

Avaliação preliminar da microbiota nativa do Pome (*palm oil mill effluent*) para a produção de biogás

Priscilla Araújo Victor¹, Sílvia Belém Gonçalves², Fabrício Machado Silva³,
Rossano Gambetta⁴

Resumo

Os efluentes da obtenção do óleo de palma (Pome), quando descartados de forma inadequada, tornam-se um problema ambiental e econômico uma vez que será necessário dispor de recursos financeiros para remediar os danos gerados por esse descarte. Por ser rico em matéria orgânica, esse resíduo pode ser reutilizado para a produção de compostos químicos, agregando valor a cadeia produtiva do óleo de palma. Nesse contexto, esse trabalho visa avaliar o potencial de aplicação do Pome na produção de biogás.

Introdução

O dendezeiro (palma de óleo) é uma planta originária da África, onde se concentra quase 90% de sua produção mundial. Foi trazida para o Brasil pelos escravos e se adaptou muito bem ao clima tropical e úmido das regiões Norte e Nordeste. O Pará é o estado com a maior produção de óleo oriundo dessa palmácea, representando mais de 90% da produção nacional (ALVES, 2011).

O Pome, sigla para *palm oil mil efluente* (efluente da extração do óleo de palma) é um resíduo líquido abundante da extração de óleo. Seu volume é cerca de cinco vezes maior que a quantidade de óleo extraído, pois, na extração de óleos, cada tonelada de dendezeiros gera cerca de uma tonelada de efluentes (NÚÑEZ CAMARGO, 2012).

O Pome tem aproximadamente 95% de água, 0,6% de óleo e 4,5% de sólidos totais, que são principalmente fragmentos da palma. Geralmente, possui pH entre 3,4 e 5,2. Quando descartado diretamente nos rios pode causar um processo de eutrofização, que é o excesso de nutrientes na água, provocando um aumento

¹ Química, doutoranda em Tecnologias Químicas e Biológicas, Universidade de Brasília, priscilla.analitica@hotmail.com

² Engenheira química, doutora em Engenharia Química, pesquisadora da Embrapa Agroenergia, silvia.belem@embrapa.br

³ Engenheiro químico, doutor em Engenharia Química, professor do Instituto de Química da Universidade de Brasília, fmachado@unb.br

⁴ Engenheiro químico, doutor em Engenharia Química, pesquisador da Embrapa Agroenergia, rossano.gambetta@embrapa.br

excessivo de algas e consequentemente um grande prejuízo ambiental (NABARLATZ et al., 2013).

Em suma, o maior problema nas agroindústrias de dendezeiros no Brasil é em relação à água, e as indústrias argumentam que os sistemas de tratamento dos efluentes são de alto custo, o que as levam a armazenar os efluentes em grandes tanques para posterior utilização nos plantios. Além disso, há uma série de parâmetros exigidos pela legislação Conama 357/2005 para o descarte de efluentes industriais em corpos hídricos como, por exemplo: temperatura, DQO (Demanda Química de Oxigênio), DBO (Demanda Bioquímica de Oxigênio), alcalinidade total, pH e ácidos voláteis (NABARLATZ et al., 2013).

Tipicamente, o biogás possui a seguinte composição: 60% de metano, 35% de dióxido de carbono e 5% de uma mistura de oxigênio, aminas, nitrogênio, hidrogênio e monóxido de carbono. Contudo, dependendo do processo e o material escolhido para a produção de biogás, a quantidade de metano pode variar de 40% a 80% (PRADO et al., 2010).

O grande desafio hoje é que com o aumento na produção e beneficiamento da palma de óleo ocorrerá inevitavelmente um aumento na geração do Pome. Diante disso, os pesquisadores têm o papel de encontrar rotas alternativas para o uso dos resíduos desse processo de forma a produzir materiais com maior valor agregado, como, por exemplo, o biogás.

Materiais e métodos

Análise de pH – foi utilizado pHmetro Methohm, modelo 827 pHLAB, em que 50 mL da amostra foi transferida para um béquer e depois introduzido o sensor para a medição.

Teor de umidade e sólidos totais – aproximadamente 20 g de Pome foram pesados e colocados em 3 placas de petri (previamente secas e pesadas). As placas foram colocadas na estufa a 105 °C. Após o tempo de evaporação (24 h), as placas foram colocadas em dessecadores para esfriar e depois pesadas novamente até peso constante.

Determinação de alcalinidade total – aproximadamente 200 mL de Pome foram centrifugados em centrífuga de bancada. Depois, foram colocados 50 mL do sobrenadante em 3 béqueres e colocados para agitação na placa de aquecimento com agitação magnética. O eletrodo de pH foi colocado no béquer e o pH inicial medido. O pH foi ajustado para 4,3 usando H_2SO_4 (H_2SO_4 0,02 N:

13,4 mL de H_2SO_4 97,8% para cada 500 mL de água destilada) e o volume anotado. Depois o pH foi reduzido para 3,0. A solução resultante foi reservada para a determinação de ácidos voláteis. Para a determinação em mg/L, é usada a seguinte fórmula: $\text{Alcalinidade total} = (\text{V}_{\text{ácido}} * \text{M}(\text{molaridade do ácido}) * 100.000) / \text{V}_{\text{amostra}}$

Determinação de ácidos voláteis – na solução reservada do experimento anterior foram colocadas pérolas de vidro e levadas para aquecer em placa de aquecimento com agitação magnética por 3 minutos depois da fervura. Após o resfriamento, o pH foi corrigido para 4,0 com a solução de NaOH (**NaOH 0,5 N**: 10 g de NaOH para cada 500 mL de água destilada). Depois, abaixado para pH 7,0 e anotado o volume. Para a determinação em mg/L, é usada a seguinte fórmula: $\text{Ácidos Voláteis} = (\text{V}_{\text{base}} * \text{M}(\text{molaridade da base}) * 600.000 * 1,5) / \text{V}_{\text{amostra}}$

Crescimento microbiano e análise microscópica da microbiota – com o objetivo de comparar o crescimento da microbiota do lodo, foram utilizados outros quatro meios além do Pome: LB (ágar Luria Bertani), BDA (ágar batata dextrose), YPG (ágar Yeast extract com peptona e glucose) e vinhaça. Para crescimento microbiano, foi utilizado 1 mL de lodo (oriundo da lagoa de estabilização de uma empresa de beneficiamento de dendê) e colocado em 40 mL meio. Os frascos utilizados foram armazenados em capela e depois de 10 dias a microbiota presente foi analisada em microscópio de luz.

Resultados e discussão

A literatura reporta que o pH ótimo para o crescimento das bactérias responsáveis pela produção de biogás fica entre 6,5 e 7,5. O pH da amostra obtida foi de 4,7. Contudo, isso pode ser ajustado adicionando tampão ao meio. O teor de umidade foi de 86% e os sólidos totais de 14%.

A alcalinidade total está correlacionada à concentração de substâncias contidas na água que têm a competência de neutralizar ácidos, ou seja, de atuar como tampão. Para que o meio seja tamponado devidamente, a alcalinidade total deve estar entre 2.500 mg/L e 5.000 mg/L. A média do volume foi de 0,73 e a alcalinidade medida foi de 29,2 mg/L, por meio do emprego da Equação 1.

$$\text{Alcalinidade total} = (\text{V}_{\text{ácido}} * \text{M} * 100.000) / \text{V}_{\text{amostra}} \quad (\text{Equação 1})$$

Os ácidos voláteis do Pome na concentração de 50.400 mg/L, conforme Equação 2, torna-se tóxica para as bactérias metanogênicas (responsáveis pela produção de metano), já que estão em sua forma não ionizável e causam a inibição da atividade. Uma solução para tal problema é o ajuste do pH para uma faixa entre 6,7 e 8,0, pois nessa faixa cerca de 90% dos ácido voláteis estão em sua forma ionizada, portanto não tóxica.

$$\text{Ácidos Voláteis} = (V_{\text{base}} * M * 600.000 * 1,5) / V_{\text{amostra}} \quad (\text{Equação 2})$$

Diante dos inibidores apresentados anteriormente, o pH dos meios foram ajustados para aproximadamente 6,7 com o objetivo de minimizar os inibidores e observar as bactérias responsáveis pelo processo de produção de biogás. Os meios LB, BDA e YPG foram escolhidos por serem meios comerciais e mais usuais para manutenção e cultivo de microrganismos cultiváveis. A vinhaça, por sua vez, foi escolhida por também ser um efluente agroindustrial. Os frascos foram abertos todos os dias para a liberação do gás produzido, evitando assim o aumento da pressão dentro dos frascos.

Na Figura 1 são apresentadas análises de microscopia óptica (campo claro) do lodo, em que é possível observar microrganismos com morfologia característica de cocos, estreptococos, leveduras e microalgas. Tal variedade pode ser explicada pelo fato de o lodo ser oriundo de uma lagoa de estabilização.

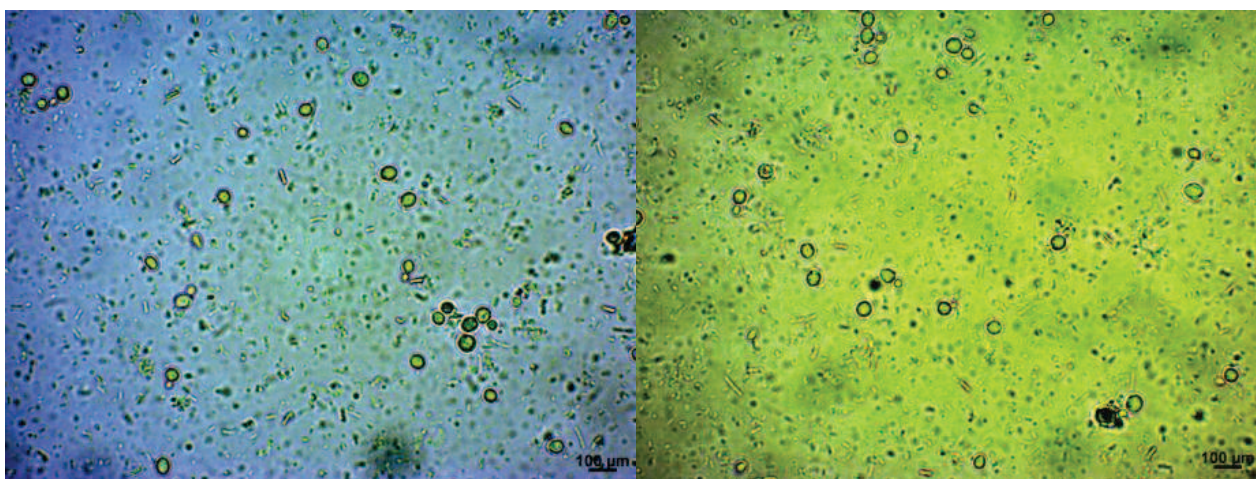


Figura 1. Análises de microscopia óptica (campo claro) do lodo da lagoa de estabilização.

Na Figura 2 são mostrados os frascos com a solução Pome/lodo (40:1) e suas análises de microscopia óptica (campo claro), depois de 10 dias, em que é possível observar uma maior quantidade de microrganismos com morfologias

características de bactérias cocos (em maior concentração) e estreptococos. Essas bactérias, em ambiente anaeróbico (ausências de oxigênio) são responsáveis pela produção de biogás. A ausência de microalgas e leveduras pode ser explicada pela alta turbidez do Pome, o que causa a dificuldade de entrada de luz e a diminuição da quantidade de oxigênio no meio.

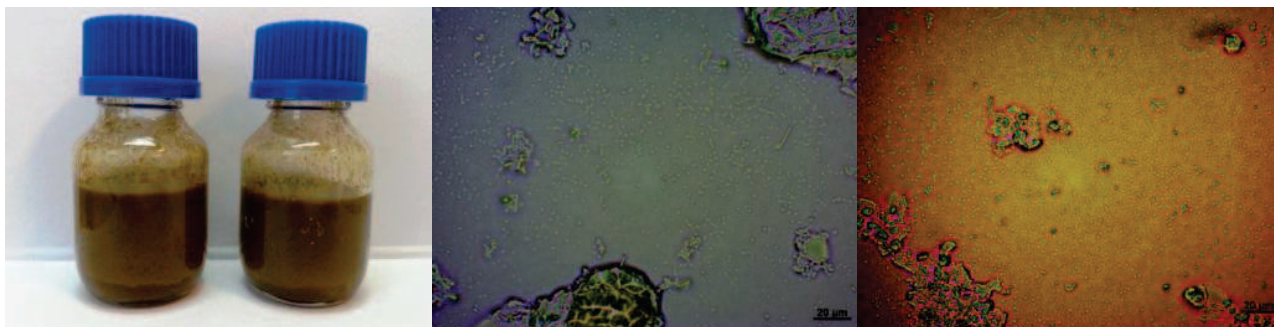


Figura 2. Frascos contendo Pome e lodo da lagoa de estabilização analisados por microscopia óptica (campo claro).

Nas Figuras 3 e 4, estão os frascos com as soluções de vinhaça/lodo (40:1) e meio YPG/lodo (40:1), respectivamente, bem como suas análises de microscopia óptica (campo claro), depois de 10 dias, em que apresentam uma grande concentração de microrganismos com morfologia de leveduras e microalgas. No caso da vinhaça, esse crescimento pode ser explicado pelo fato de o meio ser favorável ao crescimento, sendo inclusive usado para o cultivo de microalgas (ORTENZIO et al., 2015). O meio YPG é usado no cultivo de leveduras e isso pode ser observado na microscopia. No caso das leveduras, o crescimento em ambos os meios pode ser explicado pela alta concentração de açúcares.

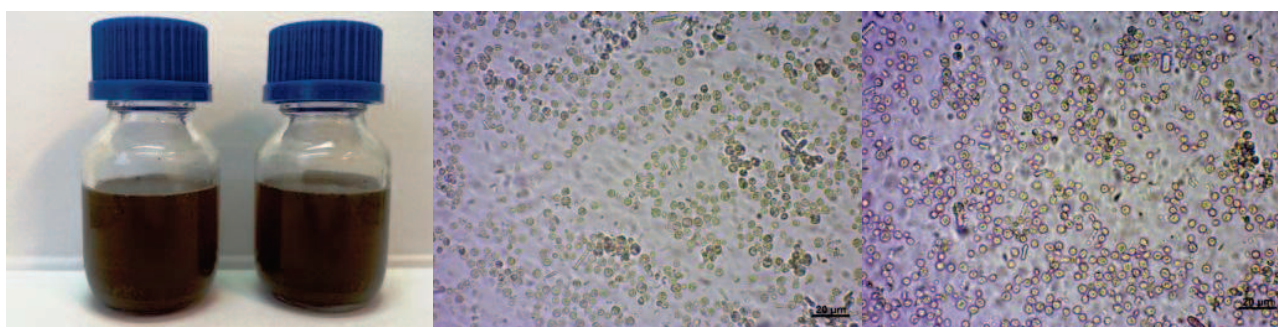


Figura 3. Frascos contendo vinhaça e lodo da lagoa de estabilização e suas microscopias.

Nas Figuras 5 e 6, são mostrados os frascos com as soluções de meios LB/lodo (40:1) e BDA/lodo (40:1) e suas respectivas microscopias depois de 10 dias. Os dois meios são usados para crescimento de bactérias. Ambas as

microscopias são similares, pois apresentam uma grande concentração de bactérias com morfologias de cocos e estreptococos, dentre esses uma maior concentração de estreptococos.

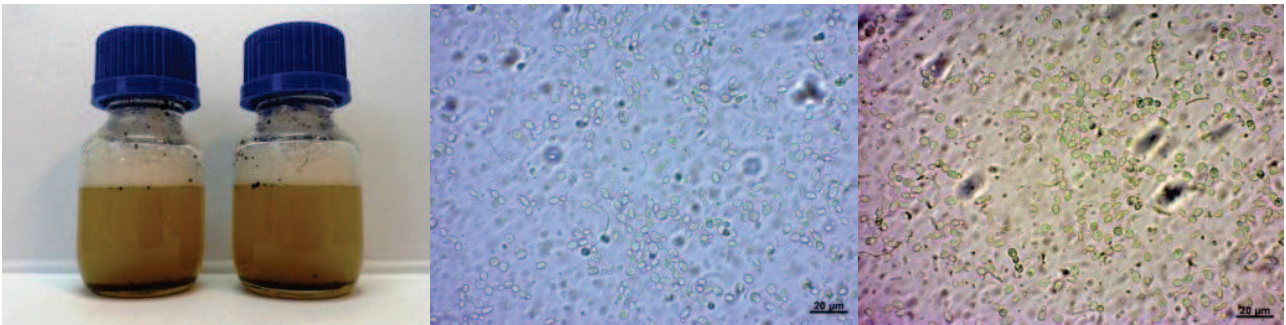


Figura 4. Frascos contendo meio YPG e lodo da lagoa de estabilização e suas microscopias.

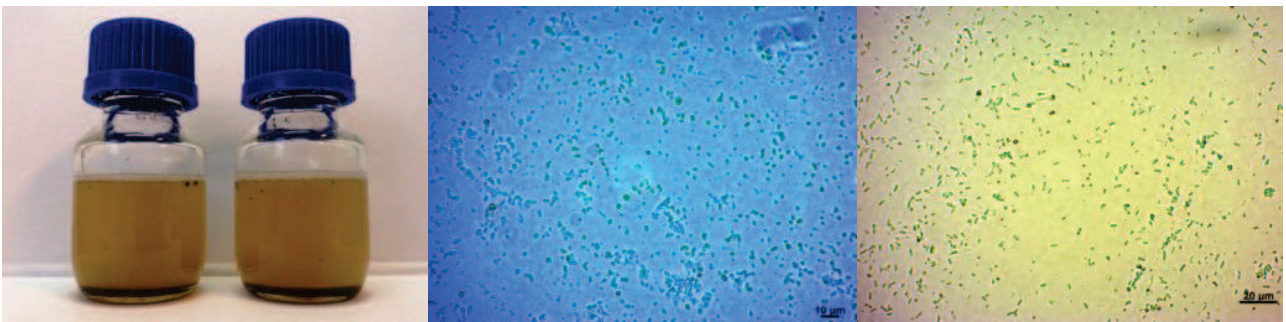


Figura 5. Frascos contendo meio LB e lodo da lagoa de estabilização e suas microscopias.

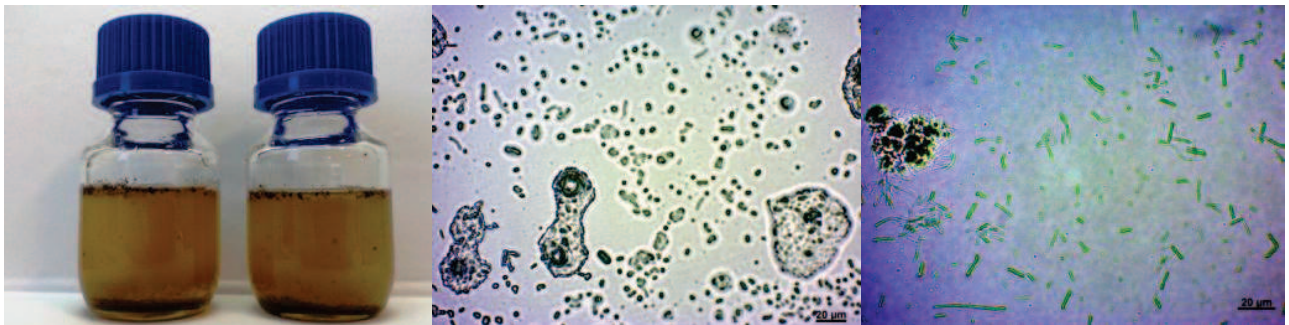


Figura 6. Frascos contendo meio BDA e lodo da lagoa de estabilização e suas microscopias.

O conjunto de resultados apresentados indica que a microbiota original do lodo é bem rica. Para o isolamento e seleção de bactérias, microrganismos responsáveis pela produção de biogás, é aconselhável o uso dos meios LB, BDA e Pome.

Conclusão

A microbiota responsável pela produção de biogás é influenciada e equilibrada diretamente pelo pH, alcalinidade e acidez. De acordo com as análises iniciais do Pome, é possível inferir que esse efluente in natura não é adequado para o crescimento da microbiota, contudo, após o ajuste de pH, foi observado o crescimento de microrganismos e isso é importante para criar condições favoráveis para desenvolvimento e conservação da microbiota no reator anaeróbio para uma maior produção de biogás. Podemos também concluir que o Pome, com os devidos ajustes, é um meio favorável para crescimento de bactérias e, no caso de isolamento e seleção, os meios mais indicados são o LB e o BDA.

Apoio financeiro

Este trabalho foi financiado com recursos do projeto DendePalm/Finep.

Referências

- ALVES, S. A. O. **Sustentabilidade da agroindústria de palma no Estado do Pará**. 2011. 162 f. Tese (Doutorado em Ciências) - Universidade de São Paulo, São Paulo, SP.
- NABARLATZ, D. A.; ARENAS-BELTRÁN, L. P.; HERRERA-SORACÁ, D. M.; NIÑO-BONILLA, D. A. Biogas production by anaerobic digestion of wastewater from palm oil mill industry. **CT&F - Ciencia, Tecnología y Futuro**, Bogotá, v. 5, n. 2, p. 73-83, 2013.
- NÚÑEZ CAMARGO, D. W. Uso de residuos agrícolas para la producción de biocombustibles en el departamento del meta. **Tecnura**, Bogotá, v. 16, n. 34, p. 142-156, 2012.
- PRADO, M. A. C.; CAMPOS, C. M. M.; SILVA, J. F. D. Estudo da variação da concentração de metano no biogás produzido a partir das águas residuárias do café. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 34, n. 2, p. 475-484, 2010.
- ORTENZIO, Y. T.; AMARAL, G. G. do; ALMEIDA, S. S.; OLIVEIRA, E. C. A. M. Cultivo de Microalgas utilizando resíduos agroindustriais para a produção de biocombustíveis: perspectivas e desafios. **Bioenergia em Revista: Diálogos**, Piracicaba, v. 5, n. 1, p. 58-65, 2015.