AVALIAÇÃO DO PROCESSO DE PRODUÇÃO DE BIOGÁS COM BASE EM TESTES DE POTENCIAL BIOQUÍMICO DE METANO (BMP)

João Manoel Kreling Muller (PIBIC/CNPq/FA/UEM, Anderson Rafael Igarashi, Wardleison Martins Moreira (Orientador). E-mail: wmmoreira@uem.br.
Universidade Estadual de Maringá, Centro de Tecnologia, Maringá, PR.

Área e subárea do conhecimento: Engenharia Química, Modelagem, Simulação, Síntese, Otimização e Controle de Processos

Palavras-chave: Modelagem cinética, Aspen plus, biometano

RESUMO

A produção de biogás a partir de resíduos agroindustriais constitui uma alternativa para geração de energia renovável e valorização de resíduos. Este trabalho avaliou a produção do biogás por simulação no Aspen Plus. Foram analisadas diferentes relações substrato/inóculo (S/I) em três bateladas, comparando-se os valores simulados com os dados experimentais. A primeira batelada apresentou a melhor concordância entre experimento e simulação, destacando-se a relação S/I 1:4, com 346,72 mL_nCH_4 gSV^{-1} experimental e 348,52 mL_nCH_4 gSV^{-1} simulado, resultando em desvio inferior a 1%. Nas demais condições dessa batelada, os desvios permaneceram próximos de 1%, enquanto as demais apresentaram diferenças superiores. Os resultados demonstram a aplicabilidade do Aspen Plus na predição da produção do biogás, fornecendo subsídios para otimização e futuro escalonamento do processo. A abordagem contribui para valorização energética da cama de frango e sustentabilidade agroindustrial.

INTRODUÇÃO

A crescente demanda por fontes renováveis de energia e pelo tratamento adequado de resíduos agroindustriais tem ampliado o interesse pela produção de biogás. Nesse contexto, a cama de frango apresenta potencial para aproveitamento energético por meio da biodigestão anaeróbia, possibilitando a valorização desse resíduo e a geração de metano (CH_4). O desempenho do processo pode ser avaliado por testes de Potencial Bioquímico de Metano (BMP), sendo influenciado por fatores como relação substrato/inóculo, sólidos voláteis, pH e alcalinidade (HUCH DUARTE et al., 2022; SILVA, 2020).

A utilização de ferramentas de simulação permite complementar os ensaios experimentais e avaliar diferentes condições operacionais. O Aspen Plus possibilita representar balanços de massa e operações envolvidas na produção e no tratamento do biogás (AL-MALAH, 2017).

Dessa forma, este trabalho teve como objetivo avaliar a produção de metano a partir de dados experimentais de BMP da cama de frango e sua representação no Aspen Plus.

MATERIAIS E MÉTODOS

Foram utilizados os resultados experimentais de BMP de Silva (2020) para a biodigestão anaeróbia da cama de frango, conduzida a 37 °C em três bateladas. A primeira e a segunda tiveram duração de 43 dias e a terceira, de 33 dias, com relações S/I de 1:1, 1:2 e 1:4, além de 1:6 nas duas últimas. A produção acumulada de metano foi expressa em $mL_nCH_4\ gSV^{-1}$.

Com base nesses dados, foi desenvolvido uma simulação para no Aspen Plus para estimar a produção de metano por digestão anaeróbia, comparando-se os resultados simulados com os experimentais por meio da diferença relativa.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados experimentais apresentaram variações entre as bateladas, mesmo sob condições operacionais equivalentes, devido à variabilidade inerente aos processos biológicos, incluindo diferenças na composição do substrato, atividade microbiológica e condições experimentais.

Na primeira batelada, os rendimentos acumulados de metano foram de 144,88, 231,67 e 346,72 $mL_nCH_4\ gSV^{-1}$ para as relações S/I 1:1, 1:2 e 1:4, respectivamente. A condição S/I 1:4 apresentou o maior potencial de produção de metano e foi utilizada como referência para continuidade da modelagem. A cama de frango apresentou 76,87% de sólidos totais e 61,87% de sólidos voláteis, indicando elevada disponibilidade de matéria orgânica biodegradável (SILVA, 2020).

A simulação no Aspen Plus apresentou boa capacidade de representar a produção de metano. Na primeira batelada, os valores simulados foram 143,12, 229,09 e 348,52 $mL_nCH_4\ gSV^{-1}$, com desvios inferiores a 1,3%. Nas demais bateladas, os desvios permaneceram abaixo de 10%, variando entre 3,58 e 9,28%, indicando que o modelo foi capaz de representar adequadamente a tendência de produção de metano, considerando a variabilidade experimental da digestão anaeróbia.

Para o CO_2, os desvios foram superiores em algumas condições, atingindo 20,18%, devido à simplificação adotada no modelo, que estimou sua formação a partir da relação com a produção de metano, enquanto experimentalmente sua geração depende das diferentes rotas metabólicas envolvidas na digestão anaeróbia.

A predição de H_2S apresentou maior sensibilidade às condições experimentais. Embora a maioria das condições tenha apresentado valores próximos aos experimentais, a relação S/I 1:1 da terceira batelada apresentou elevada diferença, com 485,95 ppm experimental e 67,35 ppm simulado. Esse comportamento pode estar associado à maior disponibilidade de compostos

sulfurados nessa condição, além das limitações do modelo simplificado para representar as transformações do enxofre durante a digestão anaeróbia.

Tabela 1 – Relação de metano experimental e simulado

Batelada	S/I	CH_4 Experimental (mL/gSV)	CH_4 Simulado (mL/gSV)	Desvio
1ª	01:01	144,88	143,12	0,88
1ª	01:02	231,67	229,09	1,29
1ª	01:04	346,72	348,52	0,90
2ª	01:01	108,52	127,09	9,28
2ª	01:02	89,32	105,07	7,87
2ª	01:04	86,26	102,15	7,94
2ª	01:06	91,99	108,18	8,09
3ª	01:01	137,37	145,29	3,96
3ª	01:02	185,89	194,16	4,13
3ª	01:04	167,87	175,03	3,58
3ª	01:06	229,25	244,82	7,78

Tabela 2 – Relação de dióxido de carbono experimental e simulado

Batelada	S/I	CO_2 Experimental (mL/gSV)	CO_2 Simulado (mL/gSV)	Desvio
1ª	01:01	59,02	68,61	4,79
1ª	01:02	112,14	109,83	1,15
1ª	01:04	160,97	167,09	3,06
2ª	01:01	52,19	60,93	4,37
2ª	01:02	45,39	50,37	2,49
2ª	01:04	32,46	48,98	8,26
2ª	01:06	26,22	51,87	12,82
3ª	01:01	76,95	69,66	3,64
3ª	01:02	133,45	93,09	20,18
3ª	01:04	95,34	83,92	5,71
3ª	01:06	96,64	117,37	10,36

Tabela 3 – Relação de sulfeto de hidrogênio experimental e simulado

Batelada	S/I	H_2S Experimental (ppm)	H_2S Simulado (ppm)	Desvio
1ª	01:01	30,86	68,36	18,75
1ª	01:02	27,32	42,66	7,67
1ª	01:04	27,53	28,07	0,27

2ª	01:01	61,58	92,07	15,24
2ª	01:02	30,63	110,95	40,16
2ª	01:04	29,03	114,16	42,56
2ª	01:06	28,7	107,81	39,55
3ª	01:01	485,95	67,35	209,30
3ª	01:02	85,11	50,41	17,35
3ª	01:04	42,88	55,97	6,545
3ª	01:06	24,54	40,02	7,74

CONCLUSÕES

A modelagem desenvolvida no Aspen Plus apresentou capacidade satisfatória para representar a produção de metano a partir da digestão anaeróbia da cama de frango, com desvios inferiores a 10% entre os valores simulados e experimentais. A abordagem utilizada demonstrou potencial para representar a produção de biogás e auxiliar em futuras etapas de otimização e escalonamento do processo.

AGRADECIMENTOS

À Deus, que me dá saúde e forças para continuar todos os dias; à Universidade Estadual de Maringá (UEM) e ao Programa Institucional de Bolsas de Iniciação Científica (PIBIC) pela oportunidade; ao meu orientador, pelo suporte e amizade; aos meus pais, pelo amor e incentivo.

REFERÊNCIAS

AL-MALAH, K. I. M. **Aspen Plus: chemical engineering applications.** Hoboken: John Wiley & Sons, 2017.

HORIKAWA, M. S.; ROSSI, F.; GIMENES, M. L.; COSTA, C. M. M.; SILVA, M. G. C. da. Chemical absorption of H_2S for biogas purification. **Brazilian Journal of Chemical Engineering**, Campinas, v. 21, n. 3, p. 415-422, 2004.

HUCH DUARTE, V.; VALENTINI, M.; SANTOS, G. B. dos; NADALETTI, W. C.; MULLER VIEIRA, B. Biocombustíveis: uma revisão sobre o panorama histórico, produção e aplicações do biogás. **Revista Ambientale**, v. 14, n. 2, p. 22-34, 2022.

IGARASHI, A. R. **Modelagem e simulação de um processo de remoção de sulfeto de hidrogênio de uma corrente de biogás**. 2024. Dissertação (Mestrado em Engenharia Química) – Universidade Estadual de Maringá, Maringá, 2024.

SILVA, T. G. **Avaliação do potencial de produção de biogás da cama de frango.** 2020. Dissertação (Mestrado em Bioenergia) – Universidade Estadual de Maringá, Maringá, 2020.