

Atualidades do Conselho Nacional do Petróleo - "Esses trabalhos poderão ser republicados desde que citada a fonte".
Informação obtida da folha de rosto da revista impressa.

REFERÊNCIA

PAULA, José Elias de. Biogás a partir de plantas aquáticas. Atualidades do Conselho Nacional do Petróleo, n. 89, p. 12-15, jul./ago.1984.

BIOGAS A PARTIR DE PLANTAS AQUÁTICAS

José Elias de Paula*

Universidade de Brasília — IB — VEG

Testes para obtenção de biogás foram feitos com plantas secas de duas espécies de Monocotiledônea: *Eleocharis elegans* Roem. & Schult e *Pontederia cordata* L. var. *ovalis* (Mart.) Solms. Para cada espécie, foram realizados dois testes: um no período de temperatura mais baixa (entre maio e agosto) e o outro no período de temperatura mais alta (entre dezembro e março). Também foi analisada a estrutura interna do caule e da folha das duas espécies.

Continuamos neste trabalho a série de estudo sobre biogás a partir de plantas herbáceas aquáticas e terrestres (Paula & Conceição 1983).

O Brasil, um País com dimensão continental, de clima predominantemente tropical e subtropical, é detentor de numerosos mananciais de águas continentais superficiais. Representados pelo Pantanal, centenas de rios e milhares de córregos, lagos e lagoas e com efeito, somente o rio Amazonas despeja no Oceano Atlântico 15 a 20% de toda a água doce lançada nos oceanos por todos rios do mundo (Schubart et al. 1984). Nesses ambientes são produzidas, naturalmente, milhões de toneladas de fitomassa. Para que se tenha uma idéia, *Pontederia rotundifolia* L., *Eichhornia azurea* Kunth e *Paspalum repens* Bergius, espécies abundantes na Amazônia e no Pantanal Matogrossense, produzem 37, 33 e 25 toneladas de fitoma seca por hectare, respectivamente, no seu habitat, sem nenhum manejo (Paula & Conceição 1983 e Paula 1984).

Somos um País importador de petróleo. Importamos cerca de 55% de nossas necessidades, contudo a importação de petróleo a nosso ver, não constitui muita preocupação. As pesquisas que se realizam em sub-solos brasileiros em busca de novas reservas de petróleo, indicam que dentro de 10-15 anos seremos auto-suficientes desse produto. Porém, é bom lembrar que essa auto-suficiência não representa solução permanente, tendo em vista que, dentro de poucos anos, não somente as nossas reservas conhecidas (2,5 bilhões de barris), como também, as dos países exportadores, estarão esgotadas. O fim do petróleo representa, caso o mundo não se habilite em tempo hábil para aproveitar a energia solar por via direta ou por via fotossintética, através das plantas, o começo do sopro do vento de uma era, quem sabe, apocalíptica.

Nossas pesquisas têm por escopo estabelecer parâmetros biotecnológico para produção de biogás e biofertilizantes, notadamente nas zonas rurais, a partir de plantas herbáceas, inclusive capim e palha de arroz, de trigo e milho.

* Bolsista do CNPq.

MATÉRIA E MÉTODO

Utilizamos plantas secas de *Pontederia cordata* L. var. *ovalis* (Mart.) Solms e de *Eleocharis elegans* Roem. & Schult (= *E. geniculata* R. Br.), sendo que a primeira foi coletada na Lagoa das Pedras, a 180 km de Brasília e a segunda na Lagoa Feia, a 110 km de Brasília, ambas no Estado de Goiás. Os espécimes que servem de comprovantes da verdadeira identidade científica das duas espécies, foram incorporados ao acervo do Herbário da Universidade de Brasília (UnB) sob os números 1436 e 1467, respectivamente. As plantas foram coletadas verdes e postas para secar em temperatura ambiente.

O Biodigestor construído pelo próprio autor, foi inspirado num modelo Chinês e tem capacidade para 250 litros, cujos detalhes de construção consta do nosso trabalho (Paula & Conceição 1983). (fig.1)

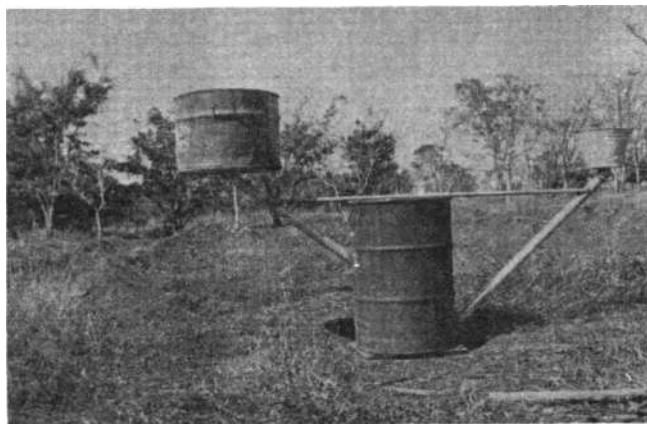


Fig. 1 - Biodigestor metálico.

Os testes para obtenção de biogás foram realizados na Estação Biológica da Universidade de Brasília.

Para cada espécie foram feitos dois testes, sendo um no período mais quente (dezembro a março) e outro no período mais frio (entre maio e agosto).

Alimentação do Digestor. Para cada teste foram colocados no digestor 14 kg de plantas secas. Esse material foi reidratado e pré-fermentado num tanque de alvenaria durante 48 horas. Após esse processo, os 14 kg resultará um volume de 93 litros de material hidratado, no caso de **Eleo-**

charis elegans e 91 litros para **Pontederia cordata** L. var. **ovalis**.

No primeiro teste, as plantas foram colocadas no biodigestor praticamente inteiras. O abastecimento processou-se da seguinte maneira: 93 litros de plantas pré-fermentadas; 93 litros de água; e 7 litros de estéreo hidratado de gado bovino como meio de cultura de bactérias metanogênicas, perfazendo um total de 193 litros e o espaço restante (57 litros) funciona como câmara de gás. O PH inicial da mistura foi da ordem de 5,5. Nos testes subsequentes dispensamos o estéreo bovino, usamos efluentes dos testes anteriores, evidentemente ricos em colônias de bactérias metanogênicas e o PH das misturas foi na faixa 7. Em todos os testes, a válvula destinada a saída de gás permaneceu aberta durante os primeiros quatro dias para eliminação de oxigênio e depois fechada. Durante os experimentos, acompanhamos o andamento diário da temperatura ambiente.

RESULTADOS

Eleocharis elegans (fig. 2 e 3). Cyperaceae aquática, erecta, com parte emersa, 8-150 cm de altura; parte subterrânea rizomatosa e a parte não subterrânea (pseudocaulé) erecta e cilíndrica, parcialmente oca, com nervuras parale-

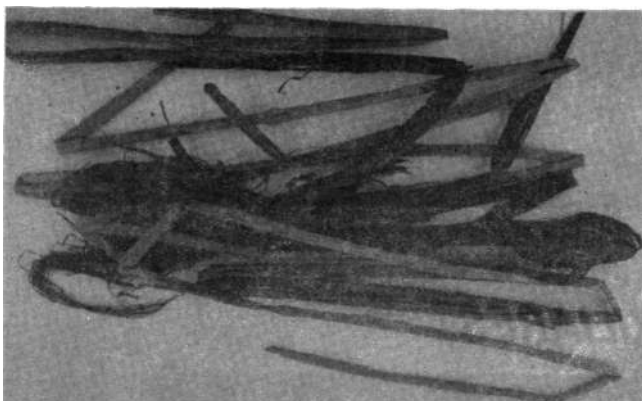


Fig. 2 - Espécimes de **Eleocharis elegans**.

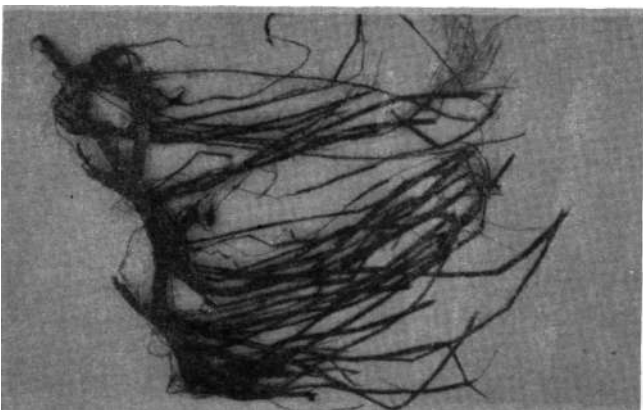


Fig. 3 - Caule subterrâneo de **Eleocharis elegans** com numerosos brotos.

las; a inflorescência desenvolve-se na extremidade de cada pseudocaulé, cuja unidade floral básica é a espiguiha, com flores alvas. A distribuição dos feixes vasculares do pseudocaulé é semelhante a de folha de Monocotiledônea. Numa face, existem a epiderme e 2-3 camadas de células não paliçádicas com cloroplastos; na outra face: a epiderme, uma camada de células grandes subepidérmicas, com formas variadas; e no intervalo entre um feixe e outro, ocorre uma lacuna grande. Os feixes vasculares são sempre envolvidos por uma bainha de esclerênquima (fig.4). Os testes histomicroquímicos realizados com floroglucina, indicam que o pseudocaulé dessa espécie possui baixo teor de lignina, o que consubstancia sua natureza herbácea muito mole. Essa espécie multiplica-se facilmente pelo processo vegetativo, pois pedaços de rizomas brotam em 8 dias e se desenvolvem com muito vigor e rapidez. Eleocharis elegans ocorre formando grandes populações.

O material coletado em 9 m² indica que essa espécie produz 18 toneladas de fitomassa seca por hectare no seu habitat sem nenhum manejo.

Pontederia cordata var. **ovalis** (fig. 5). Pontederiaceae aquática, fixa, com ramos curtos ou longos flutuantes; raízes fasciculadas adventícias abundantes; folhas de consistên-

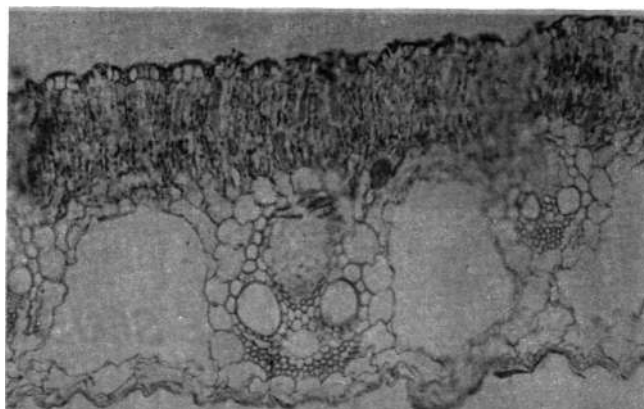


Fig. 4 - Corte transversal do pseudocaulé de **Eleocharis elegans** mostrando lacunas, feixes vasculares e células com cloroplastos (130x).

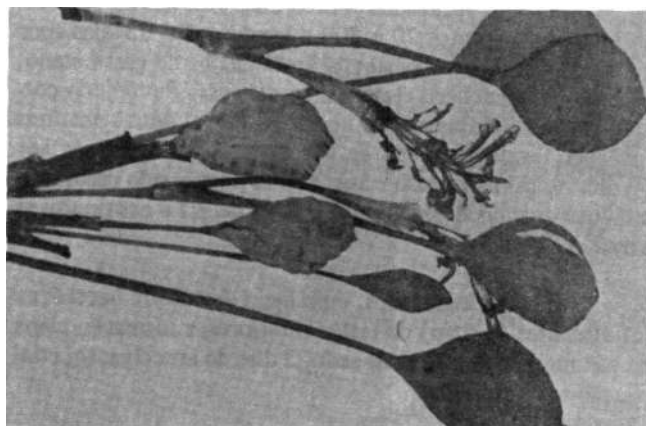


Fig. 5 - Espécimes de **Pontederia cordata** var. **ovalis**.

cia "cartilaginosa" e quando seca, ficam bastante duras; bainha bem desenvolvida; lâmina foliar elíptica, ou elíptico-ovalada, ou elíptico-obovada, com 8-15 cm de comprimento; pericólio longo; Internamente a lâmina foliar apresenta parênquima paliçádico nas duas faces; feixes vasculares numerosos, finos, envolvidos por bainha de esclerênquima. A presença de numerosos feixes vasculares na folha e no caule, confere-lhe maior rigidez e mais alto teor de lignina, quando comparada com **Eleocharis elegans**. **Pontederia cordata** var. **ovaiis** produz 23 toneladas de fitomassa seca por hectare no seu habitat sem nenhum manejo, pelo menos na Lagoa das Pedras.

BIOGÁS

Nos dois primeiros testes, um com **Eleocharis elegans** realizado no período de temperatura mais elevada (20 a 30°) e outro com **Pontederia cordata** var. **ovaiis**, conduzido no período de temperatura que variou entre 14 e 20°, cujo PH inicial da mistura nos dois casos, foi de 5,5, a formação de gás metano começou 120 dias após ao carregamento do biodigestor, exatamente quando o PH chegou a 7,5. A partir daí, a produção de gás metano foi aumentando na medida em que o PH se elevava, estabilizando-se na faixa de 8,5.



Fig. 6 - Corte transversal da folha de **Pontederia cordata** var. **ovaiis** mostrando parênquima paliçádico nas duas faces, lacunas e vários feixes vasculares (130x).

Nos testes realizados com as duas espécies no período de temperatura entre 20 e 30° durante o dia, 13 dias após o carregamento do digestor já havia traços de gás metano, no caso de **Eleocharis elegans** e 16 dias para **Pontederia cordata** var. **ovaiis**. Ressalte-se que o Ph inicial dessas misturas foi 7. A formação plena de gás metano foi registrada aos 16 dias no primeiro caso e aos 20 dias no segundo caso, exatamente quando o PH atingiu a faixa de 7,7 e continuou se elevando até 8,5.

Nos testes realizados, cujo meio de cultura bacteriana foi efluentes (1 litro) de testes anteriores, a formação plena de gás metano deu-se mais cedo, 3 dias de antecipação, com relação aos anteriores.

No período de junho a agosto, quando a temperatura

baixava até 13 graus, durante algumas horas do dia, a produção de gás diminuía bastante. A oscilação brusca da temperatura ambiente, duas ou mais vezes ao dia, também influiu negativamente.

Nos experimentos feitos com plantas praticamente inteiras, não houve período de muita formação de gás metano; o período de retenção e formação de biogás foi muito longo, até seis meses após ao carregamento do digestor havia formação de gás metano. Por outro lado, os testes realizados com plantas parcialmente esmagadas e cortadas em pedaços que variaram entre 5 e 8 cm, houve na verdade um período de formação intensa de gás metano e o tempo de retenção do material dentro do digestor foi da ordem de 55 dias.

O biogás obtido em todos os testes foi de boa qualidade, do ponto de vista calorífico, pois suas características, tais como, inodor e chama azul bem clara (fig. 7), indicam alto teor de metano. Esses parâmetros já constam da literatura que tratam do assunto. Os resíduos foram da ordem de 65 a 70%, isso significa que 30 a 35% do material colocado no biodigestor foi digerido. Esses resíduos (efluentes) são excelentes biofertilizantes para a agricultura. (fig. 7 e fc)

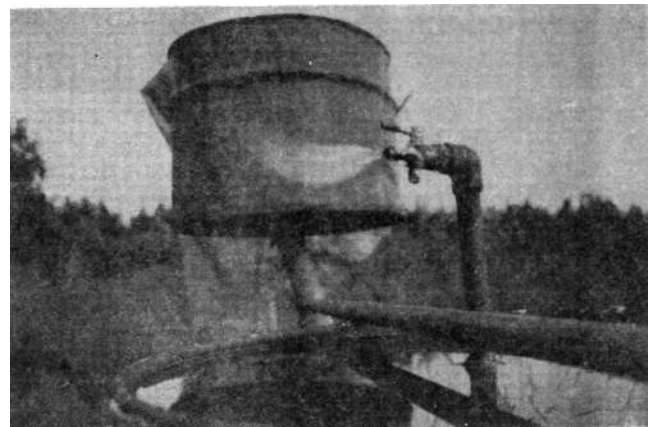


Fig. 7 - Biogás com alto teor de metano, em queima (chama azul bem claro) produzido com **Eleocharis elegans**.

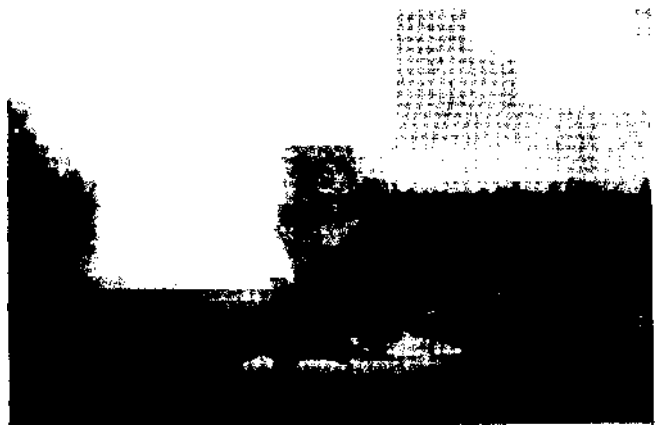


Fig. 8 - Biogás com baixo teor de metano, em queima (chama amarela), experimento com **Pontederia cordata** var. **ovaiis**, fase inicial de formação.

Cada 14 kg de plantas secas de **Pontederia cordata** var. **ovalis** colocado no digestor, produziu biogás suficiente para alimentar uma chama com 8 a 12 cm de altura durante 21 horas, no bico de uma válvula de 5 mm de diâmetro interno e 20 horas para **Eleocharis elegans**.

COMENTÁRIOS

O consumo médio de uma válvula ou de uma boca de um fogão é de cerca de 137 litros/horas de biogás (Manual de Biodigestores da Marinha Brasileira). Ressalte-se que 1 m^3 é igual a 1.000 litros (= 6:25 horas de queima).

Se 14 kg de plantas secas de **Pontederia cordata** var. **ovalis** produzem biogás suficiente para alimentar uma válvula ou uma boca de fogão durante 21 horas de queima, uma tonelada seguramente produzirá o suficiente para 1.489 horas. Em termos equivalentes, uma tonelada de plantas secas dessa espécie produz certamente 232 m^3 de biogás.

Na publicação chinesa "Biogás in China" consta que d'uma tonelada de capim seco produzem-se 630 m^3 de biogás; casca de arroz 615 m^3 ; folhas de árvores 210-294; ramos de beterraba e parreira 260-280; folhas e caules de girassol 300; estéreo de gado bovino 260-280; estéreo de gado suíno 561; de gado eqüino 200-300; resíduos líquidos de destilaria de vinho e álcool, 300-600 m^3 .

Lembramos que um m^3 de biogás corresponde a 0,45 kg de gás GLP (gás liquefeito de petróleo), logo 232 m^3 de biogás correspondem a 104,400 kg, ou seja, cerca de 8 botijões de gás de GLP de 13 kg. Uma família de cinco pessoas, fazendo três refeições por dia, gasta 1 m^3 de biogás. Um hectare de **Pontederia cordata** var.

ovalis produz 23 toneladas de plantas secas, com as quais é possível se obter 5.136 m^3 de biogás, o suficiente para atender a demanda de duas famílias (10 pessoas) durante 2.568 dias. Caso haja dois cortes/ano, essa estimativa será duplicada.

Comparando os resultados do trabalho anterior (Paula & Conceição 1983), com os que aqui apresentamos, nota-se claramente que conseguimos grande progresso na produção de biogás, com efeito, um estímulo a continuar as pesquisas até alcançarmos resultados mais altos na produção de biogás.

Pontederia cordata var. **ovalis** é de estrutura mais consistente, inclusive com maior número de feixes vasculares que **Eleocharis elegans** que é de estrutura bem mais mole. Isso reflete na digestão: com **Eleocharis elegans**, a digestão foi mais rápida, enquanto que **Pontederia cordata** var. **ovalis** apresentou um atraso de três dias, em compensação esta produziu mais biogás do que aquela.

BIBLIOGRAFIA

PAULA, J. E. de & Conceição, C. A. (1983): Biogás - A partir de plantas aquáticas do Pantanal Matogrossense. **CNP - Atualidades**, Brasília 83:13-17, 6 fig.

PAULA, J. E. de (1984): Alguns aspectos do grande volume de fitomassa disponível no Brasil, para produção de energia. **Acta Amazônica**, Manaus (no prelo), 37 fig.

Schulbart, H. O. R. & Franken, W. (1984): Uma floresta sobre solos pobres. **Ciência Hoje**, São Paulo, 2(10): 26-32, 4 fig.



No próximo número de **ATUALIDADES** serão apresentados os Escritórios de Representação do CNP em Cuiabá e Fortaleza.