

REVISTA BRASILEIRA DE ENERGIAS RENOVÁVEIS

INFLUÊNCIA DA MATÉRIA PRIMA NA PRODUÇÃO DE BIOGÁS POR DIFERENTES TIPOS DE VINHAÇA¹

PEDRO OSWALDO MORELL², VIVIANE TAISA DOS SANTOS³, MATEUS PIMENTEL
MENDES DA SILVA⁴, DILE PONTAROLO STREMEL⁵

¹Publicado no 1º Trimestre de 2018

²Mestre em Bioenergia pela Universidade Estadual do Oeste do Paraná- UNIOESTE, pedro_osm@hotmail.com;

³Mestranda em Bioenergia na Universidade Federal do Paraná- UFPR, vivianethaisa@hotmail.com;

⁴Graduado em Tecnologia em Biotecnologia pela Universidade Federal do Paraná- UFPR;

⁵Professor Doutor no Departamento de Engenharia Química da Universidade Federal do Paraná- UFPR, dile@ufpr.br.

Resumo

Neste trabalho empregou-se vinhaça proveniente da destilação da fermentação alcoólica do caldo de Cana-de-Açúcar e Sorgo Sacarino para avaliação do potencial metanogênico. Sendo realizada a caracterização química das matérias primas utilizadas, por meio das análises de DQO, Amônia, Nitrato, Nitrito, Nitrogênio, Fósforo Total e Inorgânico além de Sólidos Totais, Fixos e Voláteis. Utilizando-se o planejamento experimental fatorial fracionário foram realizados dois ensaios, A utilizando Vinhaça de Sorgo Sacarino e B utilizando Vinhaça de Cana-de-Açúcar, ensaios realizados simultaneamente em reatores em escala laboratorial, foram avaliadas as variáveis Vinhaça, Uréia, Fosfato Monobásico de Potássio e Fosfato Dibásico de Potássio, o inóculo utilizado foi o efluente de suinocultura de terminação. Os ensaios foram conduzidos em estufa de banho d'água a 35 °C, com tempo de retenção hidráulica de 14

dias. Avaliou-se o volume de biogás produzido no período por meio do deslocamento do embolo da seringa utilizada para medição.

Palavras-chave: Vinhaça, Biodigestão, Biogás.

Matter Prima of Influence in Biogas Production in Different Types of Vinasse

Abstract

This work showed the use of vinasse derived from the distillation of alcoholic fermentation of sugarcane juice and Sorghum Sacarino, to evaluate the methanogenic potential. Through the chemical characterization of raw materials used for analysis of COD, Ammonia, Nitrate, Nitrite, Nitrogen, Total Phosphorus and Inorganic, as well as Total Solids, Fixed and Volatile. Using the fractional factorial experimental design, were performed two tests,(A) using vinasse of Sorghum Sacarino and (B) using vinasse from sugarcane. Tests carried out simultaneously in lab-scale reactors were evaluated the vinasse variables, Urea, monobasic potassium phosphate and dibasic potassium phosphate, the inoculum used was of the swine effluent termination. The tests were conducted on water bath incubator at 35 ° C, with a hydraulic retention time of 14 days. We evaluated the volume of biogas produced in the period by measuring the displacement of the syringe plunger.

Keywords: Vinasse, Biodigestion, Biogas.

Introdução

O etanol brasileiro é em sua maioria produzido a partir da biomassa de cana-de-açúcar, fonte renovável e de significativo sequestro de carbono atmosférico. A produção de etanol no Brasil é fato marcante, pois além da frota veicular movida a etanol hidratado, existe também o consumo do etanol anidro no mercado interno na adição deste na gasolina e mercado externo (GRANATO & SILVA, 2002).

A cana-de-açúcar é uma das culturas mais expressivas para o agronegócio brasileiro sendo o Brasil considerado o maior exportador mundial de açúcar e o segundo maior produtor de etanol. No entanto, a atividade sucroalcooleira produz grandes volumes de resíduos. Dentre os resíduos gerados do beneficiamento da cana, o mais expressivo é a vinhaça, pois em média para a produção de um litro de etanol são gerados de 10 a 15 litros de vinhaça, dependendo da variedade da cana e do processo industrial utilizado (BARROS *et al.*, 2010).

O cultivo do sorgo sacarino (*Sorghum bicolor* L. Moench) é uma alternativa para a produção de etanol na entressafra, sendo cultivados aproximadamente 1,5 milhões de hectares no Brasil, onde são utilizados os colmos extraído-se o caldo para processamento e produção de etanol. O Brasil é o maior produtor mundial de cana-de-açúcar, tendo na safra de 2013-2014 produção de 653.519 milhões de toneladas de cana-de-açúcar, dos quais foram produzidos 27.543 mil de metros cúbicos de etanol (ÚNICA, 2015).

A vinhaça apresenta em sua composição, 93% de água e 7% de sólidos orgânicos e inorgânicos, além de quantidade significativa de elementos químicos como potássio e nitrogênio (BRITO *et al.*, 2007).

É caracterizada por ser um líquido de odor desagradável, coloração marrom-escuro, baixo pH, alto teor de potássio, além de possuir três importantes componentes como nitrogênio e fósforo, alta demanda química de oxigênio (DBO), devido a alta carga de matéria orgânica contida no efluente, sendo considerado um material altamente poluidor (FERRAZ *et al.*, 2000).

Pelas características químicas apresentadas anteriormente, a vinhaça é considerada um resíduo nocivo, quando disposto no meio ambiente de forma indiscriminada. No Brasil, atualmente, grande parte da vinhaça produzida é reutilizada na adubação dos canaviais, onde os nutrientes presentes neste resíduo substituem, parcialmente, o uso de fertilizantes minerais, diminuindo, assim, os custos de aquisição de insumos agrícolas (RESENDE *et al.*, 2006).

O processamento passa por diversas etapas sendo, o preparo da matéria prima, extração do caldo, tratamento do caldo, fermentação e destilação onde é gerado o etanol e a vinhaça. A qual é um efluente altamente poluidor de cor marrom, natureza ácida, pH variando entre 3,7 e 5, composta em sua maioria, por 93% de água e 7% de sólidos, além de apresentar elementos minerais como o Potássio (K), o Cálcio (Ca), o Nitrogênio (N) e o Enxofre (S) (SEGATO *et al.*, 2006).

Como alternativa tecnológica para reduzir o potencial poluidor da vinhaça quanto à matéria orgânica, destaca-se o processo anaeróbio, além de promover o tratamento e reciclagem dos dejetos, promove agregação de valor às atividades com a produção do biogás e do fertilizante, que podem ser revertidos ao sistema na economia de energia e fertilizantes (SANTOS et al., 2007).

A biodigestão anaeróbia é considerada um tratamento de alta eficiência e baixo custo, possibilitando a diminuição o teor de matéria orgânica de efluentes enquanto produz biogás que é uma fonte energética (ANGELIDAKI & AHRING 1993).

A biodigestão ocorre na ausência de oxigênio molecular, onde existem consórcios entre diferentes tipos de microrganismos que promovem a transformação de composto orgânico complexos, em simples (PENG et al., 2013).

A biodigestão anaeróbia é uma complexa interação entre microrganismos que degradam os compostos orgânicos do resíduo formando biofertilizante e biogás, o qual é composto basicamente por Metano (CH₄), Dióxido de Carbono (CO₂), apresentando grande potencial energético, podendo ser empregado na produção de energia elétrica e energia térmica (STARR *et al.*, 2012).

O biogás é uma mistura gasosa, combustível, resultante da biodigestão anaeróbica da matéria orgânica. A proporção de cada gás na mistura depende de vários parâmetros, como o tipo do biodigestor e o substrato utilizado, sendo basicamente constituído de Metano (CH₄), Dióxido de Carbono (CO₂), Oxigênio (O₂), Nitrogênio (N₂), Água (H₂O) e Ácido Sulfídrico (H₂S). O biogás contém aproximadamente 36 a 50% de metano (CH₄) e de 15 a 60% de dióxido de carbono (CO₂) (STARR et al., 2012).

O biogás pode ser utilizado na geração de energia, devido ao seu potencial combustível, e poder calorífico em torno de 5.000 a 7.000 kcal.m³, entretanto pode chegar a 12.000 kcal.m³ caso o CO₂ seja retirado da mistura, seu poder calorífico depende diretamente do seu teor de metano (CORTEZ et al., 2007).

A produção de biogás por meio da biodigestão anaeróbia de resíduos sólidos ou líquidos constitui-se uma fonte de energia alternativa, além de contribuir para a solução dos problemas ambientais, reduzindo potencialmente os impactos da fonte poluidora (SALOMON, 2007).

Material e Métodos

A caracterização química da vinhaça e do inóculo foi realizada por meio da determinação da DQO, Amônia, Nitrito, Nitrato, Nitrogênio Total, Fósforo Total, Fósforo Inorgânico e teor de Sólidos Totais, Fixos e Voláteis. A DQO mede o consumo de oxigênio ocorrido em função da oxidação química da matéria orgânica, foi determinada pelo método espectrofotométrico. O teor de amônia (NH_4^+) foi determinado de acordo com o método proposto por Koroleff (1976). O teor de nitrito (NO_2^-) foi determinado de acordo com o método proposto por Mackereth; Heron; Talling (1978). O teor de nitrato (NO_3^-) foi determinado através do método de Valderrama (1981) que pressupõe a redução do nitrato a nitrito por meio de cádmio, sendo a técnica mais adequada, em termos de sensibilidade e rapidez. O teor de fósforo inorgânico foi determinado através do método colorimétrico do azul de molibdênio, de acordo com Lampert; Sommer (1997). Os teores de nitrogênio total (N_2) e fósforo total (P_2O_5) foram determinados simultaneamente de acordo com o método proposto por Valderrama (1981). A determinação do teor de Sólidos compreende a determinação de Sólidos Totais, Sólidos Fixos, Sólidos Voláteis, de acordo com o método proposto por Wetzel; Likens (1991).

Os ensaios de biodigestão anaeróbia foram conduzidos em reatores laboratoriais com volume de 120 mL e estufa de banho d'água a temperatura de 35 °C. O tempo de retenção hidráulica deste experimento foi de 14 dias e o inóculo utilizado foi efluente de suinocultura na proporção de 10 mL.

Utilizou-se o Planejamento Experimental Fatorial Fracionário $2^{4-1} + 4$ pontos centrais, obtendo-se 20 ensaios em dois ensaios simultâneos, sendo um com vinhaça de Sorgo Sacarino e outro com vinhaça de Cana de Açúcar.

Resultados e Discussão

Segundo Oliveira (2012), a composição química da vinhaça pode variar dentro de largos limites, sendo influenciada por diversos fatores, em que pode ser destacada a natureza e composição da matéria-prima. A caracterização química das vinhaças e inóculo esta expressa na Tabela 1.

Tabela 1. Caracterização Química das Vinhaças e Inóculo

Determinações	Sorgo Sacarino	Cana-de-Açúcar	Inóculo
DQO	87.747 (mg.L ⁻¹)	27.224 (mg.L ⁻¹)	32.657 (mg.L ⁻¹)
Amônia	800 (mg.L ⁻¹)	4.387 (mg.L ⁻¹)	6.828 (mg.L ⁻¹)
Nitrato	951 (mg.L ⁻¹)	1.264,9 (mg.L ⁻¹)	10.718 (mg.L ⁻¹)
Nitrito	146 (mg.L ⁻¹)	393,6 (mg.L ⁻¹)	3.286 (mg.L ⁻¹)
Nitrogênio Total	1.897 (mg.L ⁻¹)	6.537 (mg.L ⁻¹)	20.832 (mg.L ⁻¹)
Fósforo Total	2.341 (mg.L ⁻¹)	19.567 (mg.L ⁻¹)	43.340 (mg.L ⁻¹)
Fósforo Inorgânico	1.498 (mg.L ⁻¹)	15.135 (mg.L ⁻¹)	36.504 (mg.L ⁻¹)
Sólidos Totais	74,68 (g.L ⁻¹)	15 (g.L ⁻¹)	78,93 (g.L ⁻¹)
Sólidos Fixos	8,37 (g.L ⁻¹)	3 (g.L ⁻¹)	6,40 (g.L ⁻¹)
Sólidos Voláteis	66,3 (g.L ⁻¹)	12 (g.L ⁻¹)	72,53 (g.L ⁻¹)

De acordo com Freire & Cortez (2000), a vinhaça apresenta elevadas taxas de DQO 10.000 a 210.000 mg.L⁻¹. Ueno *et al.*, (2013), caracterizaram a vinhaça e obtiveram valores de nitrogênio total 2.380 mg.L⁻¹, e fósforo 127,3 mg.L⁻¹. Sendo necessária a adição de fontes de fósforo e nitrogênio para correção das relações de Nitrogênio/Fósforo ideais para o desenvolvimento dos microrganismos.

O Planejamento Experimental Fatorial Fracionário 2⁴⁻¹ + 4 pontos centrais, foi aplicado utilizando-se as variáveis, Vinhaça, Fosfato Monobásico (MP), Fosfato Dibásico (DP) e Uréia (UR), conforme Tabela 2.

Tabela 2. Planejamento Experimental dos Ensaios

Ensaio	Vinhaça (g)	MP (g)	DP (g)	UR (g)
1	25	5	5	5
2	50	5	5	5
3	25	10	5	5
4	50	10	5	5
5	25	5	10	5
6	50	5	10	5
7	25	10	10	5
8	50	10	10	5
9	25	5	5	10
10	50	5	5	10
11	25	10	5	10
12	50	10	5	10
13	25	5	10	10
14	50	5	10	10
15	25	10	10	10
16	50	10	10	10
17*	37,5	7,5	7,5	7,5
18*	37,5	7,5	7,5	7,5
19*	37,5	7,5	7,5	7,5
20*	37,5	7,5	7,5	7,5

*Ponto Central.

O volume acumulado de biogás produzido durante o período de incubação utilizando planejamento experimental fatorial fracionário utilizando diferentes tipos de vinhaça, está expresso na Tabela 3.

Tabela 3. Volume Acumulado de Biogás Produzido

Ensaio	Sorgo Sacarino	Cana-de-Açúcar
1	142 (mL)	131 (mL)
2	204 (mL)	155 (mL)
3	290 (mL)	165 (mL)
4	157 (mL)	145 (mL)
5	246 (mL)	170 (mL)
6	169 (mL)	137 (mL)
7	214 (mL)	141 (mL)
8	269 (mL)	172 (mL)
9	274 (mL)	169 (mL)
10	140 (mL)	131 (mL)
11	163 (mL)	127 (mL)
12	181 (mL)	198 (mL)
13	159 (mL)	129 (mL)
14	150 (mL)	148 (mL)
15	177 (mL)	200 (mL)
16	182 (mL)	137 (mL)
17	145 (mL)	168 (mL)
18	143 (mL)	166 (mL)
19	169 (mL)	168 (mL)
20	162 (mL)	162 (mL)

O volume de biogás gerado e acumulado durante o período de incubação no ensaio utilizando a vinhaça de Sorgo Sacarino variou entre 140 mL e 290 mL. Enquanto que o volume de biogás gerado e acumulado durante o período de incubação no ensaio utilizando vinhaça de Cana de Açúcar variou entre 127 mL e 200 mL.

Conclusões

Pode-se concluir que a vinhaça de Sorgo Sacarino apresenta potencial de produção de biogás superior a vinhaça de Cana-de-Açúcar, uma vez que os volumes produzidos de biogás apresentaram-se mais elevados sob as mesmas condições experimentais, sendo que a produção máxima foi de 290 mL utilizando a vinhaça de Sorgo Sacarino, enquanto que a produção máxima foi de 200 mL utilizando a vinhaça de Cana de Açúcar.

No ensaio com vinhaça de Sorgo Sacarino, maiores proporções de ambas as variáveis influenciaram positivamente na produção de biogás. Enquanto que no ensaio com vinhaça de Cana de Açúcar apenas a adição de maior proporção de Fosfato Dibásico de Potássio tem influenciado positivamente na produção de biogás.

Referências

- FREIRE, W. J.; CORTEZ, L. A. B, **Vinhaça de cana-de-açúcar**, Editora, Agropecuária, Campinas, 203p. 2000
- LAMPERT, W; SOMMER, U. **Limnoecology: the ecology of lakes and streams**. New York: Oxford University Press, 382 p. 1997
- MACKERETH, J. F. H.; HERON, J.; TALLING, J. F. **Water analysis: some revised methods for limnologists**. Freshwater Biological Association, n. 36, 121 p., 1978
- OLIVEIRA, F. S. Vinhaça: **O Futuro da Bioeletricidade, Tecnologia em Biocombustíveis**, Faculdade de Tecnologia de Araçatuba, SP, 2012
- SEGATO, S. V; PINTO, A. S; JENDIROBA, E; NÓBREGA, J. C. M. **Atualização em produção de cana-de-açúcar**. Piracicaba: Editora. p.369-375, 2006
- STARR, K.; GABARREL, X.; VILLALBA, G.; TALENS, L.; LOMBARDI, L. **Life cycle assessment of biogas up grading technologies**. Waste Management, v.32, p.991-999, 2012
- UENO, C. R. J.; FRARE, L. M.; GIMENES, M. L.; ZANIN, G. M. **Influência da adição fracionada de vinhaça na produção de biogás**. Revista brasileira de Biociências, v.11, n.1, p.115-118, 2013
- UNICA. Tabelas Safra 2013/14. <http://www.unicadata.com.br/historico-de-producao-e-moagem.php?idMn=32&tipoHistorico=4&acao=visualizar&idTabela=1610&safra=2013%2F>

2014&estado=RS%2CSC%2CPR%2CSP%2CRJ%2CMG%2CES%2CMS%2CMT%2CGO%
2CDF%2CBA%2CSE%2CAL%2CPE%2CPB%2CRN%2CCE%2CPI%2CMA%2CTO%2CP
A%2CAP%2CRO%2CAM%2CAC%2CRR Acesso em 17/05/2015

VALDERRAMA, J. C. **The simultaneous analysis of total nitrogen and phosphorus in natural waters.** Mar. Chem., v.10, p.109-122. 1981

WETZEL, R. G.; LIKENS, G.E. **Limnological Analyses.** New York: Springer Velage. 391p. 1991