



MONITORAMENTO DA PRODUÇÃO DE BIOGÁS A PARTIR DE DIFERENTES CONCENTRAÇÕES DE SORO DE LEITE E ESTRUME BOVINO EM BIODIGESTORES

MARCOS GOMES MACHADO; KAIQUY DUARTE DE OLIVEIRA; MARINA GOMES E SANTOS; ROBSON JÚNIOR NUNES ABREU; ÊNIO NAZARÉ DE OLIVEIRA JUNIOR

RESUMO

Visando a sustentabilidade em todas as etapas do processo de produção do biogás, o soro de leite é a principal escolha para alimentar os microrganismos presentes no inóculo coletado, visto que, anualmente no Brasil são produzidas 4.050.000 toneladas de soro de queijo que apresenta elevado teor poluente, assim sendo considerado crime o descarte sem tratamento eficiente, além de que esse subproduto apresenta alto valor nutricional. Desse modo o artigo apresenta um monitoramento da produção de biogás em biodigestores a partir de diferentes concentrações de soro de leite e estrume bovino. A pesquisa científica na área de Biotecnologia tem por objetivo a redução de carga poluente dos efluentes por meio dos usos dos biodigestores, onde ocorre a biodigestão anaeróbica, degradando os compostos orgânicos através de microrganismos, resultando em metano (CH₄), dióxido de carbono (CO₂), além do biogás produzido, que pode ser utilizado como fonte de energia. O experimento foi realizado por meio de bateladas que consistem em analisar o valor ideal de substrato juntamente com inóculo que mais produz biogás, para isso são usados recipientes que são numerados de 1-9, cada frasco contendo uma porcentagem diferente da amostra. O estudo indicou que a variável inóculo teve um efeito negativo a $p < 0,05$, em outros termos, isso significa que quanto maior a quantidade de inóculo, menor é a produção de biogás, além disso a variável soro de leite teve um efeito negativo, porém esse efeito não foi significativo ao nível de significância considerado $p < 0,05$. Portanto, a partir dos resultados, é possível notar que há uma produção maior de biogás quando o nível de inóculo era mínimo ou próximo ao ponto central. Logo, conclui-se que é possível ter uma produção de biogás considerável a partir de efluentes da indústria de laticínios e estrume bovino, demonstrando uma forma sustentável de produção bioenergética.

Palavras-chave: biotecnologia; bioprocessos; metano; metanogênese; acidogênese.

1 INTRODUÇÃO

Segundo Poppi et al. (2010), em média para a fabricação de 1 quilo de queijo são necessários 10 litros de leite, levando a produção de 8 a 9 litros de soro. Considerando a produção de 450.000 toneladas de queijo por ano no Brasil, essa quantidade corresponde a 4.050.000 toneladas de soro de queijo. Descartar esse volume de soro sem tratamento eficiente não é só crime previsto por lei, mas também significa rejeitar um produto de alto valor nutricional. As proteínas do soro possuem um dos mais altos índices de valor biológico em comparação com outras fontes de proteínas.

Um dos principais problemas associados à produção de queijo é a geração do subproduto denominado soro de queijo, que apresenta elevado teor de poluente devido à presença de proteínas, gordura, lactose e sais minerais. Sua demanda biológica de oxigênio (DBO) varia de 30.000 a 50.000 mg de oxigênio por litro de soro, valor 100 vezes maior ao do esgoto

doméstico. Portanto, um laticínio com produção média de 10.000 litros de soro por dia, provoca a mesma carga poluente de uma população de 5000 habitantes (POPPI et al.,2010).

Entre os principais componentes do soro de leite, está a lactose, que por hidrólise produz glicose e galactose, sendo altamente responsável pela sua alta Demanda Bioquímica de Oxigênio (DBO = 30000 – 50000 mg/L) e Demanda Química de Oxigênio (DQO = 60000-100000 mg/L). Além deste carboidrato, o soro de leite também contém proteínas, lipídios, vitaminas e minerais solúveis em água (GONZÁLEZ SISO, 1996).

Dentre as formas de redução da carga poluente desse efluente têm-se a biodigestão anaeróbia, onde um conjunto de microrganismos atuam degradando os compostos orgânicos ali presentes resultando em CH₄, CO₂, além de novas células. Com as condições ideais de temperatura, pH, alcalinidade, ácidos voláteis, nutrientes o conjunto de bactérias acidogênicas, acetogênicas e arqueias metanogênicas realizam a conversão limpa do poluente a biogás (Barros, 2017).

Neste contexto, por meio dos resultados relatados na literatura pode-se observar que o soro de leite é um resíduo da indústria de laticínios altamente poluente e o objetivo deste trabalho é propor o uso de biodigestores para redução da carga poluente por meio da biodigestão anaeróbia e ao mesmo tempo utilizar o biogás como fonte de energia.

2 MATERIAIS E MÉTODOS

O soro de leite foi fornecido pelo Laticínio Vale do Ipê Ltda, que fica na Estrada Ouro Branco-Marimbondo, Km 7, S/N, Zona Rural, Comunidade Água Limpa, na cidade de Ouro Branco – MG. O tipo de soro fornecido pelo Laticínio é o do tipo doce (acidez titulável: 0,10 a 0,20%; pH: 5,8 a 6,5).

O inóculo utilizado como fonte de micro-organismos foi o estrume bovino coletado em pastagens da zona rural da cidade de Ouro Branco – MG.

Para avaliar as variáveis inóculo (% m/v) e soro de leite (% v/v) na produção de biogás (mL) foi realizado um planejamento estatístico 2² e triplicata no ponto central, totalizando 07 ensaios conforme apresentado na Tabela 1. A metodologia de superfície de resposta foi utilizada para determinar a influência das variáveis estudadas na produção do volume de biogás.

Tabela 1 – Planejamento experimental variando a concentração de inóculo (% m/v) e soro de leite (% v/v) nos ensaios que correspondem aos biodigestores. Fora dos parênteses estão as variáveis reais e entre parênteses estão as variáveis codificadas.

Ensaio	Inóculo (% m/v)	Soro de leite (% v/v)
1	5 (-1)	10 (-1)
2	15 (+1)	10 (-1)
3	5 (-1)	50 (+1)
4	15 (+1)	50 (+1)
5	10 (0)	30 (0)
6	10 (0)	30 (0)
7	10 (0)	30 (0)

Na Figura 1 é mostrado o aparato experimental composto pelos biodigestores, câmara de armazenamento de biogás e proveta para monitoramento do volume de água expulso das câmaras que correspondem ao volume de biogás produzido.



Figura 1 - Aparato experimental composto por 07 biodigestores mantidos à temperatura de 38°C conectados às suas respectivas câmaras de armazenamento de biogás e provetas para medição dos volumes de biogás produzido em cada biodigestor.

A variável resposta, volume de biogás foi analisada estatisticamente com auxílio do software STATISTICA 7.0.

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na Tabela 2 é mostrado o volume total de biogás produzido nos biodigestores durante 07 dias de biodigestão.

Tabela 2 – Volume total de biogás produzido nos biodigestores durante 07 dias sob temperatura de 38°C.

Ensaio	Inóculo (% m/v)	Soro de leite (% v/v)	Volume de biogás (mL)
1	5 (-1)	10 (-1)	150
2	15 (+1)	10 (-1)	40
3	5 (-1)	50 (+1)	98
4	15 (+1)	50 (+1)	0
5	10 (0)	30 (0)	88
6	10 (0)	30 (0)	114
7	10 (0)	30 (0)	101

Por meio da tabela de análise de variância, a qual não foi incluída neste trabalho chegou-se a um valor de F calculado $F_{calc} = 21,32$ maior que o F tabelado $F_{tab} = 19,25$ e $R^2 = 0,98$. Tais resultados nos permite concluir que os dados são estatisticamente significativos e preditivos ao nível de significância considerado ($p < 0,05$), ou seja 95% de confiança.

Na Figura 2, pode-se observar as estimativas dos efeitos das variáveis inóculo e soro de leite na produção de biogás. A variável inóculo teve um efeito significativo a $p < 0,05$ cujo efeito foi negativo, ou seja, quanto maior a quantidade de inóculo, menor foi a produção de biogás. Pode-se também observar que a variável soro de leite teve um efeito negativo, entretanto, esse efeito não foi significativo ao nível de significância considerado $p < 0,05$.

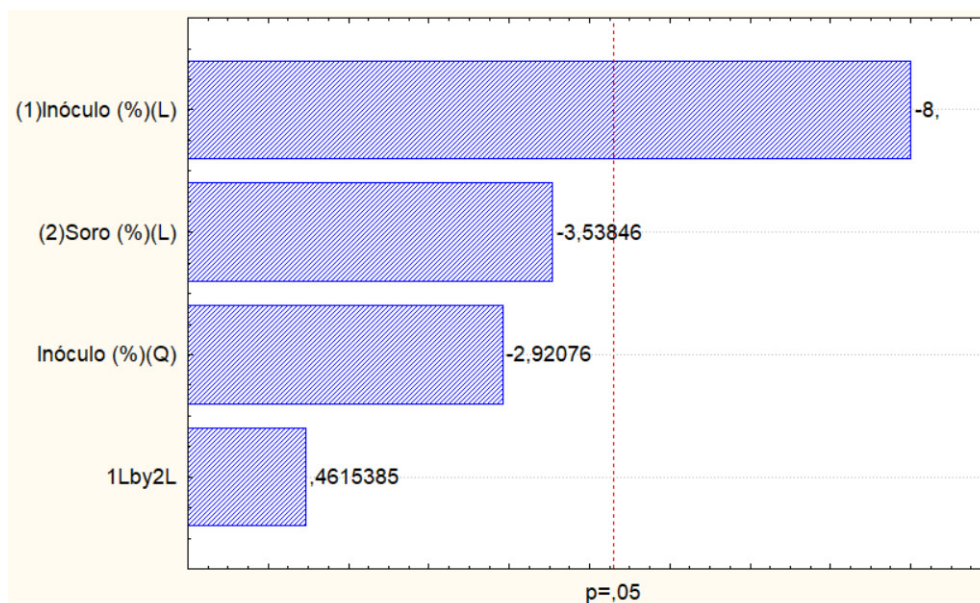


Figura 2 – Diagrama de Pareto com a estimativa dos efeitos das variáveis inóculo e soro de leite.

Na Figura 3 pode-se observar a superfície de resposta em que os pontos centrais são mostrados como a maior produção de biogás e os outros pontos com menor produção à medida que se aproximam principalmente da região de muito inóculo (%) e muito soro (%).

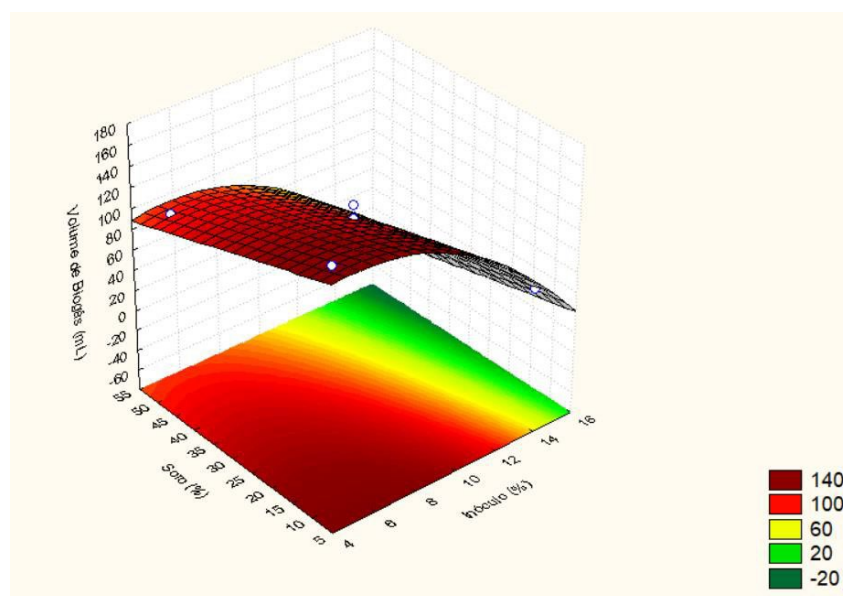


Figura 3 – Superfície de resposta com a influência das variáveis soro (%) e inóculo

(%) na produção de biogás (mL).

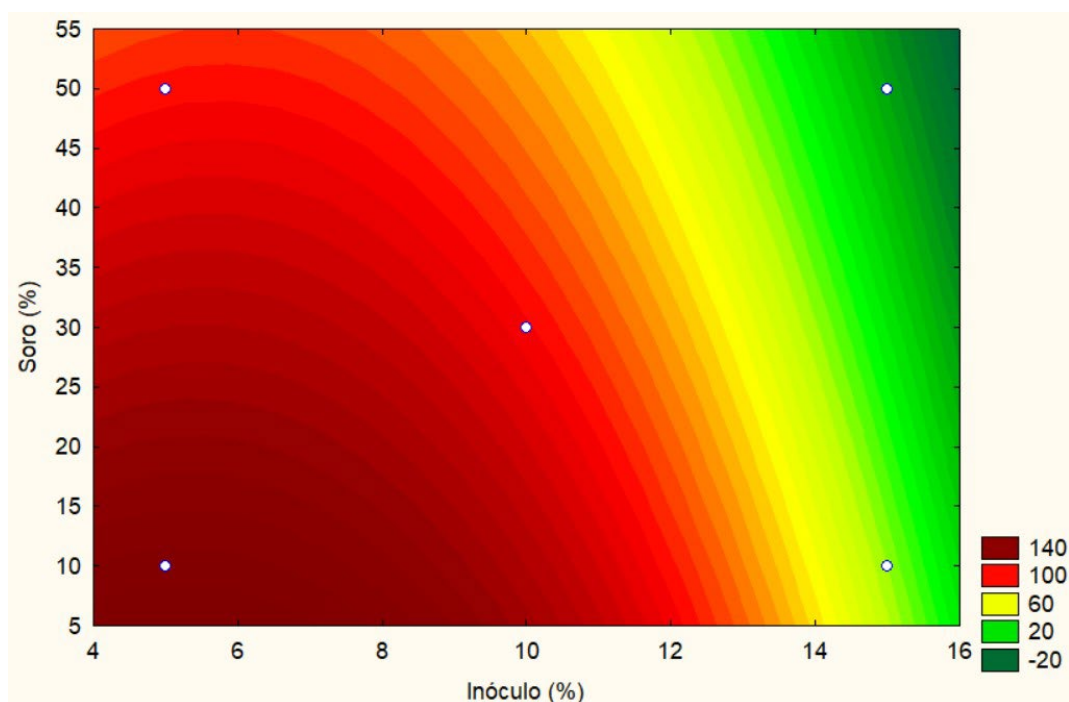


Figura 4 – Curva de contorno com a influência das variáveis soro (%) e inóculo (%) na produção de biogás (mL).

As maiores produções de biogás foram obtidas nos pontos centrais do planejamento e nas menores concentrações de soro e inóculo (Figuras 3 e 4).

Os resultados indicam uma produção maior de biogás quando o nível de inóculo era mínimo ou próximo do ponto central. Esse efeito pode ser explicado pelo fato de os microrganismos ali presentes no inóculo não terem tanta competição pelo substrato, soro de leite, conseguindo assim um menor tempo na fase de adaptação (LAG), obtendo mais biogás antes de iniciar a fase de desaceleração e morte. Por outro lado, no ensaio 3 pode-se inferir que a concentração elevada de substrato ocasionou uma mudança na constante de equilíbrio da reação induzindo um efeito negativo na produção de biogás. O ensaio 4 demonstra que pode ter ocorrido uma falha humana no andamento desse ensaio, podendo ter ocorrido vazamento do biogás, contaminação com outros microrganismos que podem ter inibido o crescimento dos micróbios de interesse para produção de biogás.

4 CONCLUSÃO

O estudo confirmou que é possível ter uma produção de biogás considerável a partir de efluentes da indústria de laticínios e estrume bovino, demonstrando uma forma sustentável de produção bioenergética. Ademais, pode-se tratar esse efluente altamente poluente pelo fato de os microrganismos ali presentes utilizarem sua carga orgânica para produção do biogás como visto na literatura. Em estudos futuros buscaremos aumentar a eficiência da produção de biogás variando a concentração de inóculo e soro do leite próximas do ponto central observado nesse estudo e analisar os efluentes sob a ótica de seu tratamento (DBO, DQO, turbidez e teor de lactose).

REFERÊNCIAS

BARROS, V. G. **PRODUÇÃO DE METANO DE VINHAÇA COM SUPLEMENTAÇÃO DE TORTA DE FILTRO EM REATORES UASB EM SÉRIE, MESOFÍLICOS E TERMOFÍLICOS: DESEMPENHO DO PROCESSO E DIVERSIDADE MICROBIANA**. 2017. 140 f. Tese (Doutorado) - Curso de Microbiologia Agropecuária, Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Unesp, Jaboticabal - SP, 2017.

GONZÁLEZ SISO, M. I. The biotechnological utilization of cheese whey: a review. **Bioresource Technology**, [S.L.], v. 57, n. 1, p. 1-11, jul. 1996. Elsevier BV.

POPPI, F. A.; COSTA, M.R.; RENSIS, C. M. V. B.; SIVIERI, K. Soro de Leite e Suas Proteínas: Composição e Atividade Funcional, **Journal of Health Sciences**, v. 12, n. 2, p. 31-37, 2010.