dejetos de animais também polui, tanto o solo, quanto as águas.

A sociedade está mudando sua maneira de pensar, com isso, até mesmo a zona rural pode fazer sua parte, pois, com a instalação de um biodigestor, além de ajudar no meio ambiente, ainda é possível obter lucros, pois, durante a higienização, os dejetos dos animais criados em confinamento, que antes eram descartados nos rios, passarão por uma tubulação caindo direto no biodigestor, sendo assim, transformado em biogás e biofertilizante, que serão utilizados na propriedade, sendo assim, o lucro do proprietário será evidente.

Portanto, devido às inovações tecnológicas, aumento de produção e também a preocupação com o meio ambiente, descobriu-se uma forma de utilização dos dejetos de animais criados em confinamento, onde um biodigestor poderá transformar esses dejetos em biogás e biofertilizante, reduzindo os custos com matérias primas na propriedade, como o gás liquefeito de petróleo (GLP) e com fertilizantes para agricultura do local.



## 2 BIODIGESTOR

O biodigestor tem como finalidade fermentar biomassas, onde os dejetos são misturados à água em seu interior, gerando assim, o biogás. (CERPCH – Centro nacional de referência em Pequenas Centrais Hidrelétricas). Portanto,

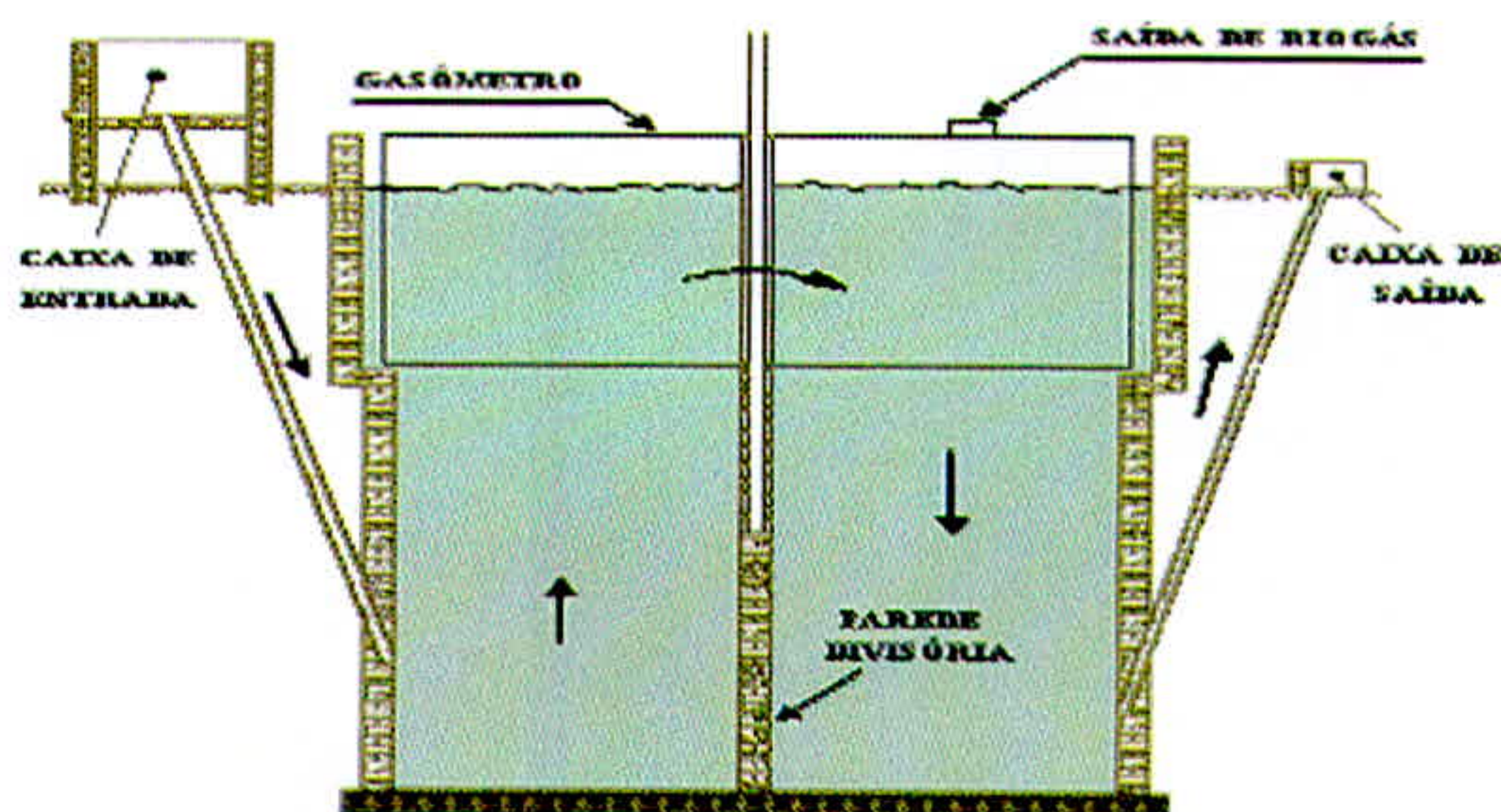
Biodigestor é um equipamento usado para a produção de biogás – uma mistura de gases produzida por bactérias que digerem matéria orgânica em condições anaeróbicas. A matéria orgânica utilizada na alimentação do biodigestor pode ser resíduos de produção vegetal (poda, palha, folhas, etc), de produção animal (esterco e urina) ou da atividade humana (fezes, urina e lixo doméstico). As condições ideais para as bactérias anaeróbicas existentes no biodigestor são: inexistência de ar, temperatura adequada (entre 15°C e 45°C), nutrientes e teor de água (90 a 95 % de umidade em relação ao peso). ( O BIODIGESTOR, 2008).

### 2.1 Modelo indiano

Este modelo de biodigestor caracteriza-se por possuir uma espécie de vaso de metal em forma de sino campânula como gasômetro, a qual pode estar mergulhada sobre a biomassa em fermentação ou em um selo d'água externo, e uma parede central que divide o tanque de fermentação em duas câmaras. A função da parede divisória faz com que o material circule por todo o interior da câmara de fermentação.

Do ponto de vista construtivo, apresenta-se de fácil construção, contudo o gasômetro de metal pode encarecer o custo final, e também à distância da propriedade onde o resíduo se forma pode dificultar e encarecer o transporte ao biodigestor, inviabilizando a implantação deste modelo de biodigestor.

Figura 1: Modelo de biodigestor Indiano.



Fonte: Embrapa,2002



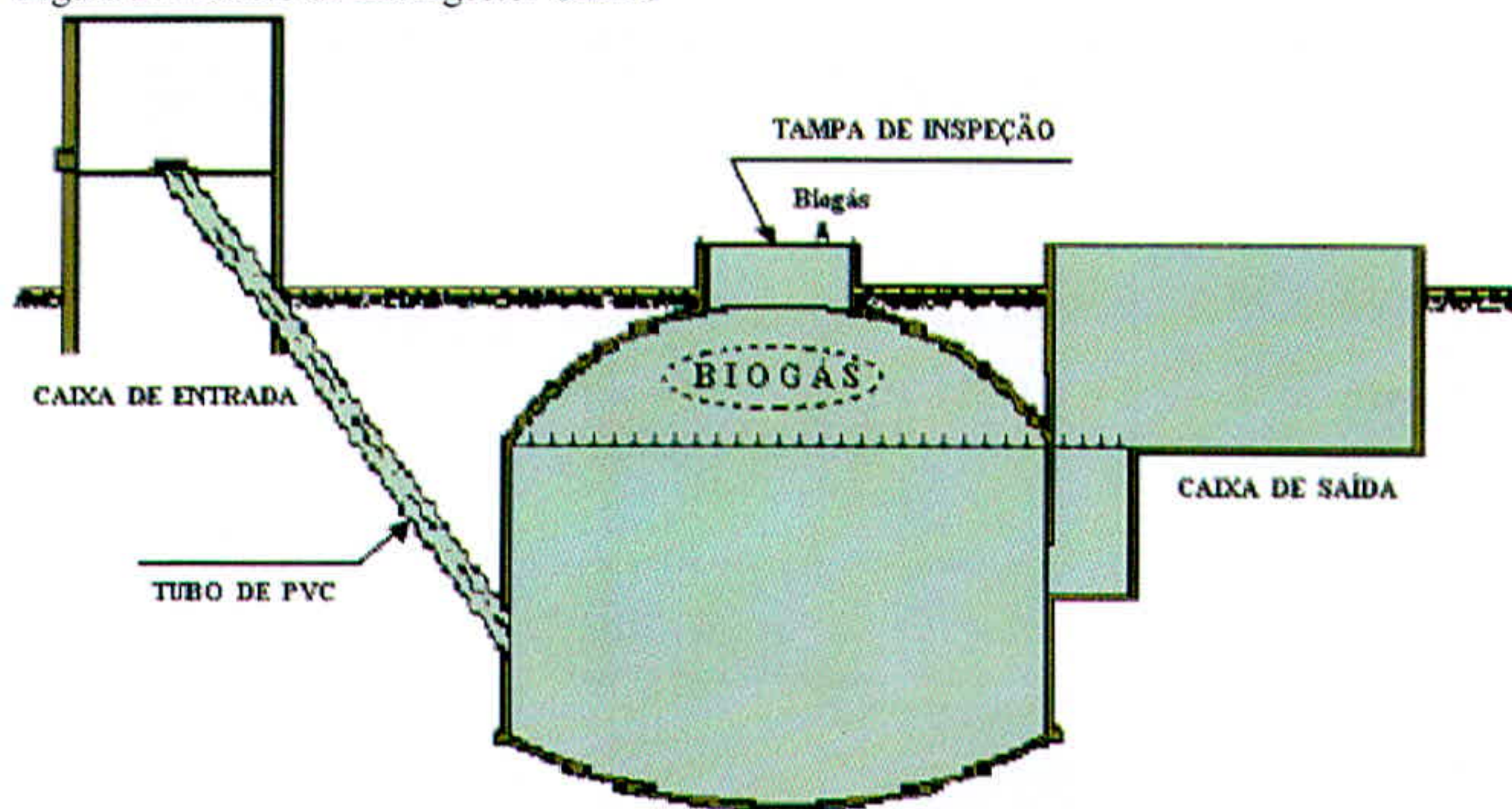
## 2.2 Modelo chinês

O biodigestor Chinês é constituído quase que totalmente em alvenaria, dispensando o uso de gasômetro em chapa de aço, como o indiano, reduzindo os custos na sua construção, mais pode ter alguns problemas com vazamento do biogás caso a estrutura não seja bem vedada e impermeabilizada. Neste tipo de biodigestor, uma parcela de gás formado na caixa de saída é libertada para a atmosfera, reduzindo parcialmente a pressão interna do gás.

Por este motivo às construções de biodigestores modelo Chinês não é utilizado para instalações de grande porte (DEGANUTTI ET AL, 2002).

Semelhante ao modelo Indiano, o substrato deve ser fornecido continuamente, com a concentração de ST em torno de 8%, para evitar entupimentos do sistema de entrada e facilitar a circulação do material (DEGANUTTI ET AL, 2002).

Figura 2: Modelo de Biodigestor Chinês



Fonte: Embrapa, 2002.

## 2.3 Modelo da marinha ou canadense

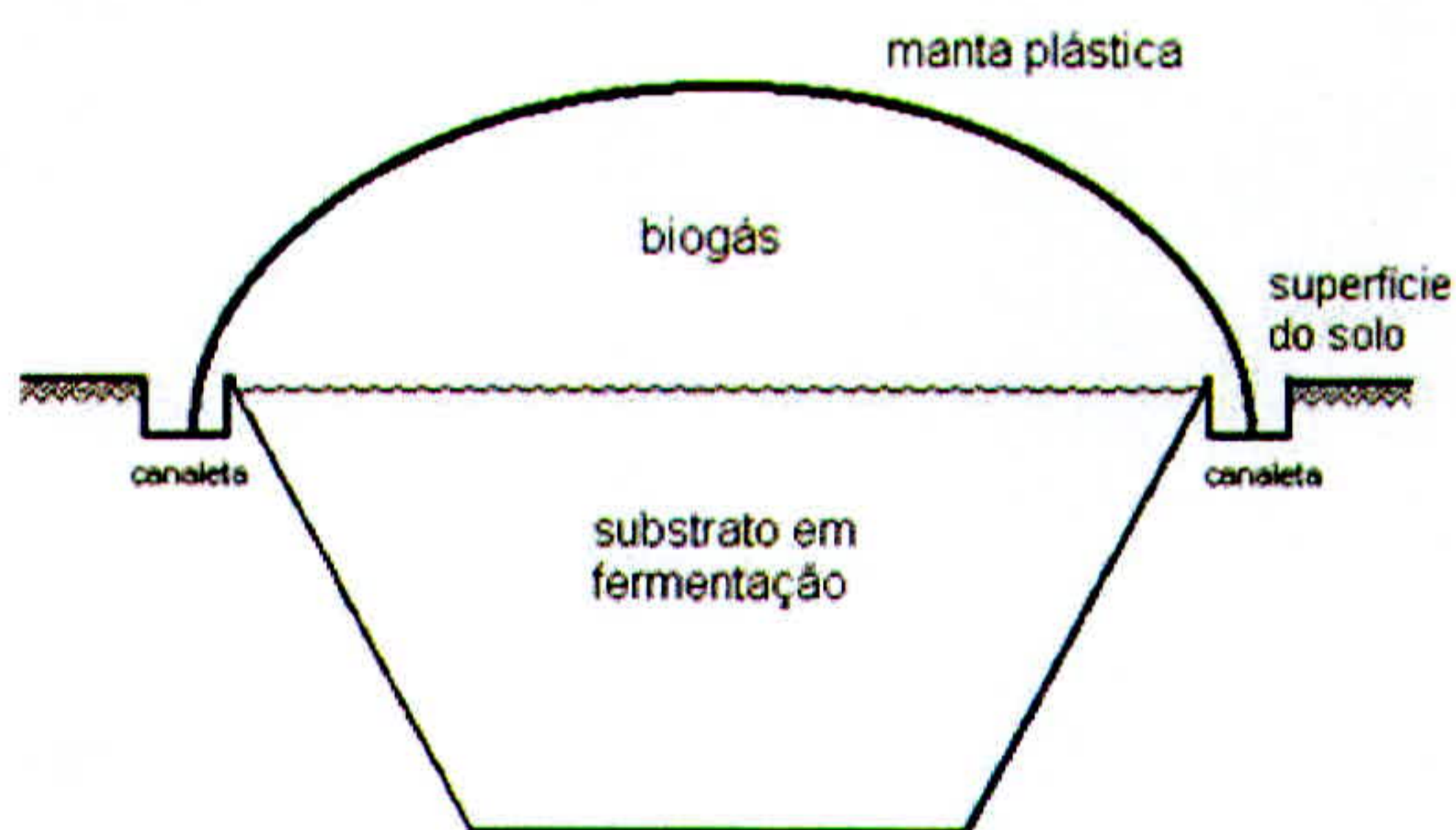
Atualmente esse modelo de biodigestor é o mais difundido no Brasil devido ao aperfeiçoamento da manta impermeável que passou a ser confeccionado em Poli cloreto de Vinila (PVC), o que confere um menor custo e maior facilidade de instalação quando comparado com modelos antigos, como o Indiano e o Chinês, além de apresentar maior resistência à corrosão provocada pela água e pelo ácido sulfídrico presente na mistura gasosa. Outra vantagem é que o mesmo pode ser utilizado em pequenos como em grandes projetos

O biogás só apresenta risco de explosão se misturado com oxigênio dentro do biodigestor. Essa situação acontece no início da operação quando ocorre o recebimento das primeiras cargas de dejetos. Para evitar esse problema é recomendada a liberação da primeira produção de biogás, evitando assim sua



queima e conseqüentemente uma possível explosão. No início da operação os registros de saída do biogás devem estar fechados até que a manta que retém o biogás esteja completamente inflada. Em seguida libera-se todo o biogás contido até a manta retornar a sua posição inicial, após fecha-se os registros de saídas para que novamente a manta se infle, a partir deste momento o biodigestor pode ser usado normalmente. Mesmo que exista vazamento no biodigestor, o ar não entrará no biodigestor, pois a pressão interna da manta é maior que a pressão atmosférica, mas assim que o vazamento seja detectado o mesmo deve ser reparado para evitar quaisquer futuros problemas. (MANUAL..., 1998).

Figura 3: Biodigestor modelo da Marinha ou Canadense



Fonte: Embrapa, 2002



### 3 MATERIAIS UTILIZADOS NA CONSTRUÇÃO DE UM BIODIGESTOR

Para construir um biodigestor são necessários alguns materiais simples, que vemos em nosso dia a dia, como: blocos de concreto, concreto impermeável, tubo de PVC, lona plástica para vedação e captação.

#### 3.1 Bloco de concreto

Segundo o site da Tecnoart Premoldados:

O bloco de concreto é obtido através de uma mistura homogênea de Brita, Areia e Cimento Especial CP-V (Cimento de Alta Resistência Inicial). [...]

O bloco de concreto aparente: são blocos, cujas faces são bastante lisas que dispensa o reboco, podendo aplicar a pintura diretamente em cima do bloco ou deixá-lo aparente.

As dimensões do bloco de concreto existentes são: Larguras 0,09, 0,14 e 0,19[m], Altura 0,19[m] e 0,39 [m] Comprimento.

O bloco de concreto é identificado pela sua resistência a compressão obtida em laboratórios, classificando-os como bloco para alvenaria de vedação ou blocos para alvenaria estrutural. A diferença entre o bloco de vedação para o bloco estrutural está no valor de sua resistência que é fixado pela Associação Brasileira de Normas Técnicas

Figura 4: Bloco de concreto aparente e convencional



Fonte: (TECNOART.IND.BR)

#### 3.2 Concreto impermeável

Segundo concreto impermeável (2013):



Não existe concreto totalmente impermeável. Podemos fazer concretos que melhoram as características de impermeabilidade. O básico para termos tal condição é o consumo mínimo de cimento – 350 kg/m<sup>3</sup> e fator a/c = 0,50, ainda com aditivos especiais tipo incorporadores de ar ou impermeabilizantes.

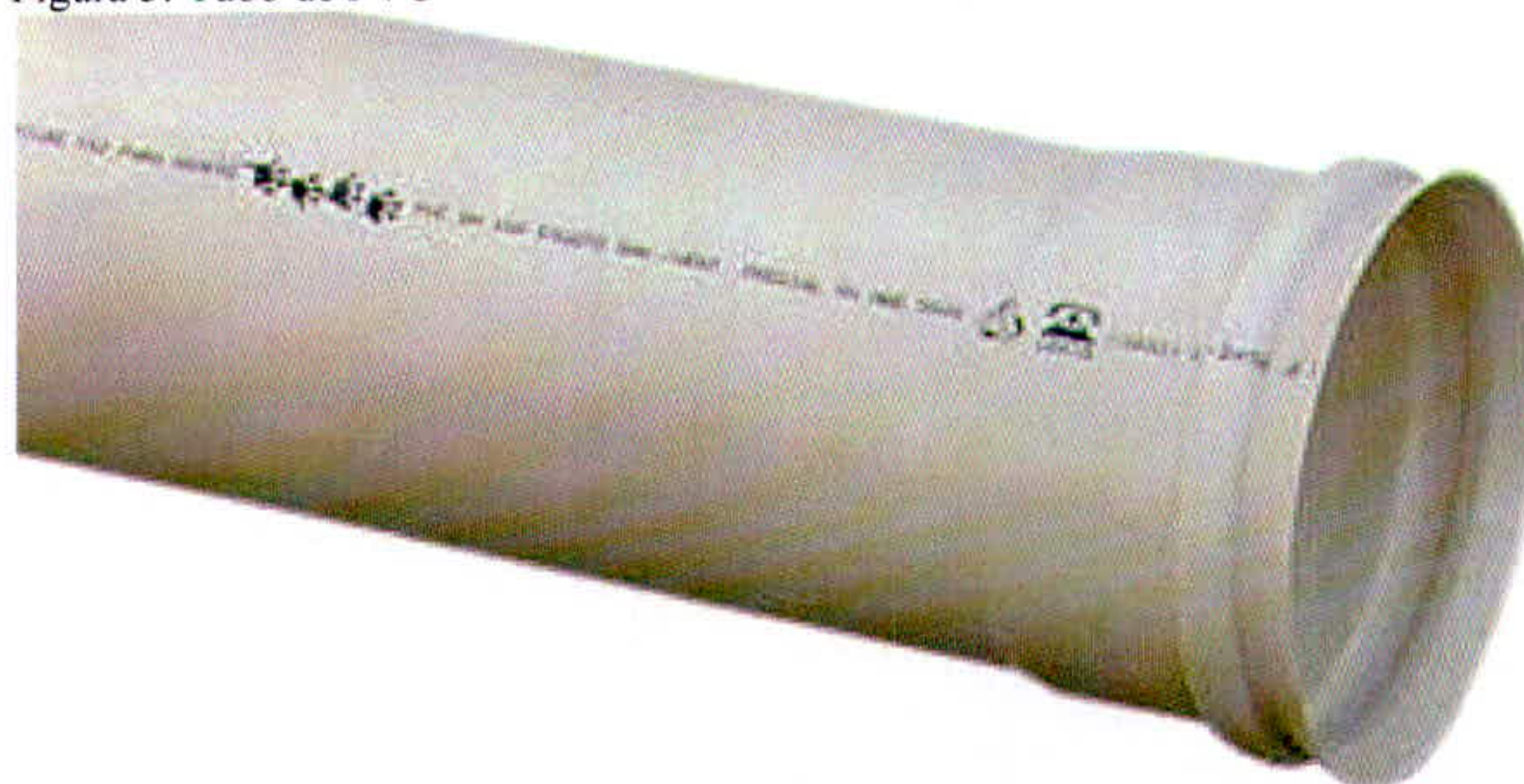
Estes aditivos conferem ao concreto a introdução de micro bolhas de ar na razão de até 6%, interrompendo, interceptando os capilares internos, dando melhor estanqueidade de percolação de líquidos sobre este.

A utilização somente do aditivo impermeabilizante no concreto melhora um pouco a impermeabilidade, porém sem as condições básicas, o concreto torna poroso e permeável. Quanto maior for a solicitação de impermeabilidade do concreto, maior será o consumo de cimento e menor a relação água / cimento (fator a/c).

### 3.3 Tubo de PVC

Tem o formato cilíndrico e vazado, construído em PVC, usado na construção civil no saneamento de água e esgoto. Tem boa resistência, ao trabalhar no subterrâneo.

Figura 5: Tubo de PVC



Fonte: Tigre, 2013

### 3.4 Lona plástica para vedação e capitação

Existem vários tipos de lonas, como: lona plástica preta, lona plástica transparente, lona plástica carreteiro, lona locomotiva leve, lona locomotiva lonil dupla-face, lona locomotiva algodão / encerado etc.

Elas são fabricadas com a finalidade de proteger materiais contra poeira e chuva, como coberturas de emergenciais, proteger máquinas e outros equipamentos, impermeabilizando da chuva.

Existem lonas que recebem camadas de diferentes materiais, que ajudam na resistência para maior durabilidade.



Portanto, de acordo com o catálogo da empresa RII Plásticos e Embalagens LTDA, a lona mais utilizada para vedação e captação dos gases gerados no processo de um biodigestor é a lona locomotiva algodão / encerado Pois, esta lona é:

As lonas de PVC apresentam-se geralmente com laminado(s) em sua(s) superfície(s) e uma tela de reforço no verso ou no meio. Outros termoplásticos geralmente apresentam-se somente laminados, sem o tecido que caracteriza o reforço (RII plásticos e Embalagens,2013)

Figura 6: Lona de Poli cloreto de vinila.



Fonte: (RII plásticos e Embalagens,2013)



#### 4 DEJETOS

Devido à preocupação com fontes energéticas sustentáveis, que ajudam na conservação do meio ambiente e na economia, referente aos gastos em energia elétrica, gás e combustíveis, vê-se a necessidade de implantação do biodigestor, onde a economia será palpável. Pois, segundo o site de notícias G1, postado em 05/02/2012 08h45 - Atualizado em 05/02/2012 10h31,

Quando o assunto é criação de animais, o Brasil está entre os líderes do mundo. [...]. O problema é que em certos lugares a concentração de animais é tão grande que traz riscos para a natureza. Afinal, onde tem muito bicho, tem muito estrume e muita urina. São dejetos que sem manejo adequado se transformam em fontes de poluição. Se considerar apenas os rebanhos confinados de bovinos, aves e porcos no Brasil, a produção de estrume e urina chega a 410 milhões de toneladas por ano, o equivalente a mais de um milhão de toneladas por dia. (G1,2012)

Uma notícia como esta deixa dúvidas de, para onde vai todo esse dejetos produzido durante o ano.

Sabemos que a fezes podem ser utilizadas como esterco (fertilizante) na agricultura, porém, em algumas granjas de suínos, as fezes são lavadas nas baias de criação e descartadas em efluentes, contaminando assim a água. Segundo algumas fontes

Os problemas causados por essas atividades tendem a crescer no Brasil, devido, principalmente, ao crescimento do consumo interno e da exportação de carne de aves e suínos. Entre as atividades de pecuária, a que representa maior risco à contaminação das águas é a suinocultura, devido à grande produção de efluentes altamente poluentes produzidos e lançados ao solo e nos cursos de água sem tratamento prévio. (EMBRAPA, 1998).

Em outras palavras, uma granja com 600 animais possui um poder poluente, segundo esse critério, semelhante ao de um núcleo populacional de aproximadamente 2.100 pessoas. (EMBRAPA, 2002).

Podemos ver na tabela 1, os compostos químicos básicos das fezes suínas, onde, mal descartada pode poluir o meio ambiente.

Tabela 1: Composição química dos dejetos suínos obtida na unidade do Sistema de Tratamento de Dejetos da Embrapa, CONCORDIA - SC.

Variável	Mínimo (mg/L)	Máximo (mg/L)	Média (mg/L)
DQO	11.530,2	38.448,0	25.542,9
Sólidos totais	12.697,0	49.432,0	22.399,0
Sólidos voláteis	84.209,0	39.024,0	16.388,0



Sólidos fixos	4.268,0	10.408,0	6.010,0
Sólidos Sedimentáveis	220,0	850,0	428,9
Nitrogênio total	1.660,0	3.710,0	2.374,3
Fósforo total	320,0	1.180,0	577,8
Potássio total	260,0	1.140,0	535,7

Fonte: (EMBRAPA, 2002).

Na tabela 2 vemos a produção de dejetos de alguns animais criados em confinamento. Vemos que o gado leiteiro e o galo de corte são os que mais produzem dejetos e, que logo em seguida, vem os suínos com uma média de 2,4 kilogramas por animal ao dia.

Tabela 2: Produção diária de resíduo líquido e esterco de diversos animais

Resíduos	Unidade	Suínos	Frangos de corte	Gado de corte	Ovinos	Gado leiteiro
Líquidos	% por dia	5,1	6,6	4,6	3,6	9,4
Sólidos	Kg/ por animal/ dia	2,3-2,5	0,12-0,18	10-15	0,5 - 0,9	10-15

Fonte: *National Academy of Sciences e Kozen 1980. In Embrapa/CNPSA, 1993*

Na tabela 3 abaixo, vemos a quantidade de dejetos que as variações de suínos produzem por dia.

Tabela 3: Produção de média diária de dejetos por diferentes categorias de suínos

Categoria	Esterco (Kg/dia)	Esterco + Urina (Kg/dia)	Dejetos líquidos (L/dia)	Estrutura para estocagem m <sup>3</sup> / animais / mês	
				Esterco (Kg/dia)	Esterco + Urina (Kg/dia)
25-100 kg	2,3	4,9	7	0,16	0,25
Porca reposição, cobrição e gestantes.	3,6	11	16	0,34	0,48
Porcas em lactação com leitões	6,4	18	27	0,52	0,81
Macho	3	6	9	0,18	0,28
Leitões	0,35	0,95	1,4	0,04	0,05
Media	2,35	5,8	8,6	0,17	0,27

Fonte : EMBRAPA/ CNPSA.1993

Os compostos químicos contidos nos dejetos, em excesso, poluem o meio ambiente, como já citado acima. Por isso a importância de transformar esses dejetos em produtos que podem ser utilizados na agricultura, trazendo benefícios tanto para a natureza quanto para o proprietário.



## 5 DEFINIÇÃO DE BIOGÁS

O biogás pode ser utilizado de várias maneiras, assim, além de economizar, o proprietário estará protegendo a natureza.

O biogás é um combustível gasoso com um conteúdo energético elevado semelhante ao gás natural, composto, principalmente, por hidrocarbonetos de cadeia curta e linear. Pode ser utilizado para geração de energia elétrica, térmica ou mecânica em uma propriedade rural, contribuindo para a redução dos custos de produção. [...]. [...]. O desenvolvimento de tecnologias para o tratamento e utilização dos resíduos é o grande desafio para as regiões com alta concentração de produção pecuária, em especial suínos e aves. De um lado a pressão pelo aumento do número de animais em pequenas áreas de produção, e pelo aumento da produtividade e, do outro, que esse aumento não provoque a destruição do meio ambiente. (BIODIGETOR).

Algumas utilizações para o biogás na zona rural:

- a. Na geração de energia elétrica;
- b. em lampião;
- c. em geladeiras;
- d. para aquecimento de fogões;
- e. como combustível para motores de combustão interna;
- f. em chocadeiras;
- g. em secadores de grãos ou secadores diversos.



## 6 DEFINIÇÃO PARA BIOFERTILIZANTE

Assim como o biogás, o biofertilizante também é derivado dos dejetos de animais, com a utilização do biodigestor, através da biodigestão.

A biodigestão gera um subproduto referido como “biofertilizante”. O biofertilizante é considerado um produto final de toda reação, e não somente um subproduto de grande importância para a agricultura.

Em geral possui alta concentração de nitrogênio e baixa concentração de carbono, fatores provenientes da biodigestão ocorrida dentro do biodigestor. O biodigestor libera carbono nos elementos de CO<sub>2</sub> e CH<sub>4</sub>, propiciando a geração de um biofertilizante rico em nutrientes. (BIODIESELBR.COM. Visitado em 02/09/2013).

Biofertilizante, são os dejetos tratados, que levam cerca de 20 a 30 dias, dependendo do biodigestor, para eliminação do gás. Após este tempo de tratamento, os dejetos tratados não possuirão mais odor, saindo mais leve e, podendo ser aplicado até mesmo nas folhagens da plantação, com uma qualidade melhor que a dos fertilizantes industrializados.

De acordo com a tabela 5, podemos verificar a quantidade de nutrientes presentes em uma horta em que o produtor utiliza o biofertilizante.

Tabela 4: Quantidade de nutrientes presentes em um horta fertilizada por biofertilizante.

N	g/L	1,00
P		0,10
K		1,93
Ca		2,44
Mg		0,67
S		0,13
B	mg/L	1,17
Cu		0,40
Fe		7,57
Mn		5,23
Zn		0,84

Fonte: EMBRAPA, 1998



## 7 PROJETO DO BIODIGESTOR

As tecnologias como base em fontes renováveis são interessantes devido à preservação do meio ambiente e ao meio econômico, pois, como não há necessidade do uso de alta tecnologia pode ter um baixo custo, facilitando assim, seu investimento.

Em suposição, vamos implantar um biodigestor em uma granja que contenha de 700 a 1000 animais, e onde a cafeicultura também seja uma das principais fontes de renda da fazenda, com 30 hectares de café, assim, pode-se verificar se é viável financeiramente a implantação de um biodigestor em propriedades rurais.

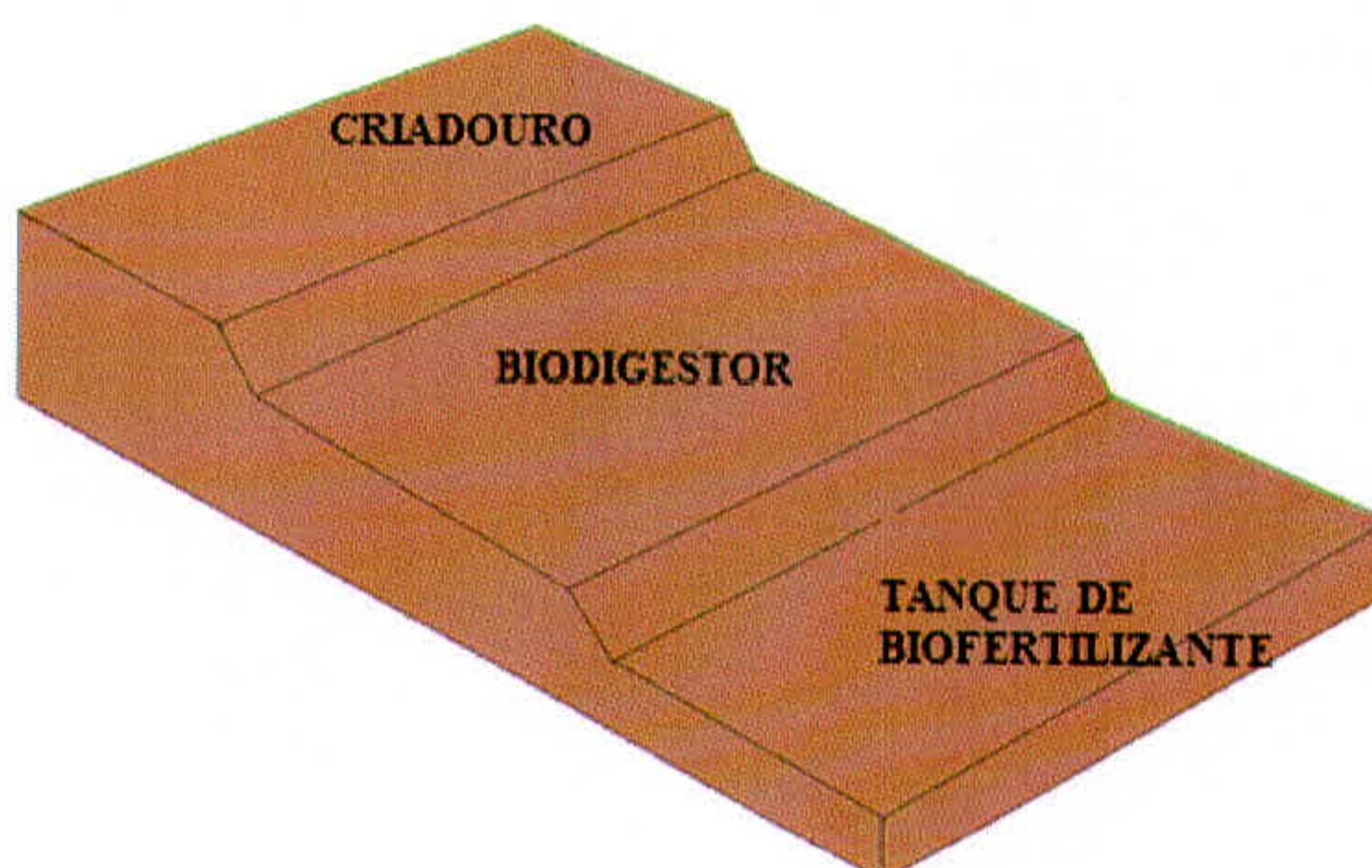
Devido a grande variedade de animais criados em confinamento, vamos pegar como exemplo, a suinocultura.

### 7.1 Local

Primeiro critério, definir o local onde será instalado o biodigestor, pois, terá de ser próximo ao local onde vivem os animais, e ao mesmo tempo deverá ser em um local bem arejado, para segurança e bem estar dos moradores próximos ao equipamento, pois, o biogás é um composto inflamável e prejudicial à saúde, se inalado.

Após definição do local, devemos deixá-lo plano, fazendo, se necessário, terraplanagem, com dimensões que suportem o biodigestor e o tanque de biofertilizante. Onde, o ideal é que esteja um abaixo do outro, como mostra a figura abaixo, para que não haja necessidade de utilizar bombas para movimentar os resíduos de um lugar para outro.

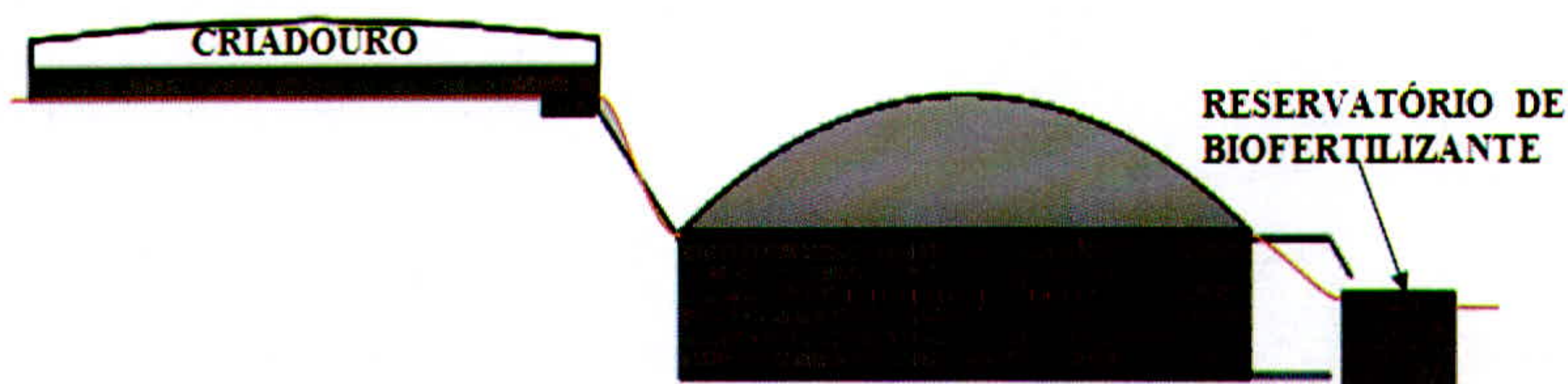
Figura 7: Como seria a terraplanagem ideal.



Fonte: O Autor



Figura 8: Layout das construções



Fonte: O Autor

## 7.2 Biodigestor

Como já visto anteriormente, a média de dejetos dos suínos por dia é de  $0,17 \text{ m}^3$ , e como a média para tratamento dos dejetos, para transformar em fertilizante é de 20 a 30 dias, em nosso projeto vamos propor 30 dias. Assim teremos:

$$V = 0,17 \left[ \frac{\text{m}^3}{\text{porco.dia}} \right] \cdot 30 [\text{dias}] \cdot 1000 [\text{porcos}]$$

$$V = 5100 [\text{m}^3]$$

Teremos  $5100 \text{ m}^3$  de volume do tanque biodigestor, com comprimento do tanque de 50 m e profundidade de 7 m, assim a largura será:

$$b = \frac{5100[\text{m}^3]}{50 [\text{m}] \cdot 7[\text{m}]}$$

$$b \cong 14,5 [\text{m}]$$

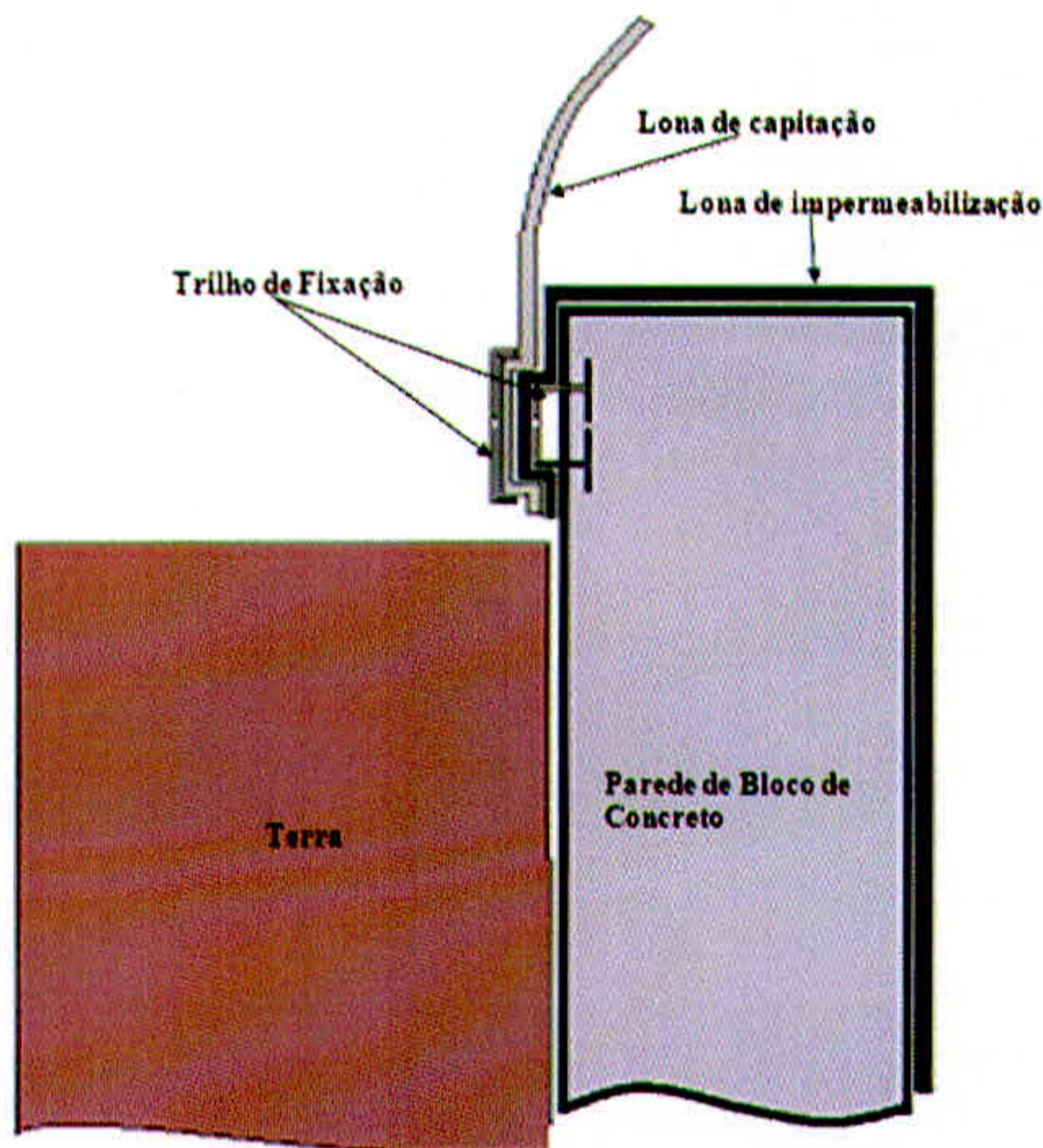
Deve-se acrescentar cerca de 20 centímetros na altura, para que os tubos de entrada e saída fiquem abaixo das bordas e para garantir que os dejetos não transbordem.

A construção da parede do tanque do biodigestor e do tanque de armazenagem do biofertilizante será de bloco de concreto e para impermeabilizar usaremos concreto impermeável, com já vimos anteriormente, não existe concreto totalmente impermeável, por isso usaremos uma lona plástica para impermeabilizar o fundo dos tanques e também nas laterais, evitando a contaminação do solo e do lençol freático.



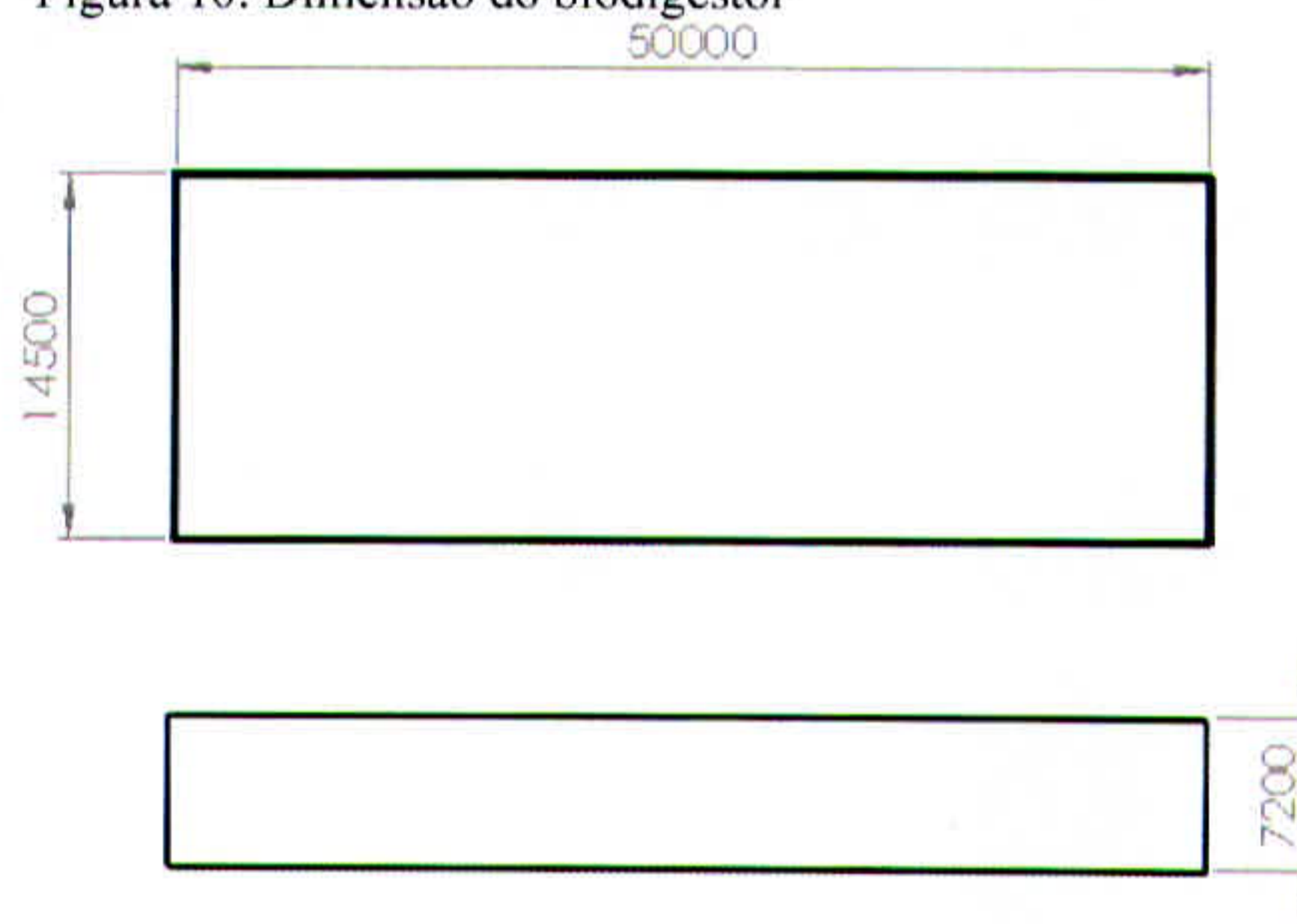
Para prender a lona que irá vedar os gases, utiliza-se um trilho chumbado às bordas do tanque biodigestor para fixação das lonas, utilizando parafusos a cada 100 mm para fixar o perfil C no perfil chumbado.

Figura 9: Fixação da lona de captação



Fonte: O Autor

Figura 10: Dimensão do biodigestor



Fonte: O Autor

Os gases dentro do biodigestor irá inflar a lona, de acordo com que o gás vai saindo da mistura, como uma bolha.

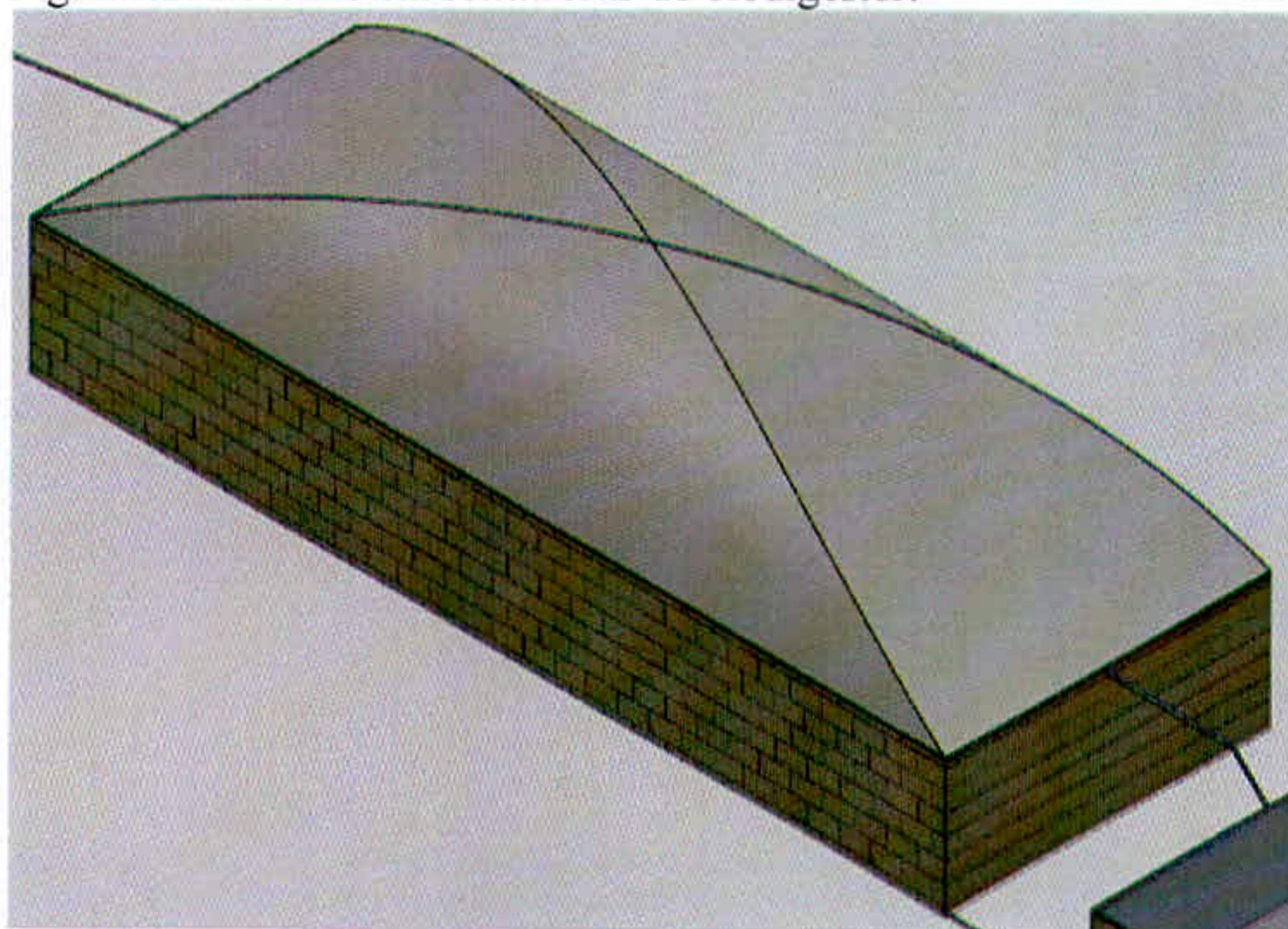


Figura 11: Biodigestor inflado com gases.



Fonte: Embrapa, 2002

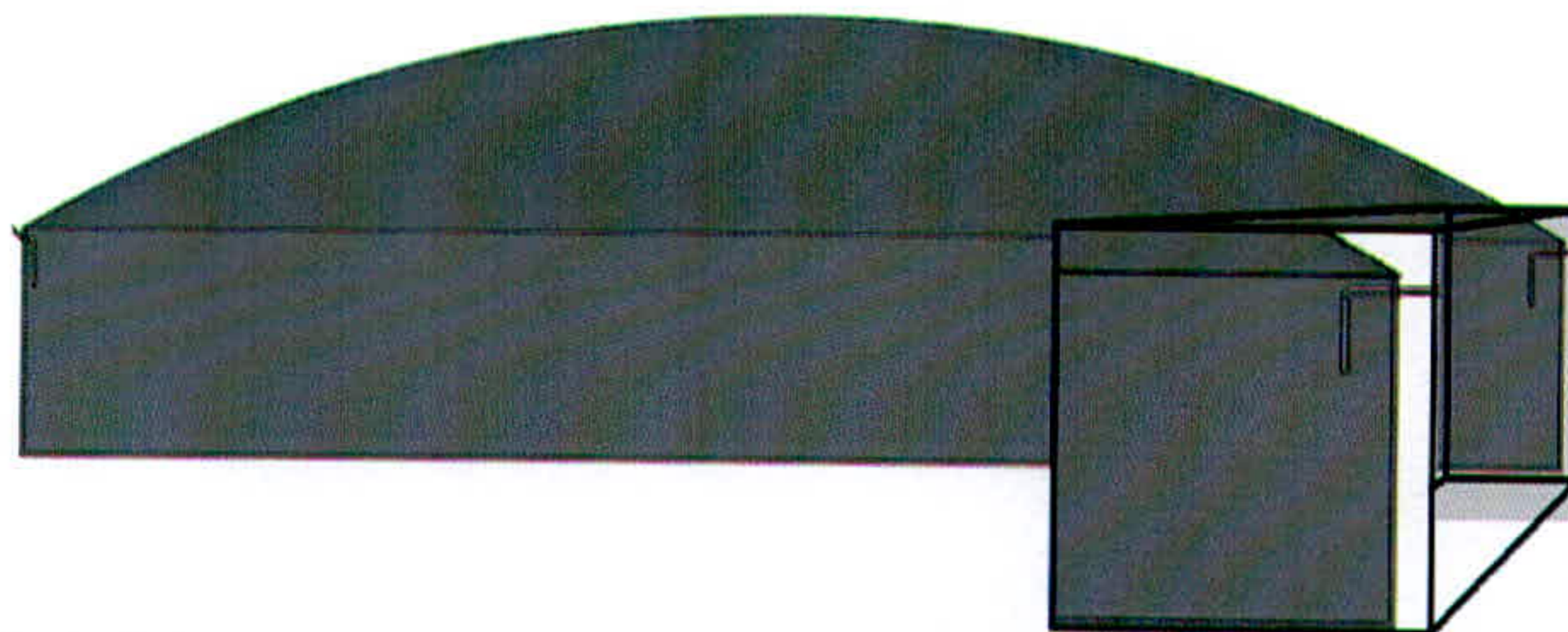
Figura 12: Desenho em *solidworks* do biodigestor.



Fonte: O Autor

Os tubos que alimentam e retiram os dejetos do biodigestor ficam submersos, para que, ao retirar os resíduos tratados e não deixe os gases saírem.

Figura 13: Posição dos tubos para não vazar os gases do biodigestor.



Fonte: O Autor.



### 7.3 Tanque para armazenagem do biofertilizante

Deve-se deixar o tanque que armazena o biofertilizante 40% maior que o biodigestor, a fim de armazenar o fertilizante por mais tempo, se necessário. Assim, ficará da seguinte forma:

$$V = 5100 [m^3] \cdot 1,40$$

$$V = 7140 [m^3]$$

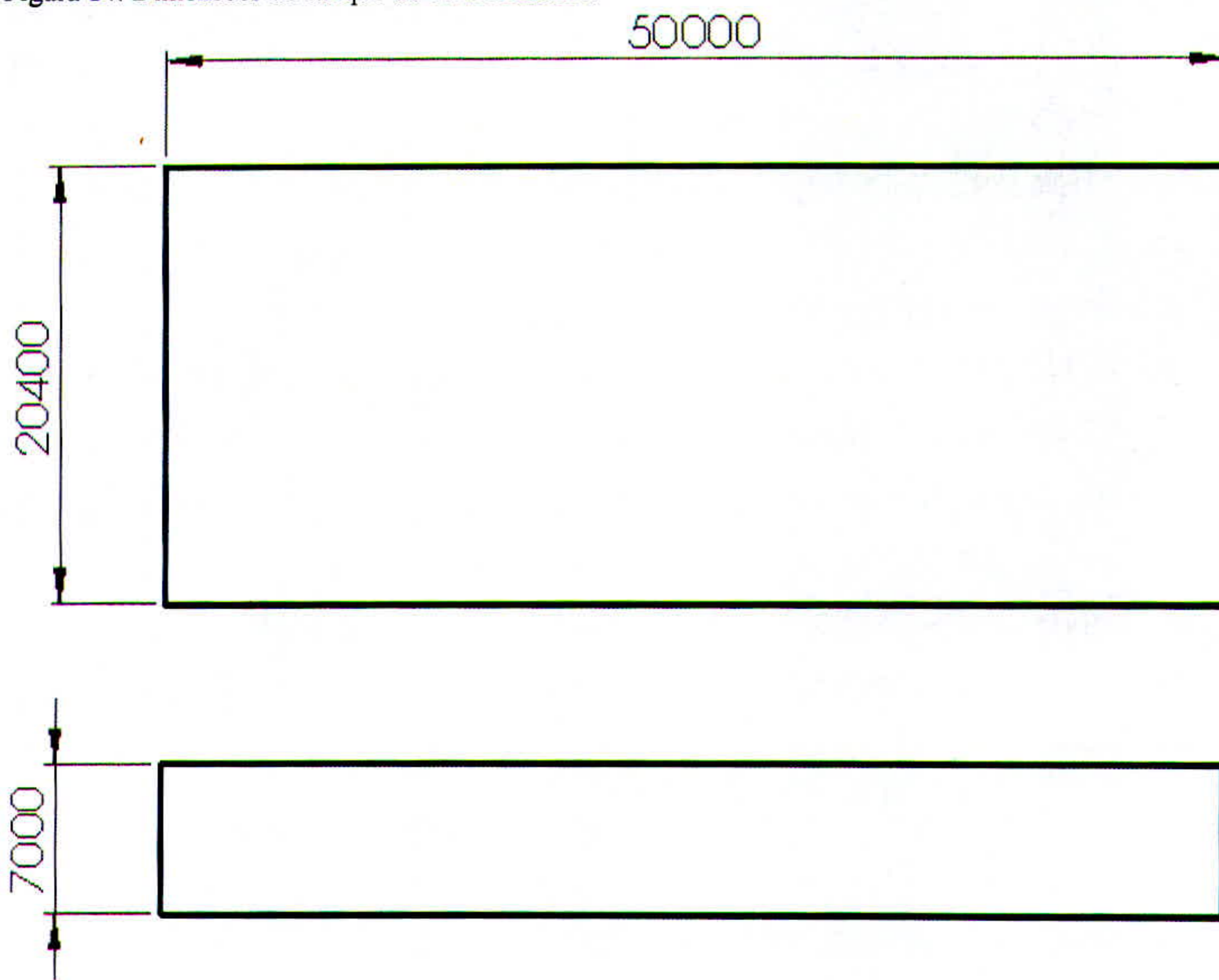
Propondo 7 metros de profundidade e comprimento de 50 metros, teremos uma largura de:

$$b = \frac{7140 [m^3]}{50 [m] \cdot 7 [m]}$$

$$b \cong 20,4 [m]$$



Figura 14: Dimensões do tanque de biofertilizante.



Fonte: O Autor



## 8 MOTOR E GERADOR PARA PRODUIZIR ELETRICIDADE

Os motores de combustão interna são muito utilizados por poderem operar com diferentes tipos de combustíveis, tanto líquidos como gasosos. São máquinas térmicas nas quais a energia química do combustível se transforma em trabalho mecânico, sendo que o fluido de trabalho consiste dos produtos da combustão da mistura ar-combustível, e a câmara de combustão e o próprio processo de combustão estão integrados ao funcionamento geral de motor. Representam a tecnologia mais difundida dentre as máquinas térmicas, devido à sua simplicidade, robustez e alta relação potência/peso, o que faz com que estes acionadores sejam empregados em larga escala como elementos de propulsão para geração de eletricidade contínua, de back-up ou de carga de pico e para acionamento de bombas, compressores ou qualquer outro tipo de carga estacionária (SALOMON, 2007).

O motor que será utilizado será um motor a diesel, adaptado para usar gás como combustível.

Figura 15: Motor para queimar o biogás e gerar eletricidade



Fonte: O Autor

No mercado os preços do motor a diesel estão em torno de 20 a 40 mil reais, dependendo da potência. Mais uns 10 mil para adaptar para rodar com gás, nesse caso biogás, somando 50 mil reais. Conforme tabela abaixo,



Figura 16: Tabela de preço de geradores.

 <p>Save-n-Share</p>  <p>R\$ 13 Diesel Monofásico de 12 KVA - Silencioso - Nagano NDE12STA</p>	 <p>Gerador de Energia a Diesel Trifásico de 12 KVA - Silencioso - Nagano NDE12STA3</p>	 <p><b>Frete Grátis Sul e Sudeste</b></p> <p>Gerador de Energia a Diesel de 21 KVA - Nagano NDE19STA3</p>	 <p><b>Frete Grátis Sul e Sudeste</b></p> <p>Gerador de Energia Toyama TD20S 20KVA Ultra Silencioso</p>
<p>Por: R\$ 13.813,00 Ou 10x de R\$ 1381,30 sem juros ou R\$ 13.122,35 à vista no Boleto</p>	<p>Por: R\$ 13.899,00 Ou 10x de R\$ 1389,90 sem juros ou R\$ 13.204,05 à vista no Boleto</p>	<p>Por: R\$ 22.629,00 Ou 10x de R\$ 2262,90 sem juros ou R\$ 21.497,55 à vista no Boleto</p>	<p>Por: R\$ 29.999,00 Ou 10x de R\$ 2999,90 sem juros ou R\$ 28.499,05 à vista no Boleto</p>
<p><a href="#">+ Detalhes</a></p> 	<p><a href="#">+ Detalhes</a></p> 	<p><a href="#">+ Detalhes</a></p> 	<p><a href="#">+ Detalhes</a></p>  <p><a href="#">See Similar</a></p>
<p><b>Frete Grátis Sul e Sudeste</b></p> <p>Gerador de Energia a Diesel Toyama TD25S - 25KVA - Silencioso</p>	<p><b>Frete Grátis Sul e Sudeste</b></p> <p>Gerador de Energia Elétrica a Diesel Motomil MDGT-20ES - Eletrônico - 4 Cilindros - Tanque de 65 Litros - 20000 Watts</p>	<p><b>Frete Grátis Sul e Sudeste</b></p> <p>Gerador de Energia a Diesel Toyama TD40SGE3 - Silencioso - 40 KVA</p>	<p><b>Frete Grátis Sul e Sudeste</b></p> <p>Gerador de Energia a Diesel de 65 KVA - Nagano ND65000ES3</p>
<p>Por: R\$ 26.099,00 Ou 10x de R\$ 2609,90 sem juros ou R\$ 24.794,05 à vista no Boleto</p>	<p>Por: R\$ 32.859,00 Ou 10x de R\$ 3285,90 sem juros ou R\$ 31.216,05 à vista no Boleto</p>	<p>Por: R\$ 36.626,00 Ou 10x de R\$ 3662,60 sem juros ou R\$ 34.794,70 à vista no Boleto</p>	<p>Por: R\$ 38.409,00 Ou 10x de R\$ 3840,90 sem juros ou R\$ 36.488,55 à vista no Boleto</p>
<p><a href="#">+ Detalhes</a></p>	<p><a href="#">+ Detalhes</a></p>	<p><a href="#">+ Detalhes</a></p>	<p><a href="#">+ Detalhes</a></p>

Fonte: Proposto.com catalogo online.



## 9 QUANTIDADE DE MATERIAIS

Sabendo a quantidade de material que será utilizado faz-se um orçamento.

Para sabermos a quantidade de blocos de concreto para construção do biodigestor e do tanque de armazenagem de biofertilizante, teremos que considerar as dimensões do bloco de concreto, como citado anteriormente.

$$A_{bloco} = 0,39[m] * 0,19[m]$$

$$A_{bloco} = 0,075 \left[ \frac{m^2}{bloco} \right]$$

Somando todas as áreas do biodigestor e do tanque do biofertilizante e dividindo pela área do bloco, teremos:

$$Numero\ de\ blocos = \frac{(14,5[m].7,2[m] + 50[m].7,2[m]) * 2 + (20,4[m].7[m] + 50[m].7[m]) * 2}{0,075 \left[ \frac{m^2}{bloco} \right]}$$

$$Numero\ de\ blocos \cong 25530 [blocos]$$

Para saber a quantidade de barras de tubos de PVC, soma-se a metragem do tubo utilizado na construção do biodigestor, usando o programa *solidworks*.

Considerando que o criadouro já obtenha um sistema de encanamento para limpeza das baias, tem-se aproximadamente 13 metros de tubos de 150 mm, ligando a caixa de passagem até o biodigestor e mais 9 metros que coletam o material do biodigestor e joga no tanque de biofertilizante, e 3 metros para ficar submerso e fazer a vedação. Cerca de 100 metros de tubo de 25 mm serão utilizados para levar o gás à sala de energia, onde será queimada para gerar energia elétrica.

Os tubos de 25 e 150 mm só são vendidos em barras com 6 metros, então para os tubos de 150 mm teremos:

$$N_{tubo\ PVC150} = \frac{13[m] + 9[m] + 3[m]}{6[m]}$$



$$N_{\text{tubo PVC150}} = 4,17 [\text{tubos}]$$

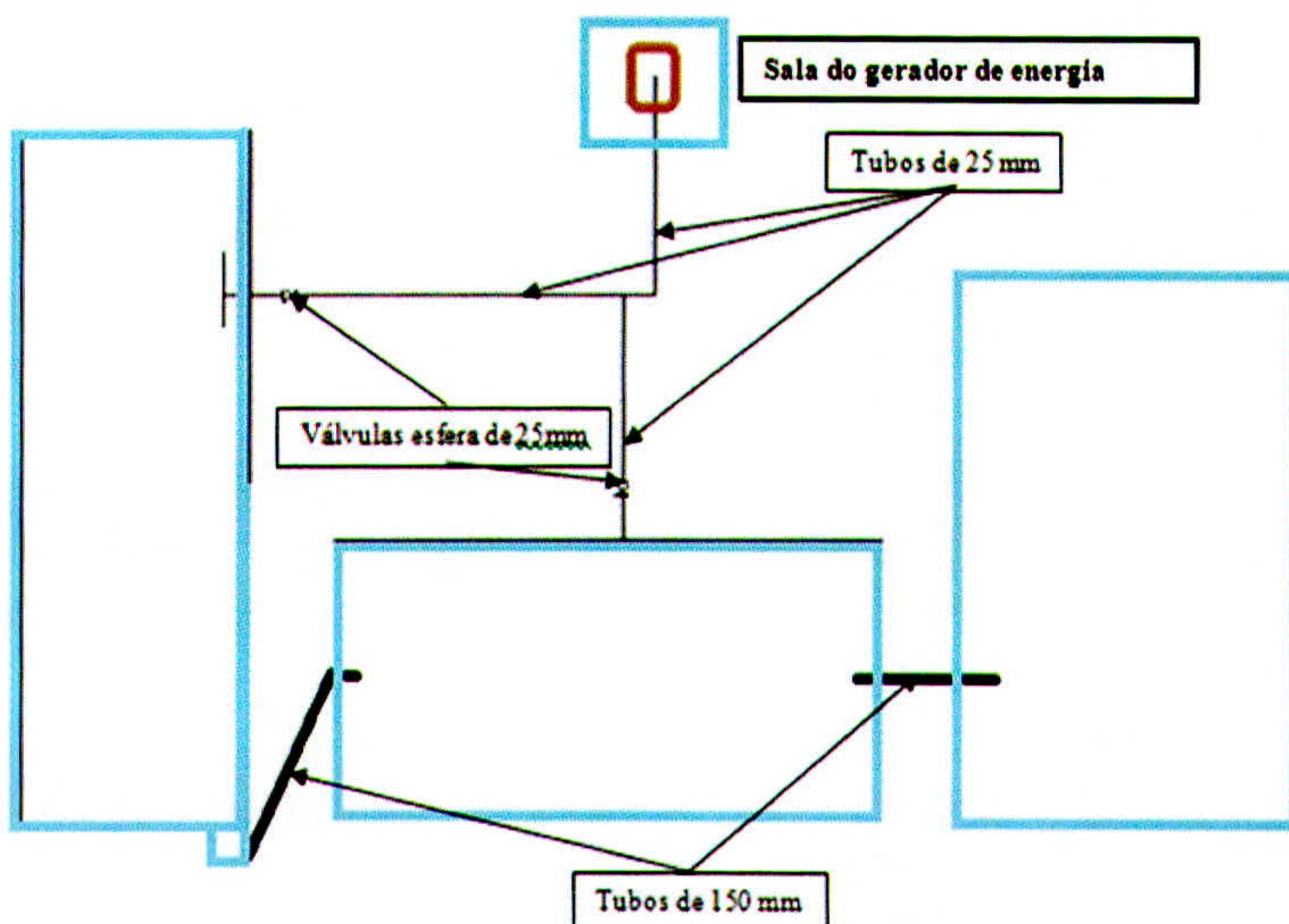
E para tubos de 25mm:

$$N_{\text{tubo PVC25}} = \frac{100[m]}{6[m]}$$

$$N_{\text{tubo PVC25}} = 16,67 [m]$$

Assim, deve-se comprar 5 barras de tubos de 150 mm e 17 barras de 25 mm. Será necessário também: 3 joelhos de 45 graus de 150 mm de diâmetro e mais 2 de 90 graus do mesmo diâmetro. Para o sistema:

Figura 17: Lay-out da tubulação



Fonte: O Autor



## 10 VIABILIDADE FINANCEIRA

### 10.1 Custos de implementação.

Tabela 5: Custos para instalar todo sistema do bidigestor.

MÃO DE OBRA/ MATERIAIS	INVESTIMENTO (R\$)
Terraplanagem	209.600,00
Pedreiro	25.000,00
Blocos	32.500,00
Barra de 10 mm	6.020,00
Barra de 5 mm	972,00
Tubulação de PVC 25 mm	1.700,00
Tubulação de PVC 150 mm	475,00
Componentes (joelhos, conexões em T, lona, etc.).	2.186,00
Cimento	15.750,00
Areia	4.800,00
Pedra brita n#1	4.000,00
Material para impermeabilização dos tanques	500,00
Lonas plásticas	4.000,00
Motor a Gás e Gerador	50.000,00
Projeto e acompanhamento	7.000,00
<b>Total</b>	<b>364.503,00</b>

Fonte: O Autor

### 10.2 Gasto anual da fazenda.

Sabendo que 1 hectare equivale a 10.000 m<sup>2</sup>, e temos 30 hectares de plantação de café, então:

$$A_{\text{pés de café}} = 30 [\text{hectares}] \cdot 10000 [\text{m}^2]$$

$$A_{\text{pés de café}} = 30000 [\text{m}^2]$$

De acordo com o estudo de solo, um pé de café consome aproximadamente 200 gramas de fertilizante. Como em 9 metros quadrados tem-se 8 pés de café:



$$Q_{\text{pés de café}} = \frac{30000 [m^2] \cdot 8 [\text{pés}]}{9 [m^2]}$$

$$Q_{\text{pés de café}} = 26666,7 [\text{pés}]$$

Gerando um consumo de fertilizante:

$$\text{Consumo de fertilizante} = 26666,7 [\text{pés}] \cdot 0,2 [\text{kg}]$$

$$\text{Consumo de fertilizante} = 53333,4 [\text{kg}]$$

Se aduba o cafezal três vezes ao ano, no período de janeiro, março e novembro, pré-florada, pós-florada e chumbinho. Vamos multiplicar o consumo de fertilizante por 3.

$$\text{Consumo de fertilizante} = 53333,4 [\text{kg}] \cdot 3$$

$$\text{Consumo de fertilizante} = 160000 [\text{kg}]$$

Se o custo de 1 quilograma de fertilizante é 1 real, obtém-se um gasto de 160.000 reais por ano em fertilizante para plantação.

### 10.3 Tempo de retorno financeiro.

Tendo o gasto anual de 160.000 reais em fertilizantes na plantação e o gasto com a implantação do sistema que será em torno de 364.503 reais, o retorno será em:

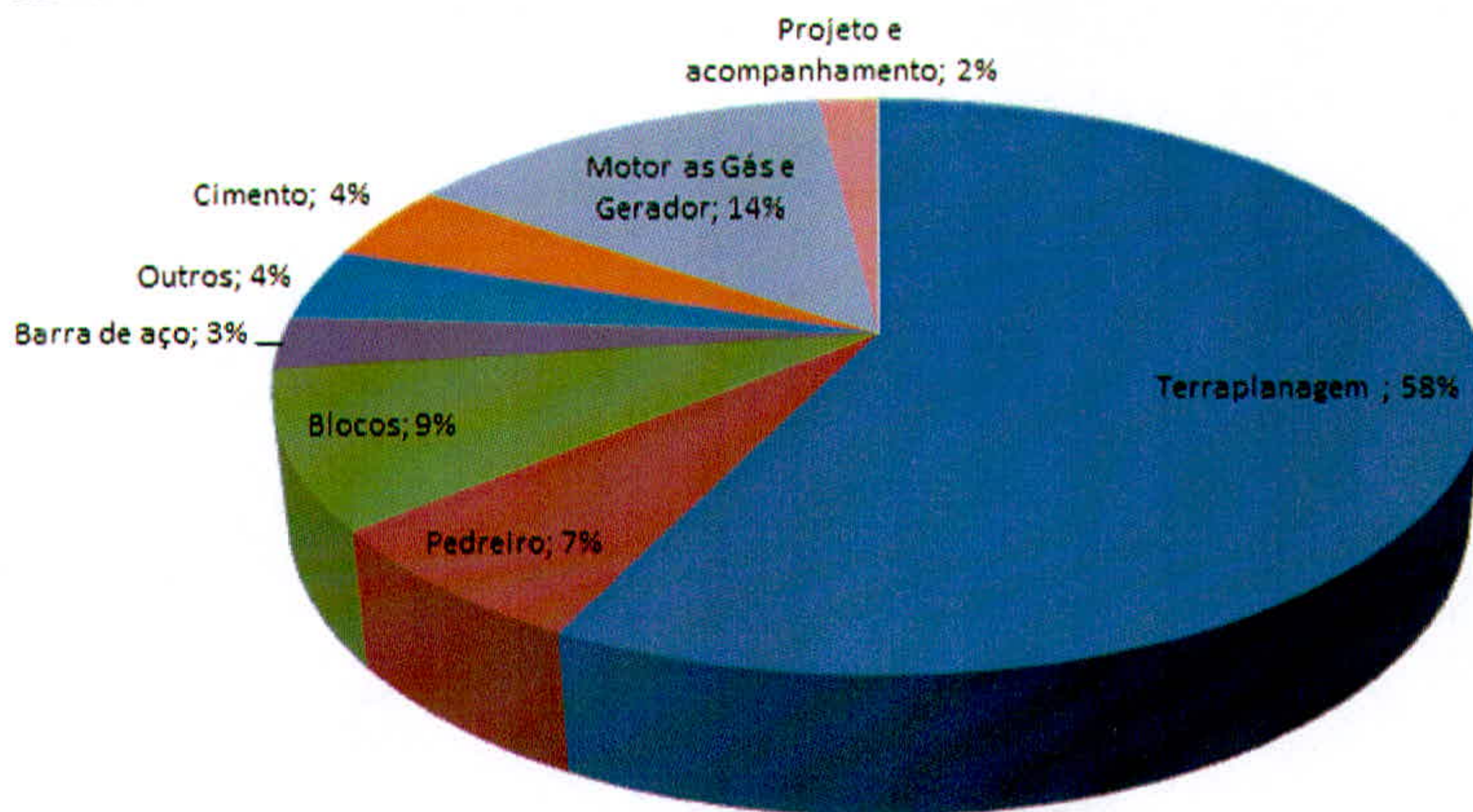
$$\text{Tempo de Retorno} = \frac{364503,00 [\text{Reais}]}{160000,00 [\text{Reais/ano}]}$$

$$\text{Tempo de Retorno} \cong 2,5 \{\text{anos}\}$$

Se na fazenda tiver como fazer a terraplanagem, o custo cai para 154.903 reais, pois, só o custo para terraplanagem é de 58% do valor total.



Gráfico 1: Percentual dos custos



Fonte: O Autor

Se tiver como economizar na terraplanagem e levarmos em consideração o cálculo com gastos com fertilizantes e considerarmos os ganhos com a geração de energia elétrica na propriedade, esse tempo de retorno pode cair, pois, dependendo da potência do gerador instalado na propriedade, além de suprir a necessidade da fazenda com relação a energia elétrica, pode-se vender parte dessa energia para a concessionária (companhia elétrica).



## 11 CONCLUSÃO

Conclui-se que o projeto do biodigestor torna-se viável pelo fato de que, em três anos se obtém o retorno do dinheiro investido, isso se na fazenda não tiver como fazer a terraplanagem, pois, nesse caso o custo cai quase que pela metade.

Apesar de levar um longo tempo para construção do sistema e seu custo não ser tão acessível, se o proprietário da fazenda colocar na ponta do lápis o lucro que terá após os 3 anos, que é o tempo estimado para a construção e reposição do investimento financeiro, ele economizará cerca de 160.000 reais em fertilizante, pois não precisará mais comprá-los e com relação a energia gerada com o biogás ele terá um lucro considerável, pois, além de não precisar mais pagar pela energia gasta na propriedade ele ainda poderá investir essa economia em outras fontes lucrativas, como na compra de outros animais e aumentar a lavoura de café, já que não precisar.

Portanto, além de preservar o meio ambiente, o proprietário terá lucros. Assim, ganha a natureza e ganha o proprietário.



## REFERÊNCIAS

- BIODIESELBR. **Biodigestor**, 2008 Disponível em:  
<http://www.biodieselbr.com/energia/biogas/biodigestor.htm>. Acesso em 02 set. 2013
- BIODIESELBR. **BIOGAS**. Disponível em:  
<http://www.biodieselbr.com/energia/biogas/biogas.htm>. Acesso em: 02 set. 2013.
- CONCRETO IMPERMEÁVEL**. Disponível em:  
<http://www.cortesiaconcreto.com.br/servicos/prod-concreto-especial/concreto-imperme%C3%A1vel.html>. Acesso em: 6. set. 2013
- CRIADORES USAM DEJETOS DE ANIMAIS PARA PRODUZIR ENERGIA ELÉTRICA**. Disponível em:  
<http://g1.globo.com/economia/agronegocios/noticia/2012/02/criadores-usam-dejetos-de-animaais-para-produzir-energia-eletrica.html>. Acesso em: 15 jun. 2013
- DEGANUTTI, R. et al. **Biodigestores Rurais: Modelo Indiano, Chinês e Batelada**, 2002.
- ECOCENTRO IPEC. **Jornal “O Hectare”**. Pirenópolis, GO, v. 2, n.3, p.1, mar. de 2008.
- EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA . BIPERS, n.14, ), p. 6-7 ago. 2002, (Boletim Informativo de Pesquisa, 14).
- EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA. Manejo de dejetos de suínos. Concórdia, p.31, 1998 (Boletim Informativo de Pesquisa, 11).
- GERADORES de grande porte. Disponível em: <http://www.proposto.com.br/geradores-de-energia/geradores-de-grande-porte?gclid=COLRgsi5qLoCFVVSZ4AodFAkAVA>. Acesso em: 21. Set. 2013.
- SALOMON, K.R. **Avaliação Técnico-Econômica e Ambiental da Utilização do Biogás Proveniente da Biodigestão da Vinhaça em Tecnologias para Geração de Eletricidade**. Tese (Doutorado em Engenharia Mecânica). Universidade Federal de Itajubá, UF Itajubá-MG, 2007. 128f.
- MANUAL de biodigestão, 1998. Disponível em  
[http://www.neppa.uneb.br/textos/publicacoes/manuais/manual\\_biodigestor\\_winrock.pdf](http://www.neppa.uneb.br/textos/publicacoes/manuais/manual_biodigestor_winrock.pdf). Acesso em: 22. Set.2013
- O USO de biofertilizantes na agricultura, UNEMAT. Disponível em:  
[http://www.unemat.br/proec/compostagem/docs/folder\\_biofertilizante](http://www.unemat.br/proec/compostagem/docs/folder_biofertilizante). Acesso em: 08. Set. 2013.
- RII – Plásticos e Embalagens. LTDA**. Disponível em: <http://www.r2plasticos.com.br/lonas-plasticas.html>. Acesso em: 08. Set. 2013.
- TECNOART. **Bloco de concreto**. Disponível em <http://www.tecnoart.ind.br/blocos-de-concreto.php>. Acesso em 08. Set. 2013.