

2

MINISTÉRIO DA AGRICULTURA
SECRETARIA NACIONAL DE PRODUÇÃO AGROPECUÁRIA
SECRETARIA DE RECURSOS NATURAIS
COORDENADORIA DE ASSUNTOS PESQUEIROS

MANUAL DE CONSTRUÇÃO, OPERAÇÃO E MANUTENÇÃO DO
MICRO POSTO DE PISCICULTURA ACOPLADO
A BIODIGESTOR - MPAB.

PRIMEIRA ETAPA

IDEALIZADO E PROJETADO
PELO ENGº DE PESCA AECIO MOURA DA SILVA
COORDENADOR DE ASSUNTOS PESQUEIROS/SRN/SNAP/MA

O Micro Posto de Piscicultura Acoplado a Biodigestor - MPAB - foi concebido com o objetivo de desenvolver a Piscicultura (criação de peixes) através da privatização, a nível local, da produção de alevinos, utilizando o máximo de mão de obra e o mínimo de capital.

Inicialmente, os MAPB serão implantados no Nordeste em propriedades comunitárias de produtores rurais de baixa renda. Posteriormente, poderão ser introduzidos em propriedades particulares em todo o país, desde que as espécies comentadas sejam adaptadas x ecologicamente a realidade regional.

O projeto se integra totalmente na propriedade rural , pois usa como matéria prima todos os resíduos orgânicos (esterco de boi, de ave, de porco, de bode, de ovelha, etc), a planta aquática Eichhornia crassipes (comumente conhecida como baronesa, água-pé, orelha de jegue, etc), vinhoto, bagaço de cana, restos culturais, etc. Estas matérias orgânicas serão digeridas anaerobicamente, no Biodigestor, pelas bactérias, resultando na produção do Biogás (60% a ^{80%} 98% de metano) que fornecerá energia e iluminação, como x também ~~de~~ biofertilizante (17% a 22% de proteína com 3% a 6% de NPK solúveis) que alimentará direta e indiretamente (produção de algas) os peixes e fornecerá adubo orgânico que conservará e fertilizará os solos da propriedade com um benefício econômico e social muito grande.

42

A P R E S E N T A Ç Ã O

{

54

CONSIDERAÇÕES GERAIS

1. - O Micro Posto de Piscicultura Acoplado a Biodigestor - MPAB - é uma pequena unidade de produção de alevinos (peixes com poucos dias de nascidos), a nível comunitário, destinados a Piscicultura extensiva (em açudes, barragens, barreiros, lagos, lagoas, etc) e intensiva (em tanques, viveiros, gaiolas, etc), e, conseqüentemente, colocar à disposição da comunidade um alimento de baixo custo e de alto conteúdo protéico.

2. - A responsabilidade de construção, operação e manutenção do MPAB ficará a cargo da entidade comunitária (cooperativas, associações de produtores, comitês agrícolas, etc) para a qual foi elaborado o projeto.

3. - O MPAB é um patrimônio da entidade comunitária e deve beneficiar todos os seus componentes, tanto pela entrada de recursos de corrente da venda dos alevinos, como pela utilização do biogás e do biofertilizante excedente, que se reverterão em benefício da própria comunidade.

4. - Os recursos destinados a aquisição de material para construção e operação do MPAB serão reembolsados pela entidade comunitária nos moldes adotados pelos órgãos ou Ministérios que o financiam.

5. - A comunidade entrará com a mão de obra sob forma de mutirão para a implantação do MPAB, havendo a possibilidade de remunerá-la com alimentos, desde que exista recursos para isto.

6. Em cada estado ou território serão instalados Micro Postos Pilotos de Piscicultura Acoplados a Biodigestores - MPAB PILOTO - que serão os centros de treinamento, capacitação, formação, reciclagem e de apoio a todos os outros MPAB que ficarem em suas áreas de ações. Eles irradiarão os conhecimentos necessários a construção, operação e manutenção, como também darão assistência técnica e farão hipofisação volante em todos os MPAB localizados nas suas jurisdições.

7. - Inicialmente, o setor público terá uma participação ativa no MPAB, contudo este poderá ser totalmente desenvolvido pela iniciativa privada, inclusive com a mesma tendo a responsabilidade total de construção, operação e manutenção dos MPAB Pilotos, bastando para isto que o governo crie uma ^{lista} lista de financiamento para esta finalidade, destinada aos Engenheiros de Pesca e outros técnicos que se credenciarem para prestarem assistência técnica e creditícia em

Piscicultura, como autônomos. Seus MPAB Pilotos assistirão os outros MPAB sob suas responsabilidades, orientarão e capacitarão as pessoas que quizerem desenvolver a criação de peixes, distribuirão alevinos, elaborarão projetos para obtenção de financiamentos para construção de MPAB e de Piscigranjas, etc., cobrando um certo percentual por todos estes serviços prestados, exatamente, como fazem as empresas privadas de assistência técnica e consultoria.

E T A P A S D O M P A B

O MPAB terá três etapas distintas. Neste Manual detalharemos a primeira etapa e resumiremos a segunda e terceira etapas, as quais serão detalhadas em outra publicação.

PRIMEIRA ETAPA

A primeira etapa do MPAB se destinará exclusivamente a produção de alevinos de Tilápia do Nilo (Sarotherodon niloticus) para o peixamento de açudes, barragens, lagos, lagoas, barreiros, etc., que tiverem condições de desenvolverem Piscicultura extensiva.

Nesta etapa serão construídos 5 (cinco) tanques de $400m^2$, 1 (um) de $1000m^2$ e 1 (um) Biodigestor de $8m^3$.

SEGUNDA ETAPA

Quando o MPAB estiver com uns 11 a 12 meses de operação, já tendo realizado 3 ou 4 capturas totais de alevinos, construiremos mais 5 (cinco) tanques de $400m^2$ e 1 (um) de $1000m^2$ destinados a obtenção e armazenagem de híbridos, resultante do cruzamento da Tilápia do Nilo com a Tilápia Hornorum (Sarotherodon hornorum) e/ou iniciaremos a separação dos machos e fêmeas de Tilápia do Nilo para o cultivo monosexo (criar só machos). Estes peixes serão cultivados em pequenos tanques que serão construídos junto às pocilgas ou abaixo dos galinheiros familiares. Os peixes aproveitarão diretamente as perdas de ração e indiretamente o esterco. Em locais onde seja possível, poderão ser abertos tanques de maiores dimensões e construídos biodigestores destinados exclusivamente a engorda dos alevinos adquiridos nos MPAB.

TERCEIRA ETAPA

Quando o MPAB estiver com uns 20 a 24 meses de funcionamento, construiremos mais 5 (cinco) tanques de $400m^2$ e 3 (três) ou 4 (quatro) de $1500m^2$, que serão utilizados para obtenção e armaz

nagem de alevinos de Tambaqui (*Collossoma bidens*), ^{Piratinga} Piratinga (*Mylosoma bidens*), Curimatã (*Prochilodus marggravii*, *P. cearensis*), Tucunaré (*Cichla ocellaris*, *C. temensis*), Pescada (*Plagioscion Surinamensis*, *P. squamosissimus*) e/ou outros. Nesta etapa será implantada a Hipofisacão volante, ^{que} do MPAB Piloto, percorrerá todos os outros MPAB fazendo desova induzida no tempo apropriado.

Nesta etapa devemos ter ^{as} condições necessária para construirmos piscigranjas com tanques de meio, um ou mais hectares e biodigestores destinados a engorda dos alevinos. Estes tanques se não abertos em propriedades rurais que tenham condições de desenvolverem piscicultura intensiva em média escala.

Então, com 2 anos de implantado o MPAB terá 15 tanques de 400m², 2 de 1000m², 4 de 1500m² e um ou dois Biodigestores, tudo ocupando uma área de 2 ha (20.000m²), sendo 1,4 ha (14.000m²) de tanques, que poderão estar juntos ou em locais separados dependendo da disponibilidade de área.

CONSTRUÇÃO DO MICRO POSTO DE PISCICULTURA ACOPLADO A
BIODIGESTOR - MPAB.

Na sua primeira etapa o MPAB será composto de 5 (cinco) tanques de 400m^2 (10 x 40), 1 (hum) de 1000m^2 (20 x 50) todos com uma profundidade média de 0,80m e 1 Biodigestor de $8,00\text{m}^3$ de volume total. Este conjunto ocupará aproximadamente uma área de 0,4 ha (4000m^2) se estiverem formando uma bateria (todos juntos), ou a área especificada de cada tanque se estiverem separados. X

1 - Pessoal habilitado:

Nunca implantar um MPAB sem antes capacitar o pessoal que irá construí-lo e operá-lo. Para isto é fundamental a aplicação das orientações de Capacitação de Pessoal do Micro Posto de Piscicultura Acoplado a Biodigestor contidas neste manual.

2 - Escolha do local:

A área escolhida para implantação do MPAB deverá ser localizada a jusante (abaixo) da parede do açude, em terreno de fácil acesso, em área não utilizável para agricultura (terras salinizadas, etc), livre de inundações e com suprimento de água diário para o ano todo, mesmo em período de secas prolongadas, com possibilidade de atender as necessidades de água das 3 etapas do MPAB - 1a. etapa = 1,3 litros/segundo, 2a. etapa = 2,7 litros/segundo e 3a. etapa = 6,5 litros/segundo - considerando 5% de perda diária por evaporação e infiltração.

O terreno deve ser levemente inclinado (1 a 3%) para evitar movimentação acentuada de terra (cortes e aterros).

3 - Disponibilidades de matéria prima:

Como está descrito no manual de operação do Biodigestor, o mesmo será abastecido diariamente com 200 litros da mistura esterco, e/ou Baroneza e água, que será fermentada anaerobicamente, e disto resultará, diariamente, na produção de 4m^3 de biogás e 200 litros de biofertilizante, o qual será utilizado para adubação da água dos tanques e alimentação direta dos peixes.

Logo, uma das condições fundamentais para implantação do MPAB será a existência de esterco (de galinha, boi, bode, porco, etc) ou Baroneza na quantidade de 100 Kg/dia, sendo que no caso da baroneza, mesmo não existindo no local, ela poderá ser introduzida e cultivada nos tanques ou no açude que abastecerá o MPAB.

4 - Implantação dos tanques e canais

a) Marcação.

14

Escolhido o local da construção dos tanques, limparemos toda área tirando toucos, mato, etc, deixando a terra limpa. Faremos a marcação dos tanques, que consiste em locar 5 retângulos com 10 metros de largura e 40 metros de comprimento e 1 retângulo com 20 metros de largura e 50 metros de comprimento, sempre que possível, com o lado maior (comprimento) paralelo a curva de nível.

1.1 - Linha externa (ver planta em anexo)

Inicialmente faremos um triângulo, usando cordão e pregos ou varinhas, com as dimensões de 10m x 40m x 41,23m. Para isto arranjaremos um rolho de cordão e três pregos ou três varinhas bem retas e faremos o seguinte: pegaremos um prego ou uma varinha e amarraremos no (a) mesmo (a) um cordão com 10m e outro cordão com 40m de comprimento. Em seguida pegaremos uma das extremidades soltas e amarraremos outro prego ou varinha, depois pegaremos um cordão com 41,23m e amarraremos neste prego. Bem, agora pegaremos as duas extremidades (pontas) livres, uniremo-las e colocaremos um prego ou varinha nesta união. Pronto. Se capricharmos nas medidas, teremos um triângulo retângulo com os lados medindo, respectivamente, 40m x 40m x 41,23m.

Agora iniciaremos a marcação da linha externa do tanque. Para isto pegaremos o triângulo e colocaremos bem esticado no terreno, marcaremos cada ponto que os pregos ou as varinhas tocarem e fixaremos nestes pontos uma pequena estaca que denominaremos 1º, 2º e 3º piquetes. Depois disto, inverteremos a posição do triângulo, continuando o lado de 41,23m ligando o 2º e 3º piquetes e os lados de 10m e 40m opostos aos anteriormente marcados. Esticaremos bem o triângulo e, onde o prego ou varinha que liga os lados de 10m e 40m tocar, fixaremos um piquete, que será o 4º piquete da linha externa do tanque. Após fixarmos o 1º, 2º, 3º e 4º piquetes, amarraremos firmemente um cordão, ligando um piquete ao outro, arrodando todo o retângulo. Obs: A marcação da linha externa dos tanques de 1000m² seguirá a mesma metodologia citada acima, só mudando o triângulo de cordão que terá os lados medindo 20m x 50m x 56,3 x 85m respectivamente.

a.2 - Linha interna (ver planta em anexo)

Com os 4 (quatro) piquetes da linha externa fixados e ligados um ao outro com cordão, iniciaremos a marcação dos outros 4 piquetes da linha interna. Para isto faremos um quadrado de cordão com 3m de cada lado e amarraremos em cada ponta (vértice) um prego

ou uma varinha. Em seguida pegaremos este quadrado e colocaremos uma das suas pontas (prego ou varinha) em cima do 1º piquete da linha externa, as outras duas pontas colocaremos em cima das linhas de 10m e 40m respectivamente. Pegaremos então o quarto prego do quadrado que ficou dentro da área já marcada e o esticaremos firmemente, onde o quarto prego tocar, fixaremos o piquete, e este será o 1º piquete da linha externa. O 2º, 3º e 4º piquetes, da linha interna serão obtidos seguindo a mesma metodologia nos outros piquetes da linha externa (usando o quadrado).

Fixados os 4 piquetes da linha interna, amarraremos firmemente um cordão ligando um piquete ao outro, arrodando todo o retângulo. Obs: A marcação da linha interna dos tanques de $1000m^2$ deve ser feita do mesmo modo que foi feita para os tanques de $400m^2$, inclusive usando um quadrado de 3m de lado.

b) Escavação do tanque:

Após a marcação, cavaremos com enxada, pá, picareta, etc., a profundidade de 4 a 5 palmos (0,80m a 1,00m) em toda a área da linha interna, de maneira tal que o fundo fique quase plano. A terra da escavação pode ser utilizada para fazer as paredes que tiverem aterros. Terminada a escavação faremos o rebaixamento inclinado da parede até a linha externa (no caso de corte).

É importante que as paredes feitas por corte ou aterros fiquem suavemente inclinadas de maneira tal que, se for necessário, um automóvel possa entrar e sair de dentro do tanque sem problemas.

c) Caixa de coleta:

Terminada a escavação do fundo e o corte ou aterro das paredes, faremos um tanquezinho na parte mais profunda do tanque encostada à base da parede com 4 metros de comprimento e 1 palmo (0,30m) de profundidade com a mesma largura do fundo nos tanques de $400m^2$, e nos tanques de $1000m^2$ com 5m de comprimento, 0,30m de profundidade e mesma largura do fundo. As paredes deste tanquezinho deve ter suas paredes bem inclinadas (1:3.).

d) Cano de escoamento.

Dependendo da disponibilidade de manilhas de barro, cano de PVC, mangote, mangueiras, etc, teremos duas opções para escoamento da água dos tanques.

1a. Opção:

Terminada a escavação do tanquezinho, nós colocamos no fundo do mesmo uma manilha ou cano de PVC de 6 ou 8 polegadas, o qual passará por uma valeta aberta na parede, até o lado de fora do tanque. Este cano deve ser colocado um pouco inclinado para facilitar a saída rápida da água. Esta valeta deve ser bem compactada, contudo com muito cuidado para não quebrar o cano. Providenciaremos uma rolha para tampar o cano na entrada d'água (no fundo da caixa de coleta) e/ou na saída.

2a. Opção:

Não colocaremos cano enterrado e o escoamento da água dar-se-á por uma ou duas mangueiras ou mangote de 4" colocados acima da parede do tanque, que funcionará como um sifão e será móvel.

e) Sangradouro:

Para evitar transbordamento d'água no tanque, colocaremos um cano de PVC, manilha de barro, cano de bambu, bica de bananeira, etc, na parede, furando um canal de um palmo de profundidade que abriremos na crista da parede, depois da compactação do tanque (fundo e parede).

f) Compactação:

Feitas todas as escavações, faremos a compactação manual do fundo e das paredes da melhor maneira possível, utilizando macho, etc. Esta operação é uma das mais importantes e deve ser feita em toda extensão do tanque.

Em casos de terrenos arenosos é necessário após a compactação, fazer um revestimento de barro (argila) com uma camada de 5 a 10cm, tanto no fundo como nas paredes, e compactar novamente.

A caixa de coleta deve ser compactada completamente, tanto o fundo como as paredes, sendo que quando não é feita uma compactação correta, há uma grande perda d'água por infiltração nesta área do tanque.

g) Canal de Abastecimento:

A água que abastecerá o MPAB virá do açude, sempre que possível por gravidade. A retirada de água do açude, pode ser por sifão, adutora de fundo, etc.

Esta água será levada para os tanques através do canal de abastecimento que passará na frente dos tanques, e distribuirá água para os mesmos.

124

Este canal deve ter 1,0 metro de largura em cima e 0,5 metros no fundo, com 0,5 de profundidade, com as paredes bem inclinadas.

O fundo do canal deve ser quase plano e sempre que possível, daremos uma queda (pequena cachoeira) quando o terreno não permitir continuar plano.

Este canal também deve ser compactado, e se possível revestido de pedra (seixos), principalmente nas quedas de água. É importantíssimo a colocação de uma tela fina no início do canal, para evitar a entrada de peixes não desejáveis nos tanques. Esta tela deve ficar bem fixa e a água deve passar totalmente por ela.

h) Entrada d'água nos tanques:

Cavaremos uma valeta do canal de abastecimento até o tanque e colocaremos um cano de PVC ou manilha de barro de 4 polegadas, ou outro material semelhante que dispuser a comunidade. Este cano deve ficar um pouco acima do fundo do canal de abastecimento e a um palmo acima do nível d'água do tanque. O cano deve ser coberto de maneira tal, que suporte o movimento acima dele sem problemas de quebra.

Quando for possível, devemos chumbar a boca do cano de entrada d'água no canal de abastecimento e providenciar uma rolha para controlar a entrada d'água no tanque.

i) Canal de escoamento:

Usando tanto a 1ª opção como a 2ª opção para secar o tanque, devemos fazer um canal de escoamento que receberá a água do cano ou sifão e do sangradouro. Este ^{canal} cano é uma valeta que deve levar a água para o córrego ou riacho, evitando de todas as maneiras que faça erosão no solo. Devido a escassez de água e como ^{esta} é bastante adubada, ela poderá ser usada para irrigar áreas agrícolas, ou ser bombeada para outro tanque do MPAB.

Este canal passará abaixo dos tanques distante 1,5m a 2m do pé da parede.

Sempre que possível devemos plantar capim ou gramas nas paredes e entre os tanques, sendo isto uma medida que evitará a erosão das paredes e ajudará a alimentar os animais da propriedade.

OPERAÇÃO E MANUTENÇÃO DO MICRO POSTO DE
PISCICULTURA ACOPLADO A BIODIGESTOR - MPAB.

1. Raio de Ação

O Micro Posto de Piscicultura Acoplado a Biodigestor - MPAB - atenderá a um raio de ação entre 50 Km a 100 Km de distância no máximo, sendo que quando suas ações extrapolarem esta distância, devemos pensar imediatamente na implantação de outro MPAB.

2. Enchimento inicial

Após a construção completa dos tanques encheremos imediatamente os mesmos, de maneira que o nível d'água fique 10 cm abaixo do cano de entrada d'água.

Diariamente faremos a compensação da perda d'água por infiltração e evaporação. Provavelmente, no início cada tanque receberá água durante 2 ou 3 horas/dia, até atingir o nível indicado acima.

Possivelmente no começo vai haver uma grande infiltração que com o tempo tende a diminuir (a partir do 20º ou 30º dia), caso contrário é preciso fazer um melhor revestimento e recompactação do fundo e das paredes, ou esperar que a deposição de matéria orgânica no fundo forme um revestimento quase impermeável.

Quando da colocação d'água, devemos observar atentamente se há vazamentos nas paredes ou através do cano de descarga (quando utilizado), e se acontecer, sanar imediatamente o problema, se necessário, secando o tanque. Devemos também verificar se a tela colocada no início do canal de abastecimento está realmente impedindo a entrada de peixes vindos do açude.

Pelas razões explicadas acima, o consumo inicial de água será grande, sendo que em alguns casos, teremos 30% a 40% de perda, no entanto, uma média de 5% (4cm de lâmina da água) de perda total diária por infiltração e evaporação, pode ser uma boa estimativa. Neste caso necessitaremos diariamente de $120m^3$ para os 6 tanques ou uma vazão de 1,3 litros/segundo.

3. Fertilização ou Biofertilização da água.

Após sanados os problemas iniciais de água no tanque, podemos começar a colocação de adubo na água. Isto pode ocorrer no mesmo dia que se colocar a água.

Entretanto, como vamos adubar com biofertilizante, e este só começa a ser produzido uns 10 dias depois de instalado o Biodigestor, teremos de colocar o esterco que tivermos disponível (de

0 0 1 2 *x = 800/400
01 400m² — x 0 20 000 M.F.

boi, galinha, porco ou bode) nas seguintes proporções: nos tanques de 400m² nós colocaremos 80Kg de esterco por semana, durante duas semanas.

Após a colocação dos peixes (duas semanas após iniciada a adubação) se ainda não tiver biofertilizante, colocaremos 40Kg de esterco por semana até a água ficar bem esverdeada.

Se ao enchermos os tanques d'água, o Biodigestor já estiver produzindo biofertilizante, colocaremos 20 litros de biofertilizante/dia/tanques de 400m² durante duas semanas. A partir daí colocaremos 10 litros/dia até a água ficar bem esverdeada. Usando esterco ou biofertilizante, devemos ter o controle da colocação d'água, que deve ficar verde escura. No entanto, quando colocarmos a mão dentro d'água e não enxergarmos nossos dedos, devemos parar de adubar, e só voltar quando a cor da água estiver ficando verde clara, ou a mão já esteja visível na água.

É muito importante este controle, pois, quando a água fica muito verde pode acarretar morte dos peixes por falta de oxigênio.

Os tanques de 1000m² devem ser adubados na proporção de 50 litros/dia de biofertilizante duas semanas antes de colocar os alevinos (peixes pequenos), e a partir daí 25 litros/dia, ou 200Kg de esterco/semana.

Estas dosagens de adubação são indicações obtidas em nossas experiências, entretanto, cada tanque do MPAB tem vida e condições próprias, de maneira tal que em alguns precisaremos aumentar a dosagem ou em outros diminuir, de modo que só a prática do dia no local é que dirá as reais proporções a serem colocadas.

4. Colocação de matrizes nos tanques de 400m²

Após duas semanas de adubação, o tanque estará em condições de receber as matrizes de Tilápias do Nilo que devem estar com peso acima de 100g.

Em cada tanque de 400m² colocaremos 50 fêmeas e 50 machos de Tilápia do Nilo, os quais serão trazidos do DNOCS, do MPAB Piloto ou do MPAB mais próximo. Antes de colocarmos os peixes nos tanques, faremos uma sexagem (determinação do macho e da fêmea) com o máximo rigor possível, e de modo algum colocar mais que 50 caixas por tanque de 400m².

5. Alimentação.

O biofertilizante além de adubar a água, poderá alimentar diretamente os peixes, pois, o mesmo contém um percentual de 18% a 22% de proteína.

Entretanto se houver disponibilidade de alimentação (restos e perdas de ração de galinha, restos de comida de casa, farelo, etc), podemos colocar esta comida diretamente nos tanques, que ajudará muito o desenvolvimento das matrizes e alevinos. Contudo não devemos colocar a mais do que os peixes podem comer (5kg alimento/dia/tanque de 400m², 12kg alimento/dia/tanque 100m²). x

6. Desova.

Mais ou menos 20 a 30 dias após serem colocados nos tanques, as matrizes de Tilápia do Nilo começam desovar. Os alevinos (peixes nascidos) podem aparecer saindo e entrando na boca da mãe ou, em um estágio mais adiantado, formando pequenos cardumes nas margens dos tanques.

7. Captura dos alevinos.

80 a 90 dias após a colocação das matrizes faremos a primeira dispesca dos alevinos utilizando uma rede com 15 metros de comprimento e 3,20 metros de altura, com 400 malhas de 0,8cm na altura. Faremos uma secagem parcial do tanque através da descarga do fundo ou utilizando o sifão. Uma maneira de facilitar a dispesca é deixar de abastecer o tanque durante 3 a 4 dias de modo que a água baixe de nível e os peixes fiquem concentrados na caixa de coleta que deve ser previamente forrada com a rede.

Devemos ter muito cuidado com a diminuição do volume d'água e concentração dos peixes na caixa de coleta, pois isto, poderá acarretar falta de oxigênio e morte dos alevinos e matrizes.

Em função disto, assim que os peixes se concentrarem na caixa de coleta, devemos imediatamente levantar a rede e começar a capturar os alevinos retirando, inicialmente, as matrizes e colocando-as na caixa de coleta, fora da rede.

Devemos ter todo cuidado no manuseio dos alevinos para evitar mortes, traumatismo ou tortura, para isto devemos manter os peixes sempre submersos, só levantando a rede quando não pudermos pegá-los submersos.

10

Os alevinos quando estiverem sendo capturados, para serem levados diretamente para os açudes, devem ser contados, utilizando para isto um caneco de plástico de meio litro que, inicialmente, o encheremos de alevinos e contaremos quantos cabem dentro dele, quase sem água. A partir daí contaremos só o número de canecos com peixe, e multiplicaremos pelo nº de alevinos que estimamos que caiba nele, decorrente da contagem inicial.

Sendo o tamanho dos alevinos variável de um dia a outro, devemos realizar uma contagem de quantos peixes cabe no caneco todas as vezes que iniciarmos uma dispesca.

8. Transporte dos Alevinos.

O alevinos capturados podem ter dois destinos:

a) Serem levados diretamente para os açudes, barragens, barreiros, lagos, lagoas, etc.

Neste caso o ideal será que tiremos os alevinos com o caneco de plástico, diretamente da rede para um balde de plástico, que derramará os mesmos, rapidamente, no transporte, tendo o cuidado de não colocar muitas alevinos no balde (colocar só 2 ou 3 canecos no balde).

O transporte dos alevinos até o açude ^{será} em uma camioneta, com a carroceria forrada com lona de encerado. Esta lona deve ser bem amarrada na carroceria. Depois de forrada com a lona, encheremos a carroceria com água limpa (de preferência do canal de abastecimento) até faltar um palmo e meio para encher completamente. Nesta carroceria colocaremos uns 3000 alevinos e a cobriremos com folhas de mato (que não soltem leite e que não tenham espinhos) para evitar caída de peixe.

^{evitando} O transporte deve ficar o mais perto possível do tanque, evitando que os alevinos permaneçam muito tempo no balde.

A distancia que devem ser levados os peixes não deve ser superior a 100 km, e a hora ideal para transportar é um pouco antes de nascer o sol ou a tardinha, de maneira tal que a água da carroceria não esquite muito.

O motorista da camioneta deve ter bastante cuidado nas subidas e descidas. Em estradas com buracos passar bem suavemente, evitando que caia muita água da carroceria.

Colocação dos Alevinos nos açudes.

Ao chegar nos açudes, devemos colocar ums 10 baldes d'áx gua do açude, dentro da carroceria, para que os peixes se acostumem com a temperatura d'água do açude. Em seguida tiraremos água e colocaremos os peixes no açude.

A quantidade de peixes colocados no açude pode ser uma média de 1 (um) alevino para cada 10m² de área coberta d'água no açude. Por exemplo: um açude com 5 hectares (50.000m²), pode receber 50.000 ÷ 10 = 5.000 alevinos. Entretanto dependendo de uma análise mais acurada das condições do açude, podemos colocar até 2 alevinos em cada 10m² de área coberta d'água do açude.

b) Estocados no tanque de 1000m².

Quando os alevinos não tiverem que serem transportados as sim que forem retirados dos tanques de 400m², podemos capturá-los como foi citado anteriormente e os levaremos em baldes plásticos para o tanque de estocagem de 1000m², onde ficarão até serem capturados novamente, contados, transportados e colocados nos açudes, tal como descrevemos no ítem 8.a.

9. Reposição das Matrizes.

Quando usarmos a opção de secar o tanque de 400m² até o nível da caixa de coleta para capturar os alevinos, devemos ter o máximo cuidado para não maltratarmos as matrizes, no entanto, algumas vezes acontece delas sofrerem quedas que podem acarretar ferimentos.

Quando o peixe ficar doente, fazer um tratamento com o mesmo, colocando-o durante um minuto em um balde com 30 litros d'água misturados com 30g de sal. Se não escapar, coletar o peixe, ver o sexo, e recolocar outro do mesmo sexo e tamanho no tanque.

10. Cuidades gerais com os peixes.

a) Os tanques devem ser enchidos imediatamente após a dispesca evitando que os mesmos passem mais de 2 ou 3 horas secos.

b) Muitas vezes (principalmente pela manhã) a quantidade de oxigênio cai muito e os peixes ficam todos boiando bebendo água; se isto persistir devemos renovar imediatamente a água, parar com a adubação e avisar ao MPAB Piloto.

c) As doenças nas Tilápias são muito raras, entretanto, quando acontecem nós notamos os peixes não se alimentando bem, na

dam diferente, e começa a aparecer peixe morto na superfície do tanque. Neste caso o MPAB Piloto deve ser imediatamente avisado.

d) Os tanques devem ser limpos periodicamente, retirando dos mesmos toda vegetação que esteja no fundo. Não deve ser permitido nenhuma planta no fundo do tanque.

e) Um dos problemas que pode acarretar sérios problemas na produção de alevinos é a presença dos peixes estranhos, que podem devorar cardumes inteiros de Tilápia. Para isto é necessário um total controle para evitar entrada destes peixes nos tanques. A tela no canal de abastecimento deve ser observada e limpa diariamente.

f) O responsável pelo MPAB deve ter uma aguçada visão dos seus tanques, sendo que uma observação diária poderá fornecer muitas informações para serem tomadas medidas preventivas contra os problemas que poderão acontecer. Por isto o responsável do MPAB deve fazer o possível para criar o hábito de olhar cuidadosamente todos os tanques pelo menos 3 vezes ao dia, prestando bem atenção na coloração d'água, movimento dos peixes, como eles estão se alimentando, etc., pois, só o aprendizado do dia a dia realmente capacitará o responsável pelo MPAB, sendo que os problemas e dificuldades do MPAB serão na maioria dos casos específicos e locais.

11) Material necessário ao MPAB:

- uma rede de 15 metros de comprimento, com 3,20 de altura, tendo 400 malhas de 0,8cm na altura
- 10 (dez) baldes de plástico de 20 ou 30 litros
- 5 canecãs de plástico de meio litro x
- uma lona de encerado (impermeável) medindo 5 metros x 4 metros
- 5 ^{peças} puçoes x
- material para construir e operar o Biodigestor (ver manual)
- um carrinho de mão
- 1 sifão completo (cano, válvula, registro, juntas) para o açude (quando for necessário)
- 20 metros de mangote de 4"-100mm, (quando não utilizar descarga de fundo).

Ao MPAB Piloto acrescentaremos o seguinte:

- material para o escritório (este deve funcionar na sede da Cooperativa, associação de produtores, comitê agrícola, etc.): 1(um) mesa, 4 (quatro) cadeiras, 1(um) fichá

70

rio de aço de quatro gavetas, uma máquina de escrever manual e uma máquina ^{de calcular} relétrica de bolso. X.

- uma camioneta Fiat 400, ou Pick-up Volks, ou C-14, ou X F-100, etc. (dependendo dos recursos disponíveis)
- um Kits para Hipofiseção volante
- um Kits com medidor de PH, estojo de dissecação e medicamentos para peixes, etc.
- uma fita métrica de 50 metros
- um nível de bolha e um prumo.

- 2
1. - O MPAB Piloto é uma unidade demonstrativa e irradiadora da tecnologia de construção, operação e manutenção dos Micro Postos de Piscicultura Acoplado a Biodigestor.
 2. - Cada estado ou território terá um ou vários MPAB Piloto que será o local onde se fará o treinamento, capacitação, formação e reciclagem das pessoas que trabalharão nos MPAB e, também, dos agricultores que farão piscicultura intensiva nas 2a. e 3a. etapas dos MPAB.
 3. - O ^{MPAB} Micro Piloto deve ser instalado em propriedade de uso comunitário (pertencente a cooperativas, associações de produtores, comitês agrícolas, associações filantrópicas, etc) e só em último caso em propriedades do setor público. O local escolhido deve reunir condições de trabalho para o engº de Pesca e auxiliar e servir de centro de treinamento, recebendo frequentemente pessoas de outras comunidades para visitas de observações, para capacitação, treinamento, etc.
 4. - O MPAB Piloto será, também, o local onde primeiro introduziremos as etapas, os aperfeiçoamentos e inovações do sistema Piscicultura-Biodigestor.
 5. - O MPAB Piloto deve ter em Engenheiro de Pesca como responsável técnico, que além de residir no município, deve ser o agente que capacitará, treinará, formará e reciclará o pessoal que irá trabalhar nos MPAB, e os agricultores que desenvolverão piscicultura intensiva.
 6. - O Engº de Pesca, também, será o encarregado de acompanhar a construção dos MPAB nas comunidades, e, regularmente ^{manutenção} prestará técnica, realizará hipofisação (3a. etapa) e acompanhará o desenvolvimento das atividades dos MPAB instalados.
 7. - Além de um Engº de Pesca, o MPAB Piloto terá um trabalhador braçal que realizará as atividades de operação e manutenção do mesmo. A capacitação deste trabalhador deve ser a tarefa inicial do Engº de Pesca.
 8. - O MPAB Piloto será, também, o responsável pelo suprimento de matrizes para os outros MPAB de sua jurisdição.
 9. - Além das atividades descritas o MPAB Piloto desenvolverá, normalmente, suas atividades de produção e distribuição de alevinos para a sua região.
 10. - A sistemática de construção, operação e manutenção do MPAB Piloto será a mesma dos Micro Postos de Piscicultura Acoplados a Biodigestores, citada anteriormente.

7)

11. - O MPAB Piloto deve estar integrado com as instituições e estações de pesquisa regionais que trabalham com Piscicultura. Todos os problemas e dificuldades não solucionados devem ser encaminhados e discutidos com estas organizações. Devemos, também, dar-lhes todos os subsídios e informações solicitadas visando uma troca de experiência que muito contribuirá para o pleno sucesso dos MPAB.

12. - Cada MPAB Piloto deve ficar responsável no máximo por 10 MPAB.

CAPACITAÇÃO DE PESSOAL DO MICRO POSTO DE PISCICULTURA
ACOPLADO A BIODIGESTOR -- MPAB.

27

1. - Após a implantação e entrada em operação do MPAB Piloto, desenvolveremos uma ação integrada para implantação de outros Micro Postos de Piscicultura Acoplados a Biodigestores em cooperativas, associações de produtores, comitês agrícolas, etc., de comunidades rurais destinados a produção de alevinos para piscicultura extensiva intensiva. X

2. - Entretanto, a primeira ação a ser desenvolvida deve ser um trabalho sério de envolvimento das lideranças e componentes da comunidade demonstrando, analisando e discutindo com eles tudo o que pretendemos implantar. Usaremos para isto métodos grupais de comunicação (reunião, palestras, discussão em grupo, etc.).

3. - Após este passo inicial, escolheremos uma comissão da comunidade para visitar um MPAB em funcionamento, que poderá ser tanto o Piloto como outro que já tenha sido implantado em outra comunidade próxima. Nesta visita mostraremos em linhas gerais todo o funcionamento do MPAB, deixando o próprio responsável local mostrar e responder as perguntas da operacionalização, construção, custos, etc.

4. - Após a visita, se chegarmos a conclusão que a comunidade está bastante orientada, motivada e conscientizada, pediremos para eles escolherem um componente da comunidade, de preferência que tenha participado desde o início de todos os trabalhos de motivação e da visita, a fim de receber um treinamento no MPAB Piloto.

5. - A pessoa escolhida deve ser um membro integrante da comunidade e daremos uma completa capacitação sobre construção, operação e manutenção de MPAB.

6. - Esta capacitação terá uma duração de 15 a 20 dias e constará, essencialmente de prática sobre: escolha de local para implantação de MPAB, marcação e construção de tanques, construção de biodigestores, construção de canais de abastecimento e escoamento, caixa de coleta, entrada e saída d'água, sangradouro, etc. Na parte de funcionamento: operação de biodigestor, colocação d'água nos tanques, problemas de infiltração, biofertilização e coloração da água, introdução e manejo dos peixes, alimentação, controle e prevenção de problemas: sexagem, captura e transporte dos alevinos, peixamento de açudes, etc. Tudo isto deve ser transmitido pelo Engº de Pesca responsável pelo MPAB Piloto de maneira simples e objetiva. Toda orientação deve ser acompanhada de sua realização, por exemplo: quando mostrarmos a marcação de tanques, devemos deixar o treinando realizar sozinho esta marcação, quantas vezes forem necessárias,

até o completo domínio da técnica.

7. - Após o treinamento, acompanhamento e execução pelo treinado de todas as atividades de construção, manutenção e operação do MPAB, o treinando irá para a sua comunidade a fim de construir, em forma de mutirão, o MPAB de sua área. O Engenheiro de Pesca deve acompanhar, se possível, toda a construção e início de operação do MPAB como forma de consolidar junto a comunidade, tudo o que foi ensinado no MPAB Piloto.

8. - Uma vez por ano os responsáveis pelos MPAB devem voltar ao MPAB Piloto para reciclagem e aperfeiçoamento de conhecimentos. Esta reciclagem deve ser feita de preferência no início do ano. Devemos reunir todos os responsáveis pelos MPAB para um aperfeiçoamento a nível grupal. Nesta reciclagem cada responsável deve trazer um relatório de suas atividades, como também, discutir suas vitórias e dificuldades encontradas no funcionamento dos MPAB. O mesmo procedimento de reciclar os responsáveis pelos MPAB, deve acontecer todas as vezes que o MPAB passar de uma etapa para outra.

FEVEREIRO - 1978

Publicação
do
INSTITUTO DE PESQUISAS DA MARINHA

PROJETO BARONESA

PAULO DE CASTRO MOREIRA DA SILVA

BELA JOHN EDWARD ZETTL

DEMÉTRIO BASTOS NETTO

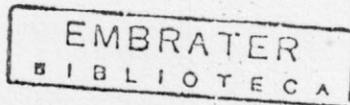
ANA MARIA RAMOS

Nº 119

97(041)

MARINHA - MINISTÉRIO DA MARINHA - RIO DE JANEIRO - BRASIL

INSTITUTO DE PESQUISAS DA MARINHA



PROJETO BARONESA

PAULO DE CASTRO MOREIRA DA SILVA

BELA JOHN EDWARD ZETTL

DEMÉTRIO BASTOS NETTO

ANA MARIA RAMOS

(TRABALHO APRESENTADO AO 2.º CONGRESSO LATINO-AMERICANO DE ENERGIA SOLAR)

— JOÃO PESSOA, PARAÍBA, BRASIL —

Fevereiro — 1978

620.97 (041)
1591

RESUMO

O presente trabalho trata do potencial da planta *Eichhornia crassipes* (Baronesa ou Aguapé) para a produção de energia, combate à poluição, produção de fertilizantes e alimento para gado e peixe.

Como se sabe essa planta constitui-se em substrato ideal para a obtenção de Metano, visto sua excepcional capacidade para a produção de biomassa, capaz de fornecer em pouco tempo matéria orgânica fermentável sob condições de anaerobiose. Além disso revela-se a Baronesa elemento de filtração de poluentes industriais, capaz de absorver metais pesados e compostos fenólicos.

Sua abundância no Território Nacional levou o IPQM a desenvolver no presente, através desse Projeto, pesquisa em escala piloto visando a comparação com os dados existentes na literatura e o desenvolvimento de técnicas novas para a obtenção de metano e, a seguir, a investigação da associação da Baronesa com outros elementos que a completem numa tentativa ecológica no tratamento de esgotos domésticos e industriais.

ABSTRACT

This work deals with the potential of the plant *Eichhornia crassipes* (water hyacinth) for energy production, pollution control, fertilizer and food for live stock and fish.

As it is well known, this plant can be considered an extremely good substrate for biomass production, being able to offer, in short time, organic material which is fermentable under anaerobic conditions. Besides that, the water hyacinth happens to be a filter for industry pollutants, quickly absorbing huge amounts of heavy metals and phenolic substances.

Its abundance (it grows nearly everywhere in Brazil) has taken the Brazilian Naval Research Institute to develop this Project, in a pilot scale, dealing now with comparison of data found in current literature with the developing of new techniques for Methane generation and later with the investigation of elements which can be associated with the Water Hyacinth, complementing it towards some tentative ecological control for industrial and domestic sewage.

1 - INTRODUÇÃO

A *Eichhornia crassipes* conhecida como Baronesa no Nordeste e Aguapé no Centro-Sul é uma planta aquática flutuante, sazonalmente abundante nas águas doces estuarinas das zonas equatorial e tropical da América do Sul e da África¹, em rios, lagos, represas, estuários, onde, com a produtividade excepcional de 212 toneladas de matéria seca por hectare/ano em águas poluídas, (mas ricas em nutrientes), se coagula em densos camalotes prejudicando a navegação, a irrigação, a drenagem, a pesca, e possivelmente propagando moléstias².

Considerada inicialmente uma praga foi até recentemente combatida, sem muito sucesso, por vários meios. Nos Estados Unidos, o U.S. Army Engineering Corps utilizou o arsenito de sódio, com graves prejuízos colaterais, e depois o hormônio 2,4-D, enquanto que na Guiana Inglesa se utilizou o "Manatee" (peixe boi) para devorá-la.

Mais recentemente foi descoberto que, além da produtividade excepcional, a Baronesa tem outras propriedades notáveis e de extrema utilidade: lançada em águas de esgoto paradas ela produz até 4 toneladas de biomassa molhada por hectare/dia contendo de 4.9 a 6.4% de proteína bruta, de 4.3 a 5.2% de fibra e de 4.6 a 5.7% de cinzas, além de alta proporção (em peso seco) dos elementos:

ELEMENTOS

Carbono ✓
Hidrogênio ✓
Nitrogênio ✓
Potássio ✓
Sódio ✓

Cálcio ✓
Fósforo ✓
Enxofre ✓
Magnésio ✓
Ferro ✓
Zinco ✓
Manganês ✓

Em outras palavras a planta é rápida e excelente purificadora de esgoto orgânico, reduzindo os sólidos em suspensão e o B.O.D. (Biological Oxigen Demand) e constituindo-se ela mesma, dado o elevado teor de proteína e minerais, em excelente complemento à ração de gado, seja seca, seja reduzida à farinha. Constitui também excelente adubo mormente para terras arenosas.

Ademais se o esgoto é contaminado (por despejos industriais) por metais pesados (ouro, prata, cobalto, cádmio, níquel, chumbo e mercúrio), a planta os absorve rapidamente pela raiz, purificando o esgoto desses compostos tóxicos.

Em ambos os casos — e compulsoriamente no segundo — a planta pode ser usada para a produção de biogás (60 a 80% metano), tendo os norte-americanos obtido 374 litros de gás por kg de planta seca.

Além do interesse evidente de se utilizar uma imensa biomassa, que até o momento, no Brasil, tem sido parasita, se não prejudicial (como possível protetora de transmissores de moléstias), para purificar esgoto, produzir adubo ou ração e/ou combustível, existem, na região de Cabo Frio, interesses mais específicos. A planta existe em abundância nas proximidades.

1 - Levada para Nova Orleans, ao que se diz por um japonês, em 1804, a planta se propagou pela Louisiana e pela Flórida e hoje ocupa 400.000 hectares de território norte-americano.

2 - Manatten, Research, 1974.

A Base Aérea Naval de São Pedro da Aldeia canaliza o esgoto de 6.000 pessoas para uma grande lagoa de tratamento. A região, de um modo geral (apesar da afluência turística) é demasiado pobre para poder manter uma estação de tratamento de esgoto, e tende assim a lançá-lo cada vez mais na lagoa de Araruama e na Enseada dos Anjos. A lagoa de Araruama que, devido assoreamentos e obras já exibe salinidades extremamente elevadas, está sendo estudada para ser inteiramente recuperada tendo substituídas suas águas por água fértil, profunda, o que restaurará inteiramente sua função ecológica de criadouro do camarão (nascido no oceano) e/ou propiciará outras produções. A Enseada dos Anjos é o campo experimental da aquicultura do Projeto Cabo Frio. Ambos objetivos serão frustrados se elas continuarem a ser poluídas por esgotos. Mas se for possível desenvolver um tratamento que gere um proveito extra: a obtenção de gás (e, produto lateral, de rações ou adubo), o empreendimento torna-se viável.

Assim, a) por possuir a Baronesa uma das mais altas produtividades vegetais; b) por ser, pela capacidade de assimilar em grandes proporções nutrientes d'água, excelente purificadora de esgotos, sendo utilizável, nesse caso, como ração de animais; c) pela capacidade de assimilar metais pesados, e, assim, prestar-se a purificar esgotos industriais; d) pela capacidade de se, convenientemente preparada, produzir metano; vê-se que seria essa planta a ideal (confirmada tais propriedades) para o tratamento de esgotos em localidades que hoje os descarregam em corpos d'água que interessa preservar da poluição.

E mais, produzindo-se com ela rações e/ou, através de digestão anaeróbia,

metano, poder-se-ia obter certo alívio na economia da rede de esgoto.

Desta forma, é possível utilizar a Baronesa nos seguintes campos:

- 1) produção de energia,
- 2) combate a poluição,
- 3) produção de fertilizantes, e
- 4) alimento para gados e peixes.

2 - DESCRIÇÃO DOS EXPERIMENTOS

Assim, o ponto principal do Projeto Baronesa é a Produção de Metano a partir daquela planta, ou seja, o estudo dos métodos para tal atividade e, se possível, o aprimoramento, adaptação às condições locais ou até mesmo — e este foi o caso — o desenvolvimento de técnica própria, mais simples e menos custosa, para aquele fim. Esta foi a motivação para o presente artigo.

Entretanto é pertinente lembrar que, no desenvolvimento do Projeto, outros experimentos estão sendo realizados. Tais experimentos, em que pese o fato de que, dependendo do ponto de vista, possam parecer tão ou mais importantes que o do parágrafo acima, não constituem, na opinião dos autores, no objetivo deste trabalho, razão pela qual são apenas brevemente mencionados. Tais são, no caso, os testes (alguns em realização, outros, assunto de trabalhos a publicar) envolvendo:

- a) a composição em dados médios anuais do esgoto da Base Aérea Naval de São Pedro da Aldeia que, no futuro, servirá de base para o desenvolvimento de um projeto em escala sub-indus-

- trial³,
- b) a observação do crescimento das plantas em tal esgoto,
 - c) análise das plantas obtidas,
 - d) determinação do rendimento fotossintético das plantas,
 - e) pesquisa (em laboratório) da associação da planta aos caramujos transmissores da esquistossomose,
 - f) secagem ao sol,
 - g) técnicas (ex: farinação) para a obtenção de rações e fertilizantes.

2.1- Tanques de crescimento e controle

Como se sabe a Baronesa se constituiu em elemento altamente promissor como possível fonte de energia. WOLVERTON (1) e ROSA (8) mencionam eficiências fotossintéticas de até mais de 5% (em insolação média de $\approx 200 \text{ Wm}^{-2}$), com uma eficiência de conversão em combustível utilizável de cerca de 60%.

Assim, tendo em mente a óbvia necessidade de plantas para os testes dos digestores, Baronesas foram colocadas nos diversos lagos e caixas do Instituto de Pesquisas da Marinha, seus crescimentos monitorados — realmente entre 8 e 10 dias, propriamente alimentadas (o esgoto do IPqM) elas dobram pela 1ª vez em número. Baronesas foram plantadas em terra encharcada e os resultados (assunto para outro trabalho em área diversa) foram magníficos. Em particular, construiu-se dois tanques idênticos de 10x1x0.7m (Figura 1) ambos recebendo água de esgoto do IPqM em quantidades iguais. No primeiro Baronesas são

cultivadas e no outro efetua-se o controle da água. A ação depuradora da planta é então verificada através análises químicas e microbiológicas de amostras da água, tomadas na saída e entrada dos tanques.

Comprovou-se assim sua alta produtividade: de duzentas plantas inicialmente colocadas no tanque retirou-se em trinta dias mais de mil e quinhentas. (Figura 2). Tais plantas são então aproveitadas para a produção de metano através de fermentação anaeróbica.

2.2- Digestores para a geração de CH_4

Assim, começou-se a estudar os "strains" de bactérias sintetizadoras de Metano procurando o tipo mais adequado para uso na fermentação da Baronesa, isto naturalmente acoplado às condições ambientais da região. Enquanto isso procedeu-se à revisão dos Digestores ora em uso, analisando-os sob os critérios de viabilidade, adequabilidade, exequibilidade e aceitabilidade. Isto foi feito, é óbvio, levando-se em consideração as condições de contorno do problema real que trata da obtenção de digestores para uso em regiões de baixa renda. Procurou-se então resolver o problema desenvolvendo-se um tipo de digestor de construção simples, imediata e barata que, na medida do possível, ainda satisfizesse as restrições de eficiência razoável, facilidade na extração do gás obtido e compatibilidade com o clima local.

2.2.1 — Outros digestores

Ora, considere-se por exemplo aqueles do tipo Ram Bux Singh. Eles consistem em reservatórios de aproximadamente 1x1x5m com anteparo de separação vertical podendo receber e processar tanto o sedimento dos es-

3 — Recentemente (jan/1978) aprovado pela FINEP, com o mesmo nome do presente trabalho. Tal Projeto deu entrada naquela Financiadora em novembro de 1976.

e o con-
dora da
s anális-
s de a-
saída e

alta pro-
s inicial-
tirou-se
quinhen-
o então,
le meta-
eróbica.

de CH₄

udar os
zadoras
mais
ação da
oplado
região.
revisão
nalis-
ilidade,
e acei-
vio, le-
condi-
ma real
gestores
renda.
oblema
ligestor
ta e ba-
t, ainda
ciência
gás
o clima

templo
h. Eles
apro-
para
receber
os es-

gotos quanto a planta. Esse sistema recebe isolamento lateral com cerca de 1m de espessura em tijolo refratário (ou o equivalente em isopor ou poliuretano) e possui no piso uma serpentina para aquecimento com vazão controlada; a superfície externa do digestor é de concreto reforçado ou aço. Tem-se duas entradas e uma saída para o material processado, e uma canalização na parte superior para a retirada do metano produzido. Um digestor desse tipo, com capacidade de 4.320 litros, recebe 2.200 kg de sedimentos e plantas e produz em média 900 litros diários de metano a partir do trigésimo dia do início do processo (ou seja, cerca de 4.000 kcal/dia).

2.2.2 — O digestor submerso

Na tentativa de simplificar o processo de obtenção de Metano, um dos autores⁴ desenvolveu um digestor⁵ que nada mais é que um saco de polietileno preto. Nele se coloca além do "strain" desejado⁶ (tal qual a coahada de nossos avós) as Baronesas a serem processadas. Tal plástico é então colocado no fundo do próprio tanque ou lagoa rasa onde estão sendo criadas as plantas. Cortadas alimentação e luz, as Baronesas assim aprisionadas morrem e, dado o meio, entram em fermentação anaeróbica produzindo metano. A lâmina d'água sobre o saco provê a pressão positiva desejada para a retirada do Gás que é feita através de um tubo flexível que, ligado ao saco, vem à superfície e é mantido vedado quando não em uso (Figura 3).

Como se vê, um processo extremamente simples e apropriado para uso no Brasil, em lagoas rasas que contenham efluentes de esgoto (alimentação) e onde temperaturas são da ordem de 22/35°C (propício para as bactérias sintetizadoras do CH₄).

2.3 - Outros experimentos⁷

Além da atividade básica que é o teste com os digestores submersos, outros testes vêm sendo executados dentro da idéia global de que o Projeto Baronesa se trata afinal de um experimento Ecológico.

Assim, observa-se o desenvolvimento das plantas também em terra (excelente), a variação de seu crescimento com a temperatura, sazonalmente, com o pH da água, com a vazão, com diversos nutrientes etc. Verifica-se a ocorrência de espécies animais, vegetais superiores e algas a elas associadas. Um caso interessante é o de pequenas plantas (*Lemna*) que aparentemente são importantes para o balanço de O₂ do meio de nutrição, aspecto relevante no tratamento microbiológico de esgotos. São também executadas nas entradas e saídas dos tanques de criação, análises de Demanda Biológica de oxigênio (BOD), Demanda química de oxigênio (QOD), N total (nitratos, nitritos e nitrogênio amoniacal), P total, Resíduos insolúveis, Resíduos após evaporação, Sólidos totais dissolvidos, contagem global de bactérias e número mais provável de coliformes.

Um aspecto especialmente relevante da interação da Baronesa com espécies animais é o caso da associação dela com peixes predadores de caramujo. Pretende-se observar a ação do *Hemicronus bimaculatus* (peixe Jóia) sobre os *Planorbideos* (caramujos) vetores da Esquistossomose, na presença da planta.

4 - B.J.E. Zetti.

5 - Patente requerida pelo MM ao INPI.

6 - Que, dependendo do meio, pode ser nenhum.

7 - Sob a responsabilidade do Dr. B. Gilbert que, neste Instituto também chefia entre outros projetos, o de Combate à Esquistossomose.

3 - RESULTADOS OBTIDOS

Construiu-se três digestores submersos (133.8, 197.4, 281.4 litros) que passaram a operar em março de 1977 e que sem problemas vem até o presente funcionando razoavelmente. Como indicam os gráficos das Figuras 4 a 6, a partir da 3a. semana, 64% do gás retirado dos digestores é metano, sendo que um máximo de 83,76% de CH_4 foi obtido após 16 semanas de fermentação. Os autores são agradecidos à equipe do Laboratório de Cromatografia da Companhia Estadual de Gás (CEG), que vem graciosa e semanalmente analisando as amostras dos gases dos digestores.

Finalmente, está sendo também desenvolvido em associação com os digestores, técnica para a fabricação de "briquets" de Baronesa. Tendo em vista o fato de que 85% da massa da planta é constituída de água parece pertinente a tentativa de preparar "tijolos" de Baronesa que poderão ser facilmente armazenados e que serão utilizados para fermentação nos digestores dependendo do balanço entre a capacidade dos mesmos, a variação de produção sazonal da planta e as oscilações no consumo do gás produzido.

4 - PERSPECTIVAS FUTURAS

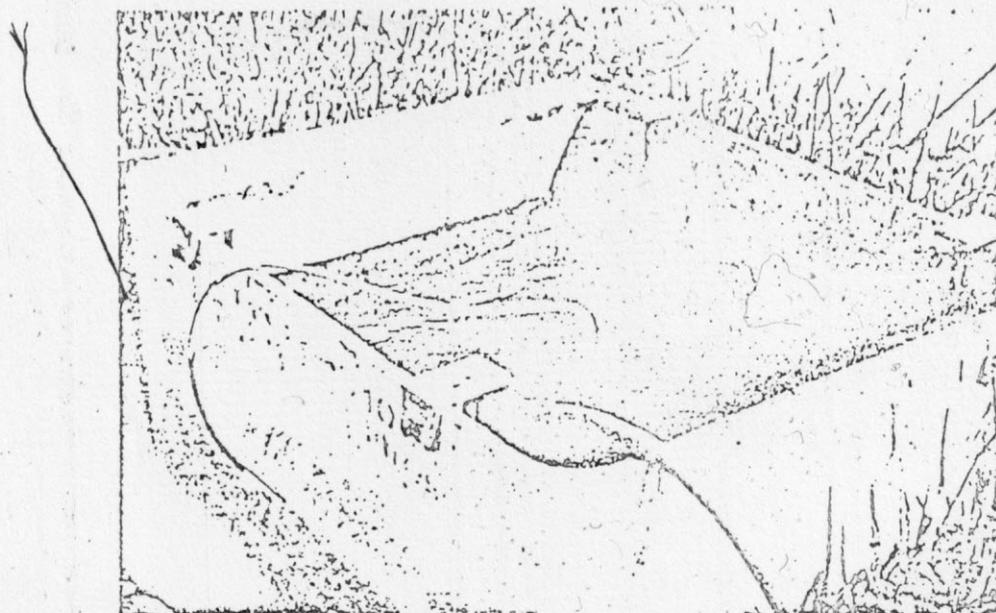
Se bem que centrado num problema de obtenção de Energia por Bioconversão, o Projeto Baronesa deve ser considerado mais amplamente como um Experimento Ecológico. Assim é que, além da produção de Metano a Baronesa tem uso direto como antipoluinte e como geradora de fertilizantes e rações.

Portanto as diversas aplicações da Baronesa sugerem não apenas seu emprego isolado para atender a cada uma daquelas possibilidades, mas sim o uso integrado em locais como por exemplo propriedades rurais onde se poderia sanear, produzir energia, fertilizantes agrícolas e ração para o gado.

Nada disso porém é novidade e a bibliografia no assunto, extensa (1, 2, 3, 8). Os autores lembram que não bastam as idéias: É IMPORTANTE EXECUTÁ-LAS.

Assim é que eles agradecem a FINEP que recentemente aprovou na íntegra o Projeto que leva o nome deste trabalho e que trata, em sua última fase, da geração de Metano com Baronesa criada numa lagoa poluída que desagua na Lagoa de Araruama.

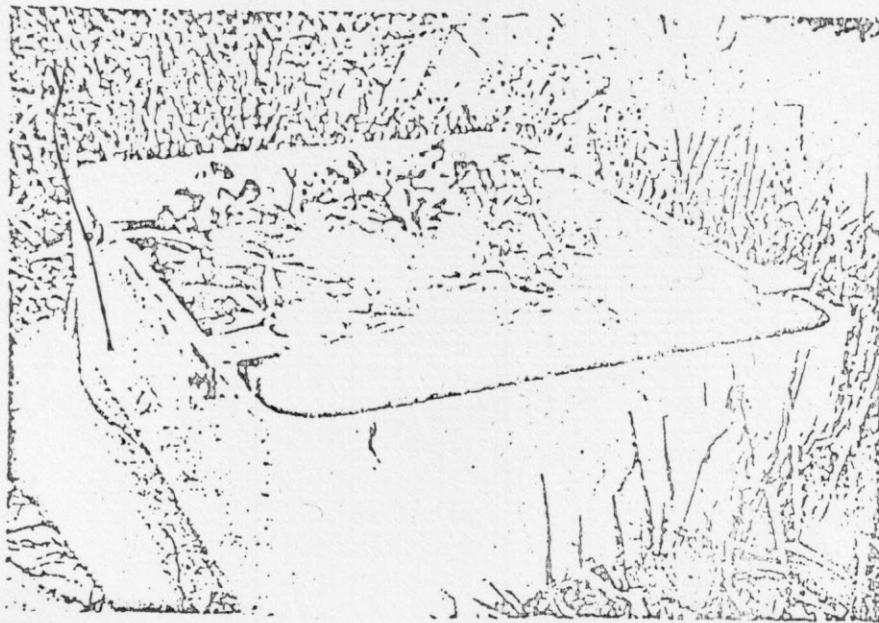
Finalmente os agradecimentos pela valiosa colaboração do Dr. B. Gilbert e demais colegas do Grupo Baronesa.



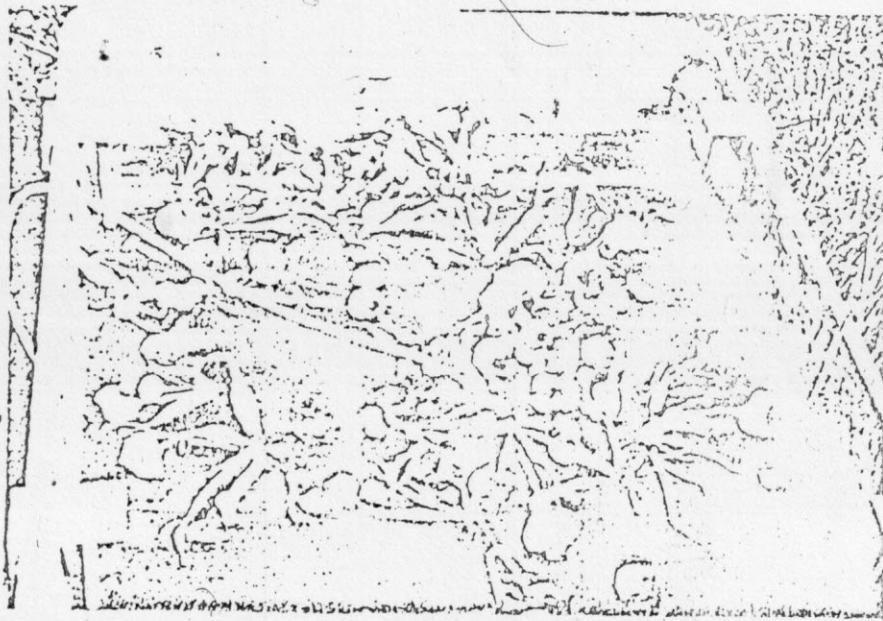
COLETOR SUBMERSO COM PLANTAS EM PROCESSAMENTO



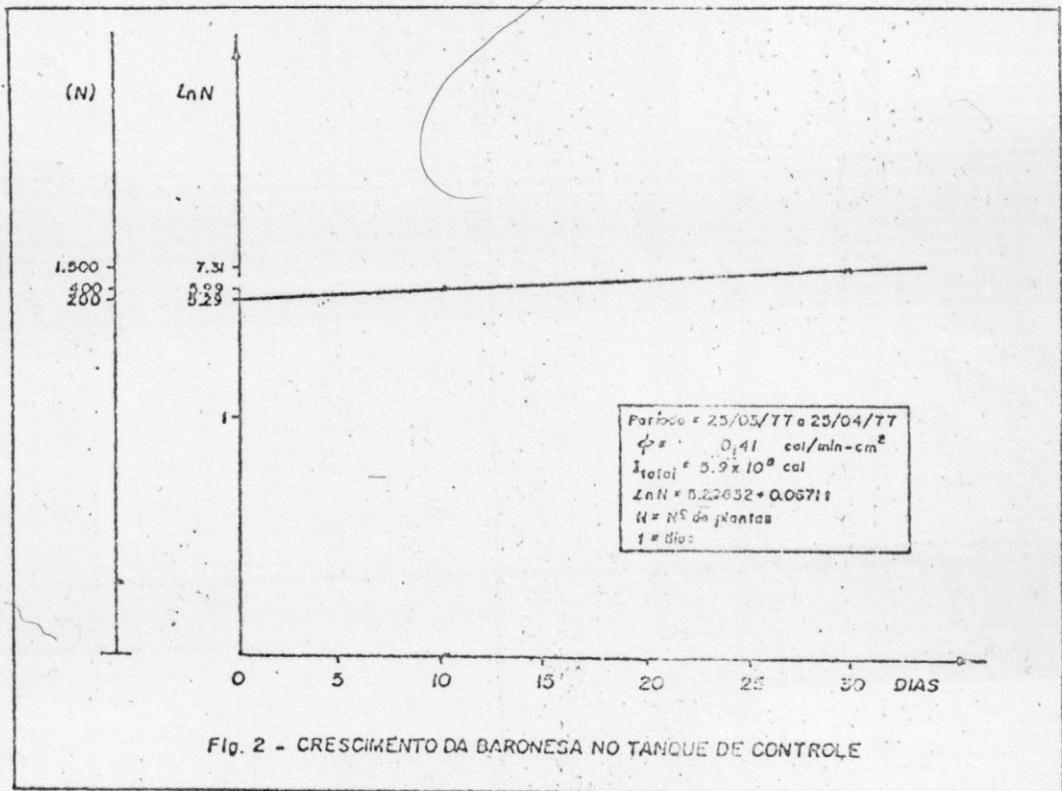
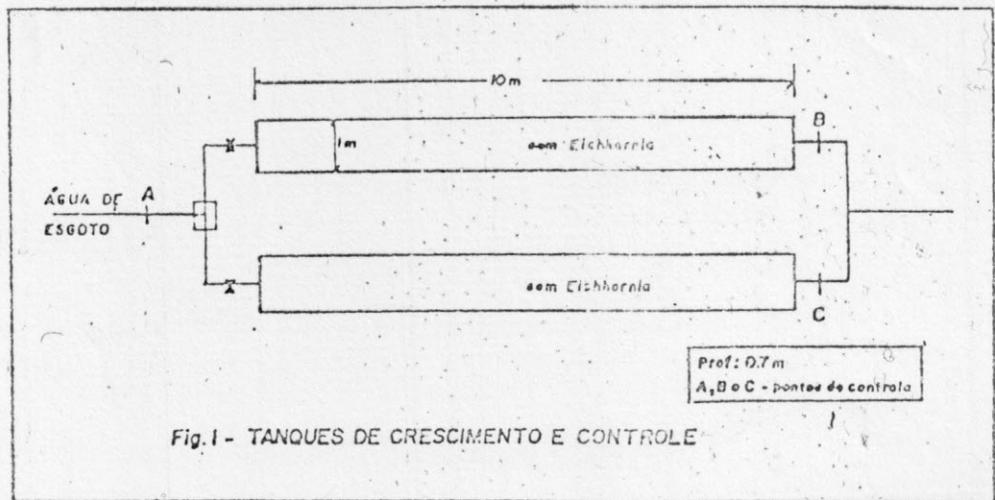
COLETOR PLÁSTICO EM PREPARAÇÃO



COLETOR EM TANQUE DE CRIAÇÃO

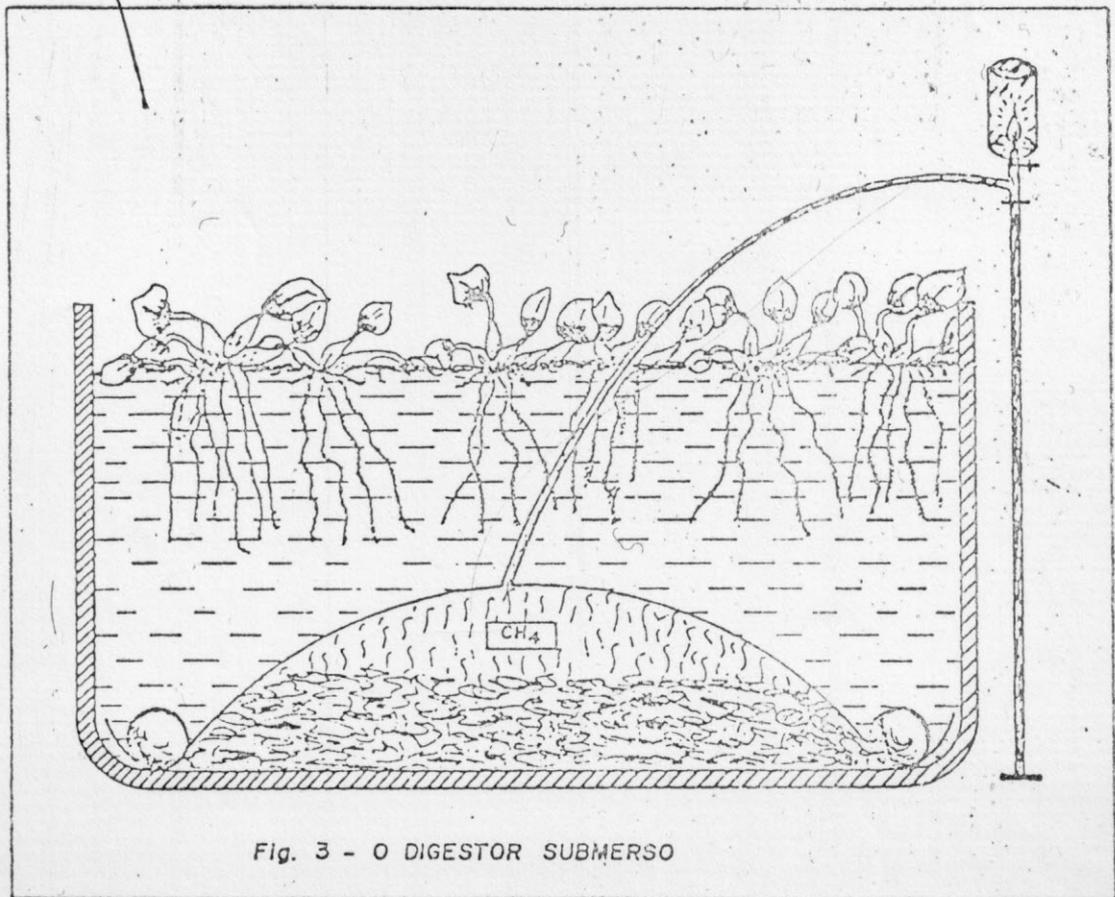


COLETOR EM TANQUE DE CRIAÇÃO (NOTE-SE A DIFERENÇA DE NÍVEL
APÓS A RETIRADA DE BIOGAS)

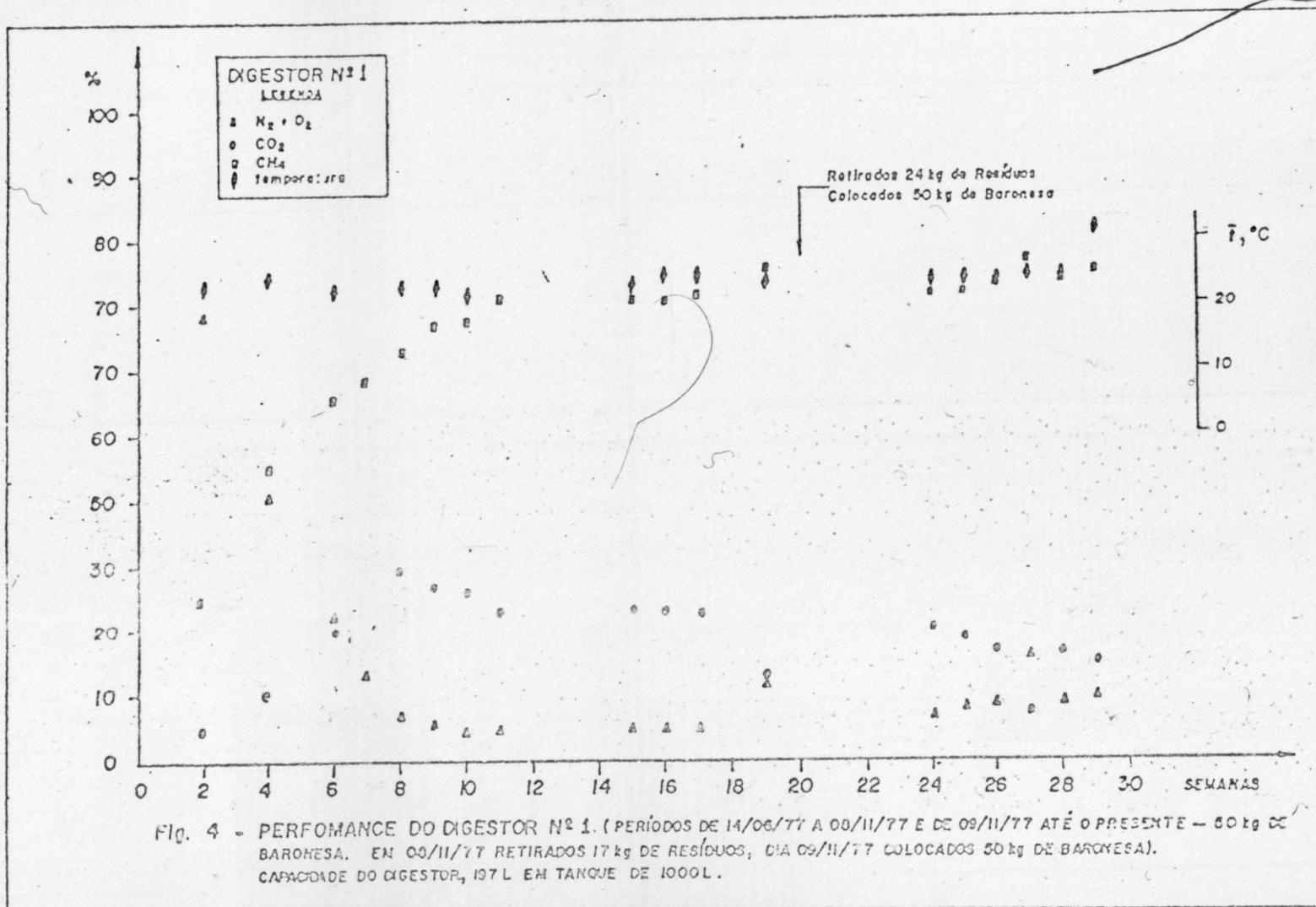
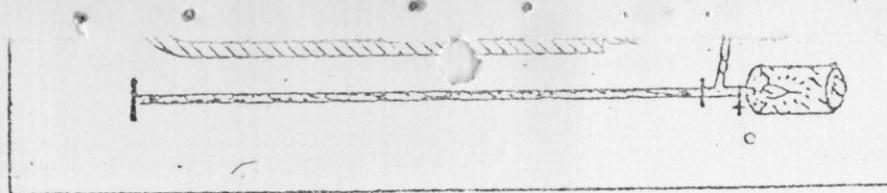


DE NÍVEL

9



10



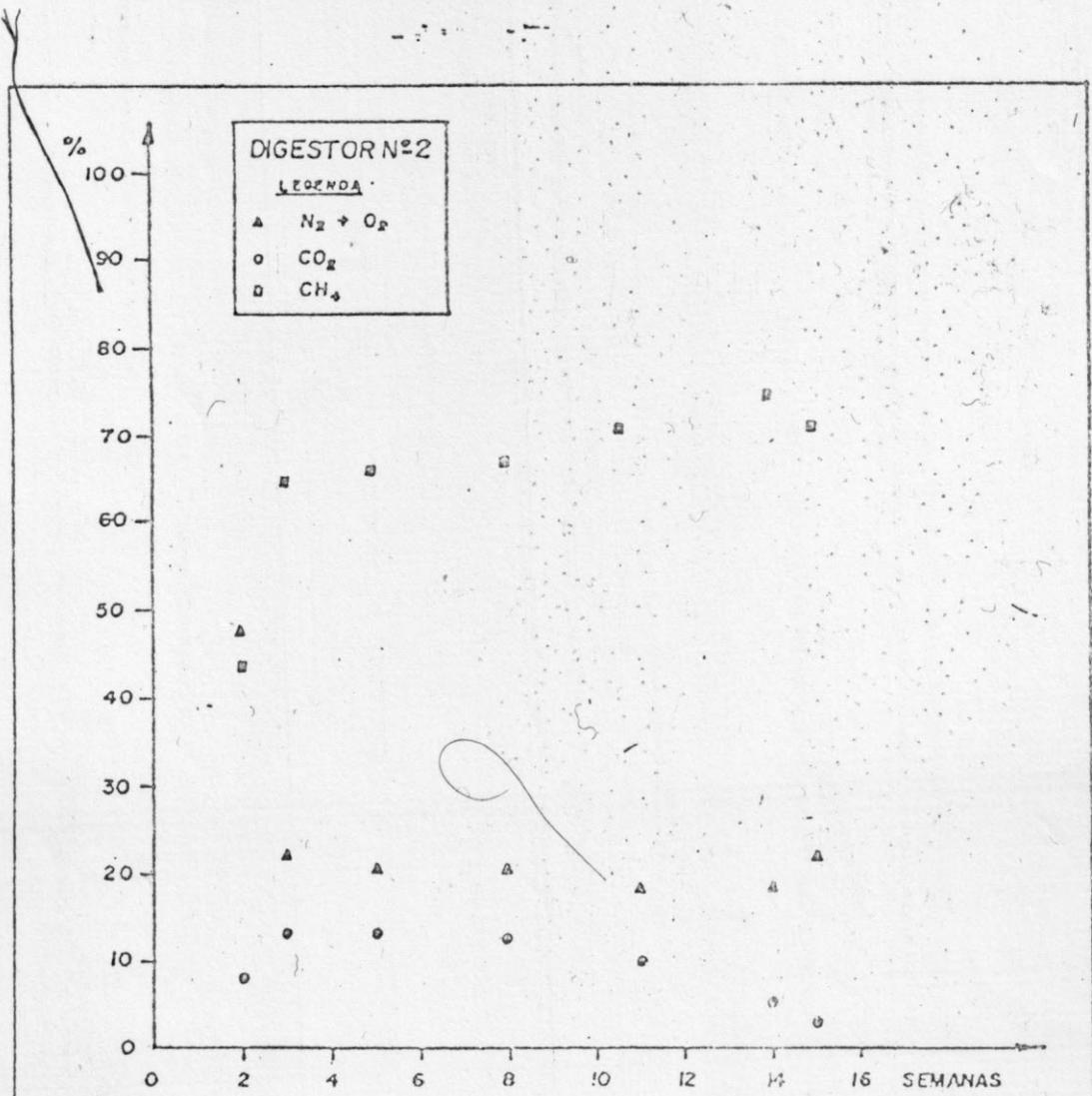
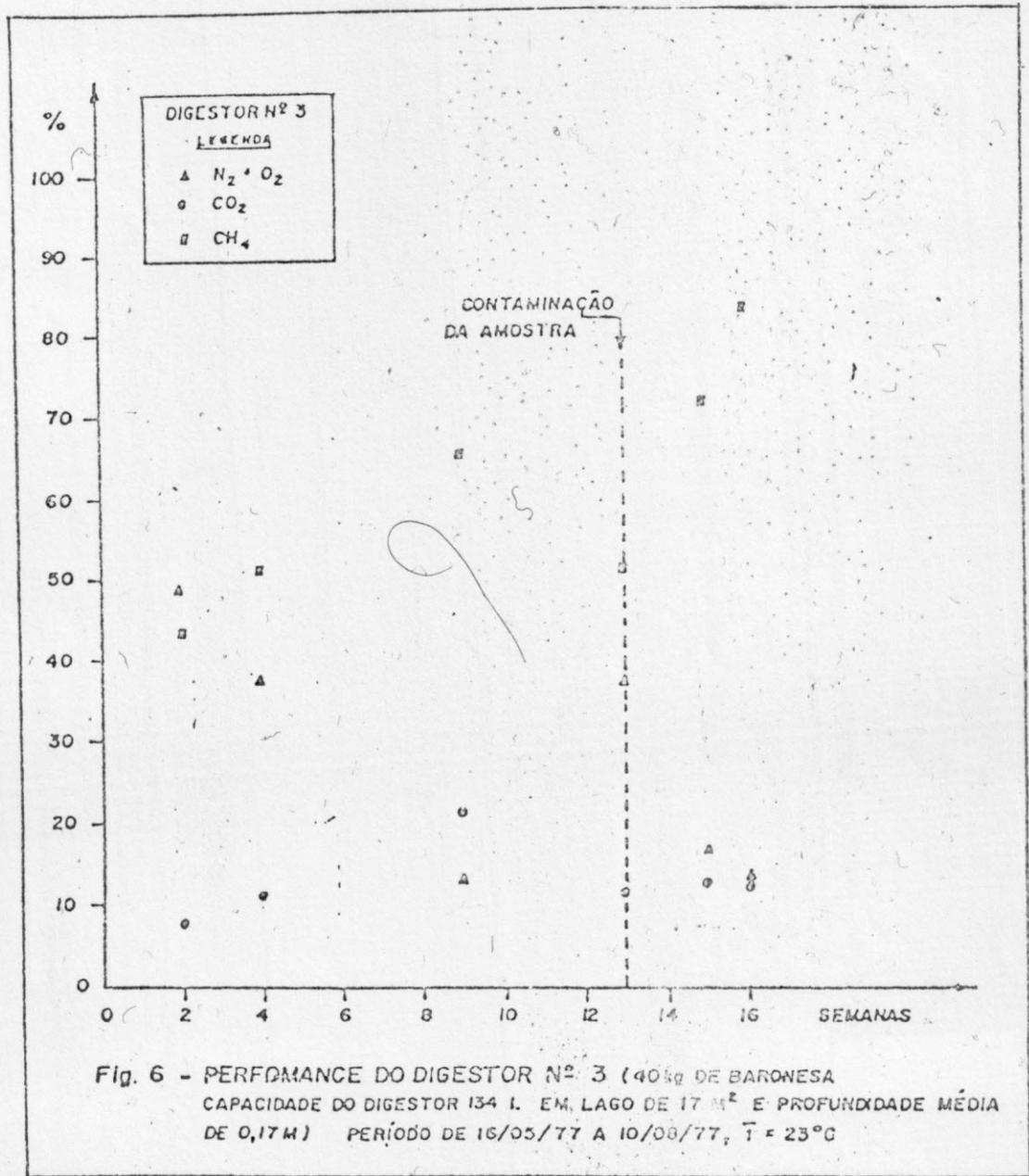


Fig. 5 - PERFORMANCE DO DIGESTOR Nº 2 (30 kg DE BARONESA DIGESTOR DE 200L EM CAIXA DE CRIAÇÃO DE 120L)
 OBS. → NA 15ª SEMANA A CAIXA (NÃO O DIGESTOR) APRESENTOU VAZAMENTO, INTERROMPENDO O EXPERIMENTO.
 PERÍODO DE 26/04/77 À 10/08/77, $\bar{T} = 23.9^\circ C$

132



ANAS
DIGESTOR
MAZA-

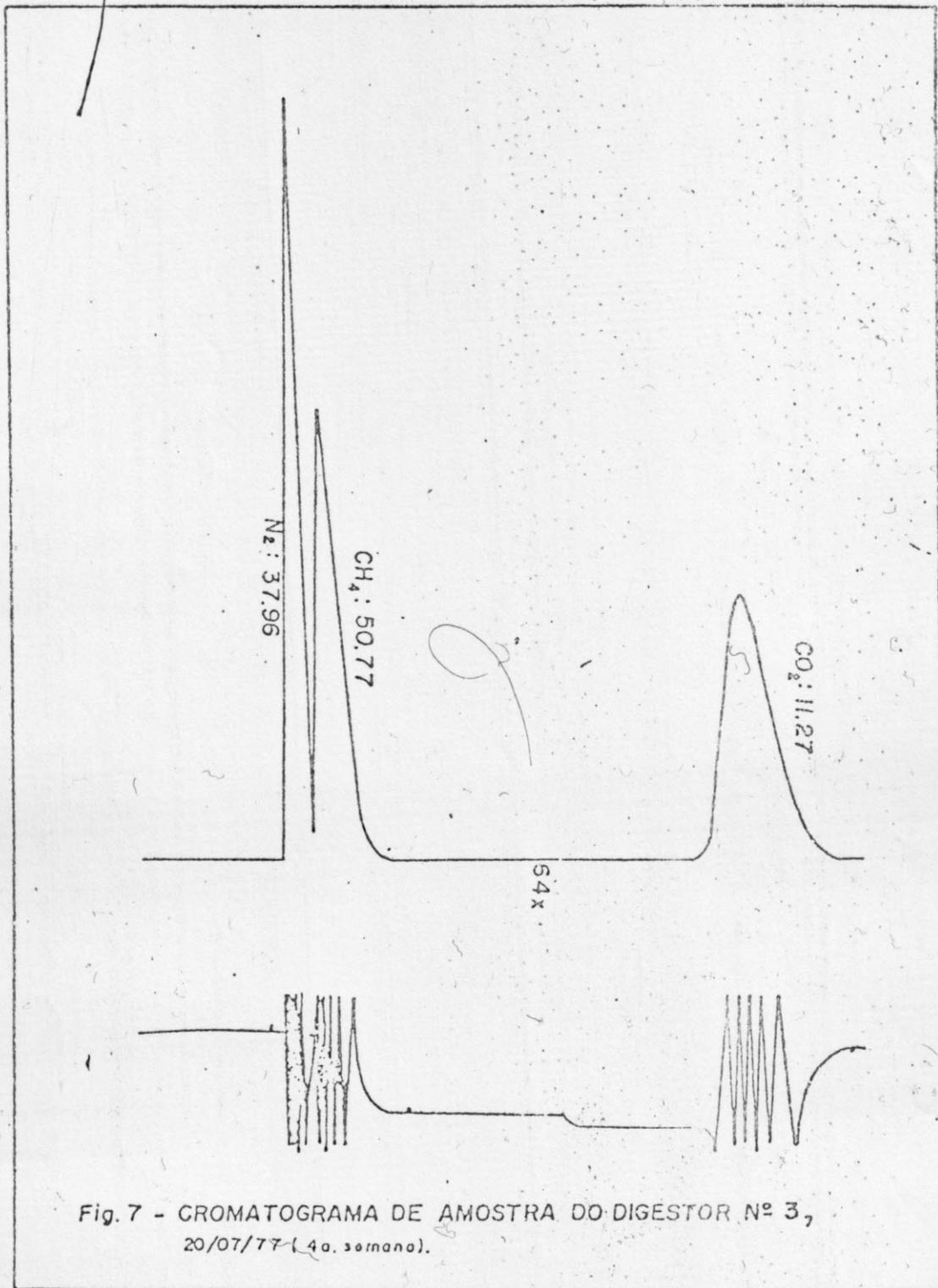


Fig. 7 - CROMATOGRAMA DE AMOSTRA DO-DIGESTOR Nº 3,
20/07/77 (4a. semana).

14

RAS

in pro-
ia por
a deve
nte co-
Assim
stano a
antipo-
tilizan-

ões da
ou em-
da uma
o uso
exem-
pode-
tilizan-

que e a
(1, 2,
e não
ANTE

cem a
vou na
nome
sua úl-
o com
olvida
uama.
mentos
B.Gil-
Baro-

FIGURAS

ÍNDICE

	Página
RESUMO / ABSTRACT	1
1 - INTRODUÇÃO.....	2
2 - DESCRIÇÃO DOS EXPERIMENTOS.....	3
2.1 - Tanques de crescimento e controle	4
2.2 - Digestores para a geração de metano	4
2.2.1 - Outros digestores	4
2.2.2 - O digestor submerso	5
2.3 - Outros experimentos.....	5
3 - RESULTADOS OBTIDOS	6
4 - PERSPECTIVAS FUTURAS.....	6
FIGURAS / BIBLIOGRAFIA	

BIBLIOGRAFIA

- 1 — Wolverton, B. and McDonald, R.C. — Don't Waste Waterweeds, New Scientist — Aug, 1976.
- 2 — Wolverton, B., MacDonald, R.C. and Gordon, J. — NASA Technical Memorandum: TM-X-72725, Julho, 1975.
- 3 — Castellanos, A. — Las Pontederiaceae de Brasil — New Scientist, Agosto, 1976.
- 4 — Anônimo: Water Lilies Choke Jamaican Economy — World Dredging and Marine Construction, September, 1976.
- 5 — Netto, W. Schimidell — Produção de Metano por Digestão Anaeróbica do Lixo — Revista Química e Derivados, Agosto de 1976.
- 6 — Murray, C. — Weed Holds Promise for Pollution Cleanup — C. and EN Washington — Março, 1976.
- 7 — Eshbach, Handbook of Engineering Fundamentals, 2nd Ed. J. Wiley and Sons, Inc. N.Y., 1958.
- 8 — da Rosa, A.V. — Projeto Aguapé, Boletim CODETEC N.º 7702, 1977.
- 9 — Van Wylen, G.J., — Thermodynamics, John Wiley and Sons, Inc. N.Y., 1963.

DIGESTORES POPULARES DE METANO*

Setembro, 1978

Bela John Edward Zetti
Demétrio Bastos Netto
Ana Maria Ramos
Alexandre Costa Muniz

(Instituto de Pesquisas da Marinha)

RESUMO

O presente trabalho trata do desenvolvimento de Digestores Populares¹ para a obtenção de metano a partir da digestão anaeróbica de biomassa.

Tal equipamento (Patente requerida) em muito diminui a importância de dois fatores limitantes na fabricação doméstica de tais sistemas: o preço e o risco de armazenamento do CH₄.

ABSTRACT

This work deals with the development of Popular Digesters² in order to obtain methane from anaerobic digestion of biomass.

Such equipment (Patent pending) reduces the importance of two limiting factors in the domestic production of those systems: the cost and the hazard in CH₄ storage.

* Trabalho apresentado parcialmente no Seminário de Energia de Biomassa realizado no Instituto Brasileiro do Gás - Outubro de 1978 - São Paulo - Brasil.
Trabalho apresentado no 1º Congresso Brasileiro de Energia - Dezembro de 1978 - Rio de Janeiro - Brasil.

- (1) Em março de 1979 estes "Digestores Populares de Metano" foram classificados em segundo lugar no "PRÊMIO EUREKA PARA NOVAS INVENÇÕES", patrocinado pelo CNPq e Banco do Brasil.
- (2) In March 1979 these "Methane Popular Digesters" have been awarded the second prize in the EUREKA Contest For New Inventions, sponsored by the Brazilian National Research Council and by the Bank of Brazil.

1 – INTRODUÇÃO

Dentro do Programa de Energia do Instituto de Pesquisas da Marinha existe, na área de Bioconversão o projeto, conhecido como "Projeto Baronesa" (II PBDCT, p. 49, financiado pela FINEP), que investiga e usa o potencial da planta daquele nome (Baronesa, Aguapé — *Eichhornia crassipes*) para a produção de energia e, como subproduto, para sensoramento e combate à poluição, a produção de fertilizantes e como alimento para gado e peixes.

É bem sabido ser a Baronesa elemento altamente promissor como produtor de energia. Através digestão anaeróbica dela obtém-se metano com eficiência de conversão de mais de 60% [1], [2], [3]. Como sua produtividade é excepcional, a Baronesa tem, em condições apenas razoáveis de crescimento, um rendimento energético global cerca de oito vezes o da cana de açúcar (1.6% vs 0.2%, [2]).

Por outro lado o local escolhido para a execução do Projeto, uma lagoa de seis hectares na Base Aérea Naval de São Pedro d'Aldeia, situa-se em região que, embora turfística, é demasiado pobre para manter estações de tratamento.

Assim, foram revistos os Digestores ora em uso, procurando adequá-los para as condições reais do problema — uso em região de baixa renda — visando um sistema viável, exequível e finalmente aceitável dentro daquele contexto.

Desenvolveu-se, então, o que os autores acreditam ser um digestor de construção simples, imediata e barata, compatível com as condições locais.

2 – DIGESTORES ANAERÓBICOS

Como se sabe um sistema de digestão anaeróbica de material orgânico biodegradável, pode produzir biogás cujo teor de metano atinge 80% em volume.

Dependendo da matéria-prima utilizada, taxas de produção variam amplamente e, no caso especial da biodegradação da Baronesa, um Kg da planta desidratada pode fornecer até 270 litros de Biogás (60 a 80% CH_4), o que corresponde a cerca de 850 Kcal (capaz de trazer à ebulição mais de dez litros d'água inicialmente a 20°C).

Sabe-se também que o processo da digestão anaeróbica de fibras orgânicas, é normalmente constituído em três fases: na primeira microorganismos atuam sobre os substratos orgânicos convertendo por hidrólise enzimática os polímeros em monômeros solúveis, que na segunda fase servem de substratos para outros microorganismos que os convertem em ácidos orgânicos (principalmente ácido acético). Esses ácidos constituem o substrato para a última fase: a decomposição anaeróbica dos mesmos por bactérias metanogênicas.

Tal digestão, dependendo da classe das bactérias ocorre em faixas de temperatura ótimas, entre 30-40°C e 50-60°C e pH entre 6.0 e 7.0.

2.1 — Aspectos básicos de um digestor

Em geral um digestor consiste em dois compartimentos: uma câmara de digestão e uma de armazenamento.

A construção desses dois elementos impõe os limites de viabilidade econômica do sistema e a operação dos mesmos, os limites da adequação e aceitação daquele digestor.

O problema da construção de um digestor está naturalmente amarrado à condição climatológica local. Assim, é possível classificar duas situações para o problema: (a) Regiões Tropicais e Subtropicais e (b) Regiões Temperadas e Frias. É na primeira que se situa não apenas a maior quantidade de biomassa disponível mas também a maior parte da população mundial necessitada. Nela está totalmente incluída o Brasil.

Assim parece extremamente importante que, no estabelecimento dos critérios para o projeto e construção de um tal sistema, seja considerado além da quantidade de biogás desejada, da disponibilidade de matéria-prima, dos tempos de retenção para digestão ótima, dos tamanhos de digestores e armazenadores e da finalidade da geração do gás, principalmente a simplicidade, o preço e a rapidez de fabricação do mesmo, dentro de aceitável eficiência de operação.

2.2 — Observações sobre digestores clássicos

Usinas convencionais para a obtenção de biogás, mesmo as mais simples, envolvem a necessidade de preparação de terreno, o uso de materiais rígidos como concreto e aço, e constituem-se sempre em instalações permanentes. A ampliação das mesmas envolve a destruição das existentes ou duplicação.

Além disso, tais Usinas possuem as seguintes desvantagens — consideradas até o presente como inerentes ao processo de digestão anaeróbica — [4]:

- (a) Possibilidade de explosão.
- (b) Alto custo de aquisição.
- (c) Resíduo líquido pode apresentar um problema potencial de poluição.
- (d) Manutenção e controle adequados são essenciais.
- (e) Condições apropriadas de operação têm de ser mantidas no digestor para obtenção da produção máxima de gás.
- (f) O uso mais eficiente de metano como combustível requer a remoção de impurezas tais como CO_2 e H_2S , especialmente se o gás for usado em motores.

Em particular, uma usina convencional de Biogás, como mostrado na Figura 1 [4], além de se constituir sempre em instalação fixa, requer para sua construção certo conhecimento técnico do problema e o uso extenso de materiais (tijolos, concreto, tubos galvanizados), itens muito raramente disponíveis em locais desolados e pobres.

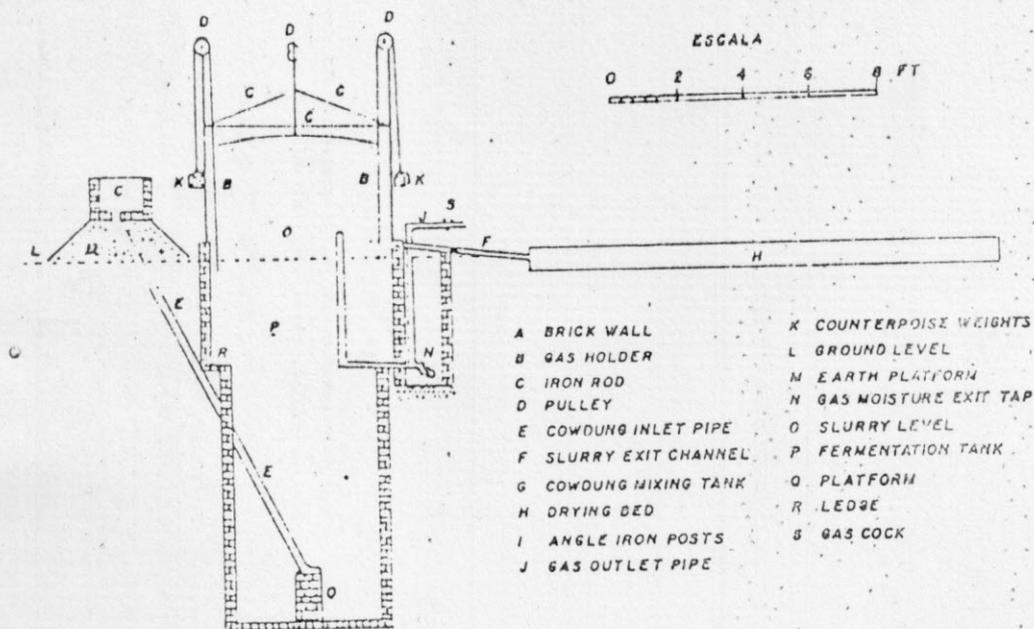


FIG. 1 - USINA CLÁSSICA DE BIOGÁS (Ref. [4])

2.3 - Considerações sobre um digestor popular

2.3.1 - Digestor submerso

Tendo em vista inicialmente o objetivo primordial do Projeto Baronesa que trata da obtenção do CH_4 a partir daquela planta criada em lagoa pouco profunda, foi então desenvolvido um digestor, onde se tentou eliminar as desvantagens discutidas anteriormente e minimizar os riscos considerados próprios do uso da digestão anaeróbica.

Imaginou-se então um sistema (Figuras 2, 3 e 4) que, consistindo em material flexível (plástico), formasse uma cobertura em cujo interior pudesse ser a planta colocada e onde houvesse condições para a digestão anaeróbica da mesma. Um simples dispositivo deveria garantir a retirada do biogás. Dependendo das condições locais (p. ex.: profundidade) tal digestor pode ser parcialmente ou totalmente submerso. A lâmina d'água sobre o mesmo garante a pressão positiva permanente, essencial à segurança do sistema, além de prover excelente controle de temperatura e minimizar ainda mais os riscos de explosão.

2.3.2 - Digestor popular terrestre

O sistema ora descrito pode, com pequenas modificações, ser utilizado em terra, digerindo Biomassa em geral, com a mesma simplicidade



FIG. 2 - DIGESTOR PARCIALMENTE SUBMERSO

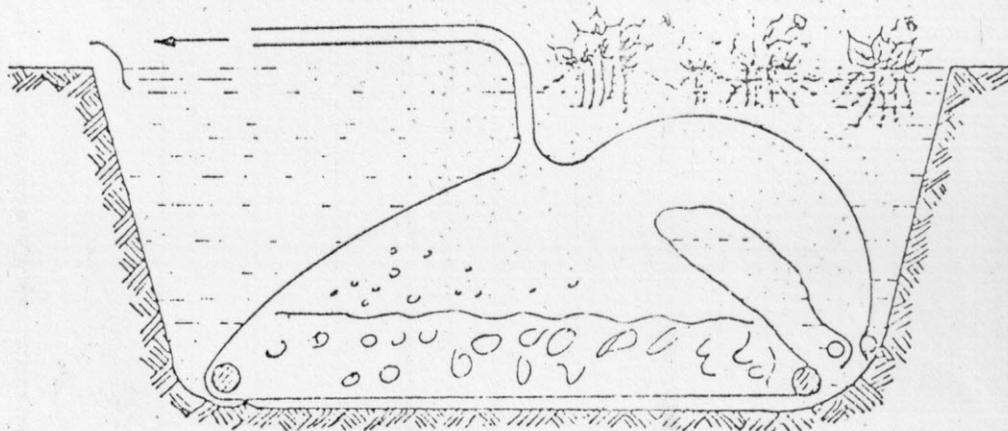


FIG. 3 - DIGESTOR SUBMERSO

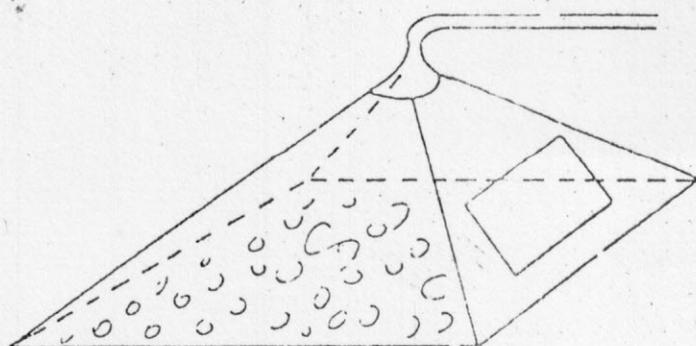


FIG. 4 - DIGESTOR DE FORMATO EM PIRAMIDE

e segurança (Figuras 5, 6 e 7). Assim não há dificuldade em se acoplar uma latrina em tal digestor nem em se aproveitar outros dejetos orgânicos. Enfim o aproveitamento controlado dos detritos domésticos deverá reduzir a ação de parasitas patogênicos.

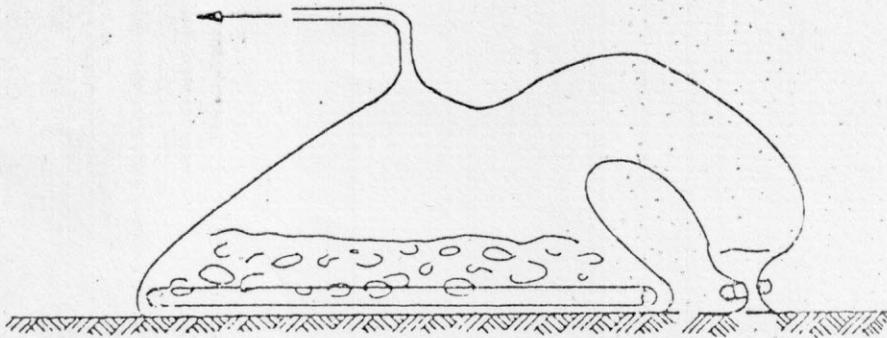


FIG. 5 - DIGESTOR TERRESTRE

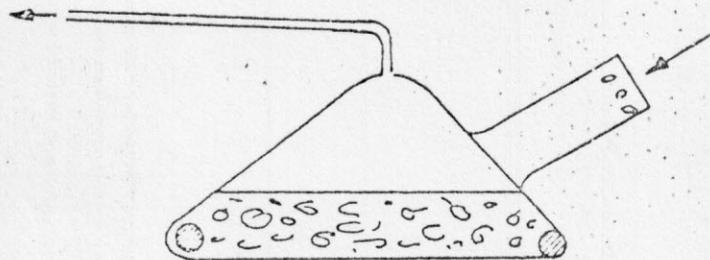


FIG. 6 - DIGESTOR TERRESTRE COM ACESSO DE CARREGAMENTO ABERTO

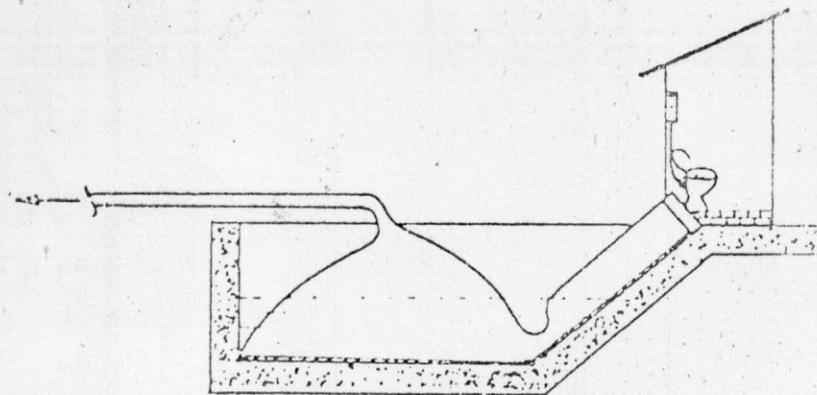


FIG. 7 - DIGESTOR PARCIALMENTE SUBMERSO ASSOCIADO A LATRINA

Sob o ponto de vista de Saúde Pública, é sabido [4] que a digestão anaeróbica para produção de biogás é superior a qualquer outro método de tratamento em uso nas áreas rurais.

3 - RESULTADOS OBTIDOS

Foram construídos e testados três tipos de digestores — dois totalmente submersos, um parcialmente submerso e um em terra, tendo sido utilizado como biomassa apenas a Planta Baronesa. A performance dos mesmos está indicada na Figura 8, notando-se que a partir da segunda semana de

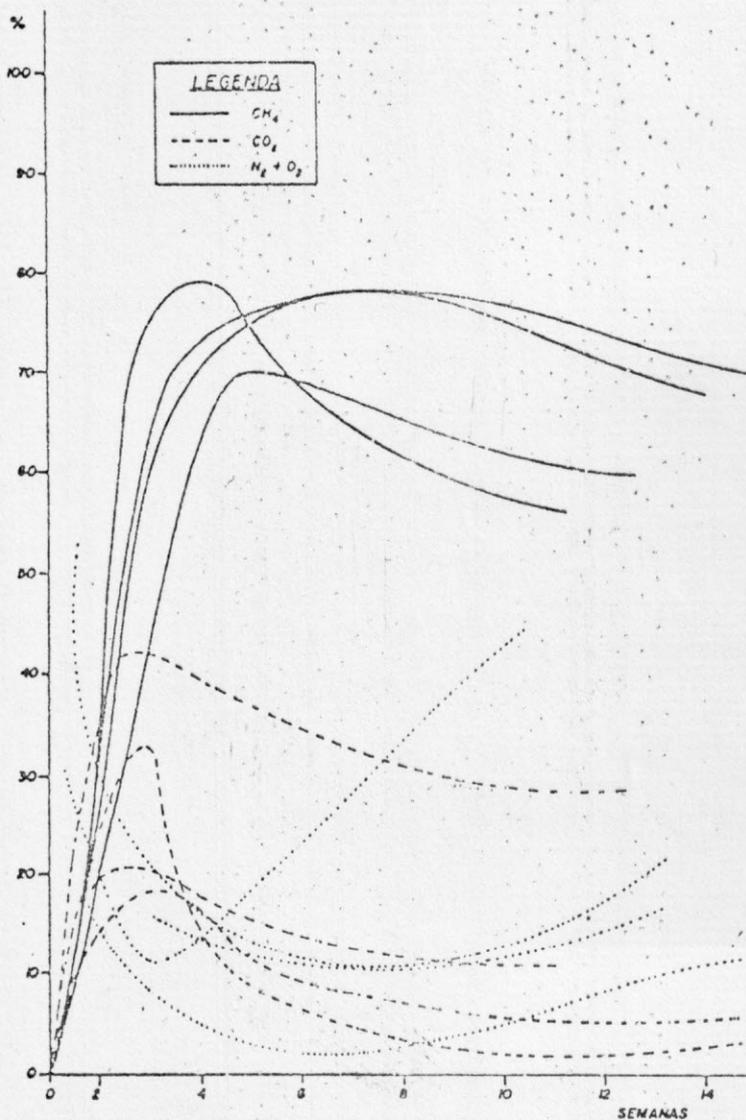


FIG. 8 - PERFORMANCE DOS DIGESTORES

operação os mesmos já apresentaram no Biogás mais de 50% (em volume) de CH_4 . Uma análise da disponibilidade do material no mercado versus a facilidade de montagem e transporte versus a manobrabilidade do digestor determinou a capacidade do mesmo em $3,8 \text{ m}^3$ para processar 150 kg de Biomassa molhada (em particular testes dos digestores com "tijolos" da planta seca e compactada, forneceram resultados igualmente promissores). É simples imaginar que tal digestor pode muito simplesmente ser associado a outros como sugerido na Figura 9. De fato, pretendê-se montar, na execução do Projeto Baronesa, um conjunto de oitenta a cem daqueles digestores, cujos resíduos num experimento ecológico mais amplo, deverão ser usados como fertilizantes das áreas adjacentes.

Finalmente com vistas à otimização do sistema encontra-se em desenvolvimento as modelagens da geração do CH_4 (para simulação em computador analógico) e do comportamento dinâmico dos digestores e suas redes.

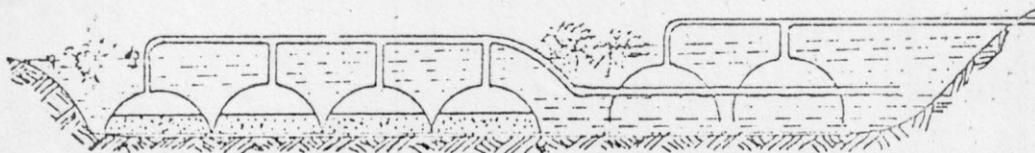


FIG. 9 - CONJUNTO DE DIGESTORES SUBMERSOS COM ARMAZENADORES DE GÁS SEPARADOS

BIBLIOGRAFIA

- 1) WOLVERTON, B., McDONALD, R. C. and GORDON, J. —
"NASA Technical Memorandum: TM-X-72725", julho 1975, pp 1-13.
- 2) DA ROSA, A. V. —
"Projeto Aguapé", Boletim CODETEC No. 7702, 1977, pp 1-14.
- 3) MOREIRA DA SILVA, P. de C. et al —
"Projeto Baronesa", Publicação do Instituto de Pesquisas da Marinha No. 119, 1978, pp 1-6. Apresentado no 2.º Congresso Latino-Americano de Energia Solar — João Pessoa, Paraíba.
- 4) ROHLICH, G. A. et al —
"Methane Generation from Human, Animal, and Agricultural Wastes" — National Academy of Sciences, Washington, D. C., 1977, pp 1-131.