RG&SA
Revista Gestão & Sustentabilidade Ambiental
Artigos

# AVALIAÇÃO DA PRODUÇÃO DE BIOGÁS POR DIGESTÃO ANAERÓBIA DE BIOPOLÍMERO DE AMIDO DE BATATA

DOI: http://dx.doi.org/10.19177/rgsa.v9e02020311-328

**Anderson Rodrigo Heydt**[1]
**Paulo André Cremonez**[2]
**Thompson Ricardo Weiser Meier**[3]
**Joel Gustavo Teleken**[4]

## RESUMO

As energias renováveis são conhecidas mundialmente por mitigarem os impactos ambientais causados pelo uso intensivo dos combustíveis fósseis. Dentre as diversas fontes renováveis a biomassa tem apresentado grande destaque pela diversificação em sua obtenção. Uma fonte de biomassa são os polímeros biodegradáveis, principais substitutos de plásticos sintéticos, produzidos de culturas ricas em carbono como milho, batata e mandioca. O presente trabalho avalia a degradação e o potencial de produção de biogás do biopolímero de amido de batata por digestão anaeróbia em fase mesofílica com os reatores em operação batelada. Foram avaliados parâmetros como: eficiência de remoção de Sólidos Totais Voláteis (STV), Produção Acumulada (PA) de gás e concentração de metano de todos os tratamentos. O tratamento com maior eficiência foi o B7, com adição de 7% de massa de biopolímero de amido de batata por volume de reator, onde os parâmetros de eficiência de STV, PA, concentração de metano no biogás apresentaram valores respectivos de 75,85%, 5629,08 mL e 95,66%. A adição de biopolímero de amido de batata no processo de digestão anaeróbia pode ser vista como uma alternativa, o que antes era considerado um resíduo que causava vários danos ao meio ambiente, pode ser utilizado para geração de um biocombustível, o biogás.

**Palavras-chave**: Polímeros biodegradáveis. Degradação. Biogás. Mesofílica. digestão anaeróbia.

[1] Graduação em Engenharia de Energia pela Universidade Federal do Paraná (UFPR). E-mail: andersonrheydt@gmail.com
[2] Graduado em Tecnologia em Biocombustíveis pela Universidade Federal do Paraná (UFPR), mestre em Engenharia de Energia na Agricultura pela Universidade Estadual do Oeste do Paraná (UNIOESTE) e Doutor em Engenharia de Energia na Agricultura pela Universidade Estadual do Oeste do Paraná (UNIOESTE). E-mail: pa.cremonez@gmail.com
[3] Doutorando em Engenharia Química pela Universidade Estadual do Oeste do Paraná (UNIOESTE), Graduado em Tecnologia em Processos Químicos pela Universidade Tecnológica Federal do Paraná (UTFPR), Especialização em Gestão Ambiental com Ênfase em Recursos Hídricos pela Universidade Tecnológica Federal do Paraná (UTFPR) e mestre em Bioenergia pela Universidade Federal do Paraná (UFPR). E-mail: thomweiser@yahoo.com.br
[4] Graduado em Engenharia Química (2007), Mestrado (2009) e doutorado (2013) em Engenharia Química pela Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC). E-mail: joelteleken@gmail.com

## VALUATION OF BIOGAS PRODUCTION BY ANAEROBIC POTATO STARCH BIOPOLYMER DIGESTION


### ABSTRACT

Renewable energies are known worldwide for mitigating the environmental impacts caused by the intensive use of fossil fuels. Among the various renewable sources, biomass has been highlighted for its diversification.One source of biomass is biodegradable polymers, the main substitutes for synthetic plastics, produced from carbon-rich crops such as corn, potatoes and cassava. The present work evaluates the degradation and biogas production potential of potato starch biopolymer by anaerobic digestion in mesophilic phase with reactors in batch operation. Parameters such as: Total Volatile Solids (STV) removal efficiency, Accumulated Gas Production (PA) and methane concentration of all treatments were evaluated.The most efficient treatment was B7, with the addition of 7% of potato starch biopolymer mass per reactor volume, where the parameters of STV, PA, methane concentration in biogas presented respective values of 75,85%, 5629,08 mL and 95,66%. The addition of potato starch biopolymer in the anaerobic digestion process can be seen as an alternative, which was previously considered a waste that caused several environmental damage, can be used to generate a biofuel, biogas.



**Key words:** Biodegradable polymers. Degradation. Biogas. Mesophilic. Anaerobic digestion.


## 1 INTRODUÇÃO

As energias renováveis começaram a ganhar grande destaque após a crise do petróleo por volta da década de 70, sendo a principal responsável por desencadear diversos estudos e tecnologias afim de mitigar os impactos ambientais causados pelo uso desenfreado dos combustíveis fósseis. Essas fontes também são conhecidas como fontes de energia limpa, onde estão ligadas ao desenvolvimento sustentável e contribuem na redução da emissão de gases de efeito estufa para a atmosfera.

Dentre as diversas fontes de energias renováveis podemos citar a energia hidráulica, eólica, solar, geotérmica, hidrogênio, das marés, biomassa, entre outras (OLIVEIRA, FERREIRA e GOMES, 2019). A biomassa é uma das primeiras fontes de energia da humanidade, obtida de origem animal ou vegetal, podendo ser utilizada para geração de energia elétrica, aquecimento de casas, fornecimento de calor para industrias (TOKLU, 2017).

Os polímeros biodegradáveis são um exemplo de fonte de biomassa, onde são constituídos basicamente por polissacarídeos obtidos de diversas fontes renováveis

ricas em carbono, como as culturas de mandioca, milho, batata e pela ação de microrganismos (MIRANDA *et al*., 2017). Devido ao alto interesse científico e popular perante a preservação ambiental, ocorreu um aumento na produção dos polímeros biodegradáveis afim de substituir os plásticos sintéticos. (ALVES, 2019).

Com a intensificação na produção de polímeros biodegradáveis, houve-se a necessidade de realizar a correta destinação. Segundo a ABIPLAST (2018) o descarte dos produtos biodegradáveis não pode ser realizado juntamente aos plásticos comuns, pois podem comprometer a qualidade do material e dificultar a sua reciclagem, uma alternativa promissora para seu destino final são usinas de compostagem. Outra alternativa para o devido fim dos polímeros biodegradáveis é a biodigestão anaeróbia, a qual favorece a sua degradação e contribui para a geração de biogás.

A biodigestão anaeróbica é caracterizada pela decomposição da biomassa em anaerobiose através de microrganismos, gerando assim uma mistura de gases constituído em 60 - 65% de metano ($CH_4$), 35 - 40% de dióxido de carbono ($CO_2$) e vestígios de amônia ($NH_3$), sulfeto de hidrogênio ($H_2S$) e nitrogênio ($N_2$) (MITAL, 1997).

O biogás pode ser gerado por uma ampla gama de resíduos tanto sólidos quanto líquidos, mas desde que sejam biodegradáveis. A biodigestão anaeróbia é considerada uma opção promissora para a geração de biogás, que além de auxiliar na gestão de resíduos é também uma fonte de energia limpa (NANDI *et al*., 2017).

O presente trabalho tem por objetivo, avaliar o processo de degradação e o potencial de produção de biogás de biopolímero produzido a partir de amido de batata, através do processo da biodigestão anaeróbia em fase mesofílica com operação batelada.

## 2 METODOLOGIA

O experimento foi desenvolvido no Laboratório de Produção de Biocombustíveis (LPB) da Universidade Federal do Paraná (UFPR) – Setor Palotina. Palotina é uma cidade que se encontra na região oeste do Paraná, com clima subtropical (cfa), latitude de 24°30´ e longitude de 53°92´conforme Köppen (IAPAR, 2019).

## 2.1 Substratos

O substrato foi composto por biopolímero e água residual de suinocultura, juntamente com o inóculo. O biopolímero empregado no processo, foi produzido através de amido de batata. A água residual de suinocultura foi coletada na Granja Miotto localizada no munícipio de Palotina (PR), sendo uma unidade produtora de leitão (UPL) com um total de 1000 matrizes. O inóculo foi coletado na mesma granja, sendo obtido na saída do biodigestor modelo canadense, utilizado para tratar a água residual de suínocultura.

## 2.2 Produção de biopolímero

O biopolímero foi produzido com base na metodologia de Róz (2004), onde consiste basicamente na solubilização do amido em solvente, aplicado sobre um suporte para que ocorra a evaporação do solvente formando uma matriz contínua dando origem ao biopolímero. Na Tabela 1 a seguir, é possível observar os principais ingredientes e quantidades utilizadas para a produção do biopolímero de amido de batata.

RG&SA Revista Gestão & Sustentabilidade Ambiental

Tabela 1. Ingredientes e quantidade utilizada na formulação do biopolímero.

| Ingredientes | Quantidade |
|---|---|
| Amido de batata | 40 g |
| Água destilada | 500 mL |
| Glicerina | 24 mL |
| Ácido clorídrico (HCl) 0,1 mol/L | 2,4 mL |
| Hidróxido de sódio (NaOH) 0,1 mol/L | Até a neutralização |

Fonte: Elaborado pelos autores, 2019.

O amido foi dissolvido em água destilada e mantido em aquecimento sob agitação, após a homogeneização da mistura estar completa foram adicionados o HCl (0,1 $mol.L^{-1}$) e a glicerina. Sob agitação e aquecimento foi possível observar que a mistura se tornou densa sendo o momento em que o NaOH (0,1 $mol.L^{-1}$) é adicionado para a neutralização. Por conseguinte, a mistura foi acondicionada em placas de petri e mantidas por 24 horas em uma estufa com recirculação de ar, para que o solvente evapore obtendo assim a formação do biopolímero.

## 2.3 Caracterização do biopolímero

A caracterização do biopolímero foi realizada com intuito de avaliar se o biopolímero de amido de batata produzido apresenta similaridade com biopolímeros a nível industrial. Sendo assim, utilizou-se duas técnicas a Microscopia Eletrônica de Varredura (MEV) e Espectroscopia no Infravermelho por Transformada de Fourier (FTIR).

### 2.3.1 Microscopia eletrônica de varredura (MEV)

A microscopia eletrônica de varredura (MEV) é uma ferramenta utilizada para a caracterização de materiais, podendo ser usada para análises de produtos, superfícies de materiais, como por exemplo em grânulos de amido, entre outros. Esta técnica pode ser utilizada para o estudo da morfologia dos grânulos de amido, em particular na análise da forma de grânulos e distribuição de tamanho dos mesmos (MENDES, 2009).

A análise do MEV foi realizada com o auxílio do microscópio eletrônico de varredura, FEI Quanta 440, sendo possível observar as características do biopolímero de amido de batata, onde utilizou-se uma ampliação de 50 *μm*, com finalidade de observar a superfície, morfologia e a homogeneidade das partículas presentes no biopolímero.

### 2.3.2 Espectroscopia no infravermelho por Transformada de Fourier (FTIR)

A técnica de espectroscopia de infravermelho pode ser usada para investigar a composição da amostra ou identificar um composto, assim como as demais técnicas espectroscópicas. O método é vantajoso por ser não destrutivo, e ser capaz de analisar compostos orgânicos e alguns inorgânicos (ARIETA, 2014).

Utilizou-se o espectrofotômetro da marca Pelkin Elmer para realizar a análise de FTIR, com uma resolução de 2 $cm^{-1}$ com 20 varreduras sucessivas, apresentando leituras na região do infravermelho de 4000 a 650 $cm^{-1}$.

## 2.4 Reatores

Na condução do processo da digestão anaeróbia, utilizou-se reatores verticais, com operação batelada em escala laboratorial construídos em PVC, apresentando medidas de 100 mm de diâmetro e 50 mm de comprimento (altura), respeitando

proporções 5:1 de altura: diâmetro (h:d). Com estas medidas obtém-se um volume total de aproximadamente 4 litros, sendo o volume útil do reator delimitado em 3,2 litros, com um volume livre de 20%.

### 2.5 Planejamento experimental

Realizaram-se adições diferenciadas de biopolímero de amido de batata com o objetivo de avaliar a degradação e produção de biogás, sendo estas 0 (controle); 1; 3; 5 e 7 %, obtidas através da relação de massa do biopolímero por volume de reator. Para cada nível de biopolímero foram realizadas triplicatas. As adições dos biopolímeros de 1; 3; 5; e 7 % são representadas respectivamente por B1; B3; B5 e B7 para biopolímero de amido de batata e sem adição (controle) é representado por ARS.

### 2.6 Parâmetros de controle dos reatores

Os reatores foram mantidos em incubadora sob a temperatura média de 35°C (±1,0°C). As incubadoras foram confeccionadas com casco térmico e termostato digital para definição de *set-point* ligado a um segundo termômetro digital localizado na parte interna da estufa, com o intuito de garantir que a temperatura fique em 35°C no interior da estufa. Todo o sistema de captação do efluente digerido e coleta do biogás foram realizados externamente a incubadora.

O processo da digestão anaeróbia contou com um tempo de retenção hidráulica (TRH) de 25 dias, garantindo a degradação completa do substrato e que a produção de biogás cessasse. Na Tabela 2, é possível observar as metodologias empregadas e as análises realizadas no afluente e efluente, sendo possível o estudo, a comparação e a avaliação da eficiência.

Tabela 2. Parâmetros e metodologias empregadas no experimento.

| Parâmetro | Método | N° do método | Referência |
|---|---|---|---|
| pH | Potenciométrico | 4500 – H* | APHA, 1995 |
| Temperatura | Leitura Direta | - | - |
| ST | Gravimétrico | 2540 - B | APHA, 1995 |
| STV, STF | Gravimétrico | 2540 - E | APHA, 1995 |
| AV, AT, AP, AI | Volumétrico | - | SILVA, 1997 |
| Metano | Respirometria | - | AQUINO *et al*., 2007 |

Fonte: Autores, 2019.

### 2.7 Produção de biogás

A produção de biogás foi quantificada através do deslocamento vertical de gasômetros confeccionados em PVC com diâmetro de 100 mm e altura de 300 mm. O direcionamento dos gasômetros foi realizado através de guias construídas em PVC com diâmetro de 150 mm, auxiliando para o deslocamento do gasômetro. Os gasômetros estavam imersos em recipiente com uma solução contendo 25% (v/v) de cloreto de sódio e 3% (v/v) de ácido sulfúrico, utilizada para evitar o escape do biogás e impedir a dissolução do dióxido de carbono do biogás gerado e a partir do deslocamento vertical do gasômetro de PVC determinou-se o volume ocupado pelo biogás (LARSEN,2009). A partir dos valores de temperatura ambiente e considerando que o biogás é um gás ideal, foi convertido esse volume para condições normais de temperatura e pressão (CNTP), obtendo-se o valor real de biogás produzido.

A quantificação de metano e dióxido de carbono foi realizada com o auxílio do AlfaKit ®, que através de um saco amostrador coletou-se o biogás e em sequência realizada as análises. O AlfaKit ® apresenta uma precisão de 2,5% conforme a metodologia utilizada pela rede oficial de laboratórios de solo e da EMBRAPA. (CREMONEZ *et al*., 2016).

RG&SA ISSN 2236-1065
Revista Gestão & Sustentabilidade Ambiental

## 3 RESULTADOS E DISCUSSÕES

### 3.1 Produção do biopolímero

Inicialmente, realizou-se a produção do biopolímero de amido de batata, onde pode ser observado na Figura 1 a seguir. Após a produção do biopolímero, este foi analisado, caracterizado e empregado ao processo da digestão anaeróbia.

Figura 1. Biopolímero de amido de batata.

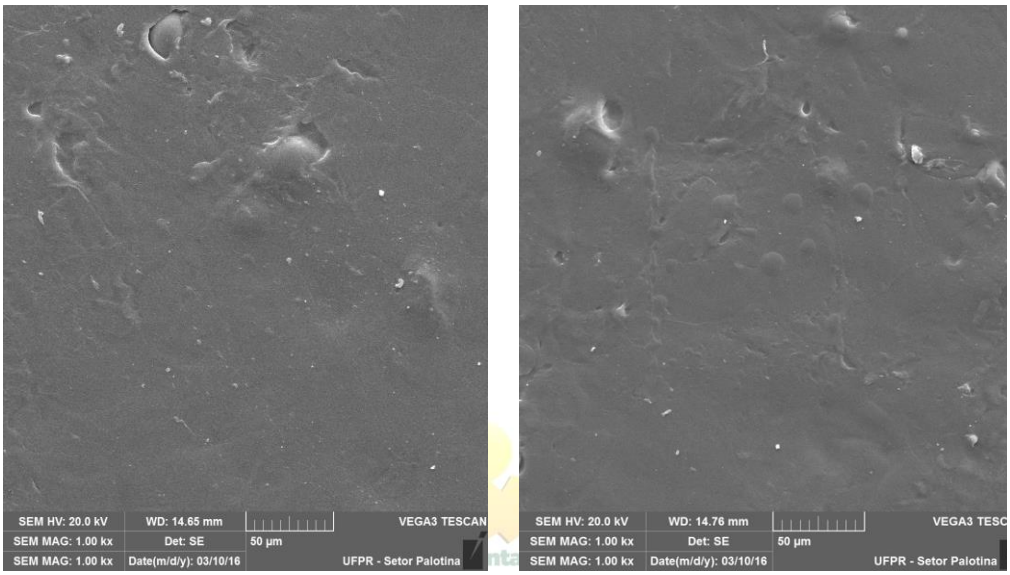
Fonte: Autores, 2019.

## 3.2 Caracterização do biopolímero

### 3.2.1 Microscopia eletrônica de varredura (MEV)

A micrografia do biopolímero de amido de batata produzido, podem ser observadas na Figura 2.

Figura 2. Microscopia eletrônica de varredura do biopolímero de amido de batata com aumento de 50 µm.




(a) (b)

Fonte: Autores, 2019.

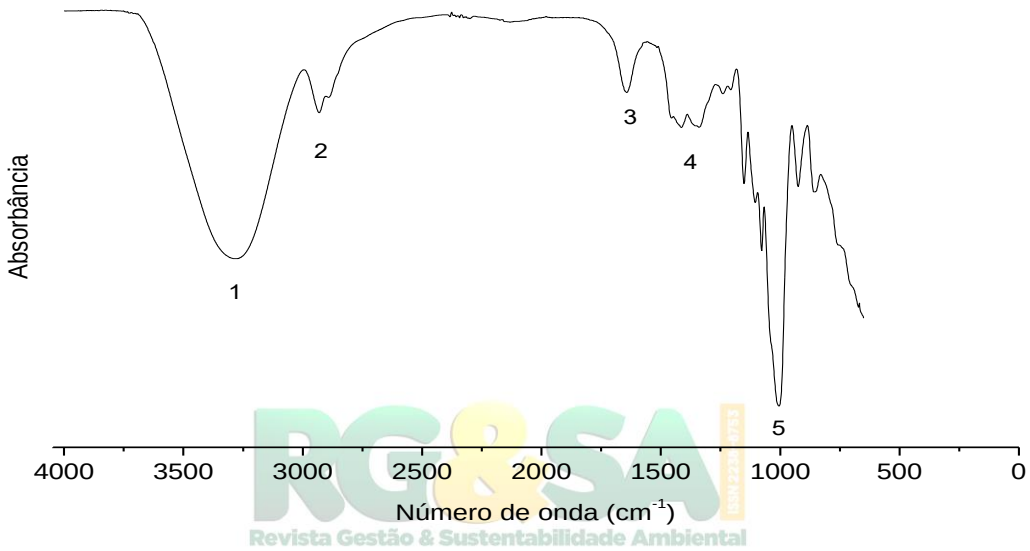
Ao analisar a micrografia do biopolímero de amido de batata (Figura 2 a, b), podemos observar que a superfície do polímero é homogênea, não rugosa e nem apresentando estruturas granulares do amido, isso indica, que no processo de produção do biopolímero, os grânulos de amido de batata foi completamente modificado, tornado assim uma superfície sem irregularidades.

De Carvalho *et al.* (2010) ao analisar biopolímero à base de amido lipofílico e glicerina obtidos por processo de extrusão termoplástica, conseguiram relatar estruturas similares a encontrada no presente trabalho, evidenciando assim a morfologia característica de polímeros a base de amido. Em relação a morfologia de amido termoplástico (TPS), Mendes e Curvelo (S/ano) encontraram uma superfície homogênea, confirmando que o processamento do biopolímero foi eficiente para valores de 30% de plasticizante na mistura. Com isso, podemos observar que o biopolímero produzido se assemelha a biopolímeros industriais.

### 3.2.2 Espectroscopia no infravermelho por Transformada de Fourier (FTIR)

Através da espectroscopia no infravermelho por transformada de Fourier podemos interpretar a estrutura do polímero estudado, conforme pode ser observado na Figura 3.

Figura 3. Espectro de absorção na região do infravermelho do biopolímero de amido de batata.




RGSA
Revista Gestão & Sustentabilidade Ambiental

Fonte: Autores, 2019.

Conforme a Figura 3, podemos observar o espectro na região do infravermelho para o biopolímero de amido de batata, onde os pontos numerados são as principais bandas do biopolímero estudado. A representação de cada banda, número de comprimento de onda e suas respectivas deformações podem ser observadas na Tabela 3.

Tabela 3. Bandas e as principais designações de absorção por FTIR do biopolímero de amido de batata.

| Bandas | Número de onda ($cm^{-1}$) | Designações |
|---|---|---|
| 1 | 3400 | Deformação axial de - OH |
| 2 | 2900 | Deformação axial de - CH |
| 3 | 1650 | Deformação angular de - OH ($H_2O$) |
| 4 | 1400 | Deformação angular de - CH |
| 5 | 1150 | Deformação axial da ligação éter. |

Fonte: Adaptado de Mendes, 2009.

Segundo Arieta (2014), a principal região do número de onda para o amido, está presente em 1000 $cm^{-1}$, representando a deformação da ligação C-O-C, em 2900 $cm^{-1}$ tem-se a deformação C-H *Streching,* e a deformação da ligação O-H é observada no número de onda igual a 3200 $cm^{-1}$, onde os dados apresentados pelo autor são semelhantes ao presente trabalho.

### 3.3 Potencial Hidrogeniônico (pH), Alcalinidade e Acidez

O pH tem papel fundamental no processo de biodigestão anaeróbia, sendo o valor ótimo para o processo de 6,8 a 7,4 (MAO *et al.,* 2015). Nota-se na Tabela 4, que os valores médios do pH do afluente e efluente são próximos a neutralidade, auxiliando para o bom desempenho no processo da biodigestão anaeróbia.

Tabela 4. Dados médios de entrada e saída de pH e relação (AV/AT).

| | **Afluente** | | **Efluente** | |
|---|---|---|---|---|
| **Tratamentos** | **pH** | **Relação (AV/AT)** | **pH** | **Relação (AV/AT)** |
| ARS | 6,92 (±0,55) | 1,32(±0,70) | 7,31 (±0,28) | 0,40 (±0,12) |
| B1 | 6,94 (±0,53) | 1,40 (±0,55) | 7,35 (±0,26) | 0,49 (±0,18) |
| B3 | 6,95 (±0,54) | 1,20 (±0,63) | 7,36 (±0,28) | 0,55 (±0,29) |
| B5 | 6,95 (±0,54) | 1,38 (±0,56) | 7,33 (±0,30) | 0,56 (±0,29) |
| B7 | 6,94 (±0,51) | 1,30 (±0,60) | 7,27 (±0,43) | 0,71 (±0,55) |

Fonte: Autores, 2019.

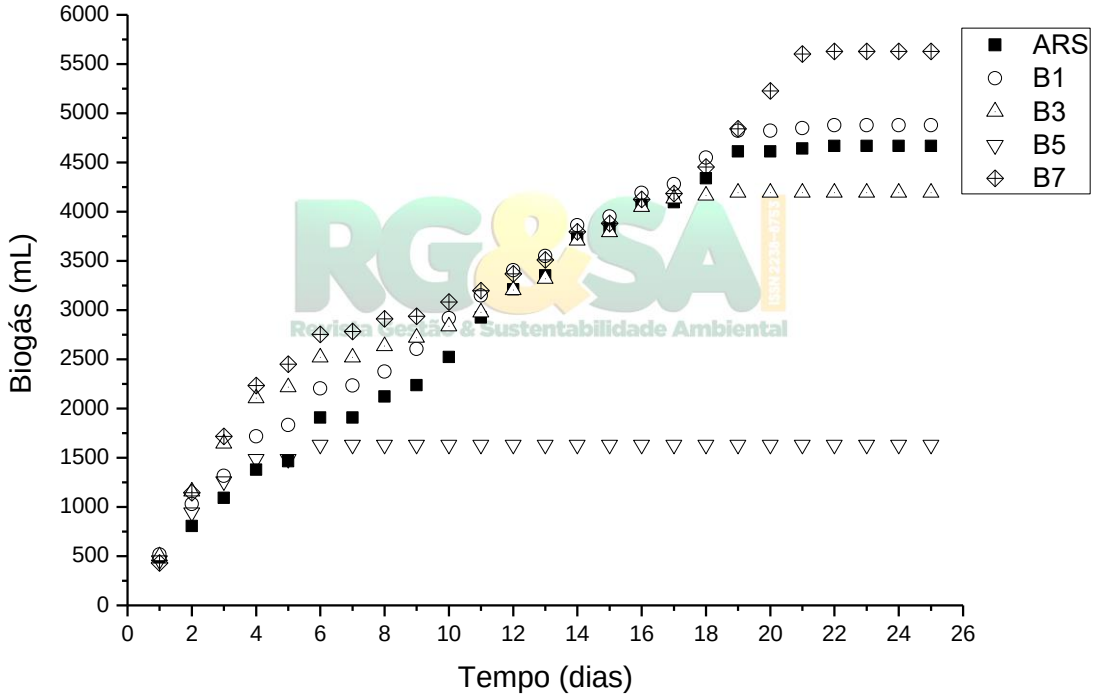
Segundo Leite *et al.* (2004) a relação graxo voláteis/alcalinidade total em torno de 0,5 favorece o estado de equilíbrio dinâmico no reator. Observa-se na Tabela 4, que os valores da relação AV/AT são superiores no afluente para biopolímeros de amido de batata, mas houve uma diminuição na relação AV/AT no efluente. Barana (2000) ao avaliar o tratamento da manipueira no processo de biodigestão anaeróbia também obteve valores superiores na relação AV/AT.

Valores altos da relação de AV/AT estão atrelados a grande degradabilidade do biopolímero, em decorrência disso tem-se uma alta produção de ácidos voláteis do material orgânico, e devido a isso os valores iniciais da relação AV/AT tendem a se torna altos, mas no decorrer do processo da digestão anaeróbia, este valor tende a diminuir apresentando valores finais bem baixos e próximos a dados presentes na literatura.

### 3.4 Produção de biogás

O experimento que melhores resultados apresentou, foi o tratamento B7 com adição de 7% de biopolímero de amido de batata, com uma produção média diária de 225,16 mL e produção acumulada de 5629,08 mL, onde o maior pico de produção foi no 3° dia após o início do experimento, atingindo uma produção máxima de 716,21 mL, conforme apresentado na Figura 4. Já o tratamento B5, com adição de 5% de biopolímero de amido de batata, foi o que apresentou a menor produção de biogás, com uma média diária de 73,25 mL e um total acumulado de 1631,03 mL. Seu maior pico de produção pode ser observado no 3° dia, com produção máxima de 486,64 mL.

Figura 4. Produção acumulada de biogás com adição de biopolímero de amido de batata




Fonte: Autores, 2019.

### 3.5 Composição do Biogás

Segundo Sasse (1988), o biogás é composto por cerca de 60% de metano ($CH_4$) e 40% de dióxido de carbono ($CO_2$). Os valores da composição do biogás podem variar conforme o resíduo utilizado, as condições empregadas ao reator e o tipo de reator.

O tratamento que apresentou a maior composição de metano no biogás foi o experimento B7, com adição de 7% de biopolímero de amido de batata, totalizando 95,66% de metano e 4,34% de dióxido de carbono, já o tratamento ARS (controle), sem adição de biopolímero apresentou menor composição de metano, com um valor igual a 92,66% para metano e 7,34% de dióxido de carbono.

Guo *et al.* (2011) ao realizar a digestão anaeróbia de espumas, obteve diferentes valores quanto a eficiência de conversão final de metano, para espuma a base de trigo (WBF), encontrou o valor de 61,9%, em espuma a base de amido de batata (PSBF), obteve o valor de 58,3%, já para espuma a base de amido de milho (MSBF), o valor encontrado foi de 57,8%. Cremonez *et al.* (2016) ao analisar a produção de metano de polímeros biodegradáveis produzidos a partir de fécula de mandioca (PBM) obteve valores de 70% de metano com adição de 40 g do biopolímero.

### 3.6 Remoção de sólidos

Os sólidos presentes em um resíduo são divididos em três, sendo eles: sólidos totais (ST), sólidos totais fixos (STF) e sólidos totais voláteis (STV). Os sólidos voláteis representam a matéria orgânica presente no resíduo que será degradado na digestão anaeróbia, os sólidos fixos é a matéria inorgânica que não se degrada e a soma dos sólidos fixos com os voláteis resulta nos sólidos totais. (LEITE *et al.,* 2009).

Na Tabela 5, podemos observar os dados de entrada e saída de STT e STV dos reatores para cada experimento desenvolvido.

Tabela 5. Dados de entrada e saída dos reatores referentes a sólidos totais (STT) e sólidos totais voláteis (STV).

| | **Entrada** | | **Saída** | |
|---|---|---|---|---|
| **Tratamentos** | **STT ($g.L^{-1}$)** | **STV ($g.L^{-1}$)** | **STT ($g.L^{-1}$)** | **STV ($g.L^{-1}$)** |
| ARS | 30,31 (±0,12) | 19,56 (±0,25) | 9,79 (±0,62) | 5,49 (±0,34) |
| B1 | 31,09 (±0,12) | 20,34 (±0,24) | 11,33 (±3,37) | 5,81 (±1,62) |
| B3 | 32,67 (±0,10) | 21,91 (±0,22) | 11,10 (±4,25) | 5,87 (±2,00) |
| B5 | 34,24 (±0,09) | 23,48 (±0,20) | 11,68 (±2,89) | 5,98 (±1,17) |
| B7 | 35,81 (±0,09) | 25,05 (±0,19) | 11,28 (±3,65) | 6,05(±1,54) |

Autores, 2019.

É notável observar, que os dados de STT e STV apresentaram um leve aumento em decorrência das diferentes adições, sendo característica ao aumento gradativo da adição de biopolímero de amido de batata realizada a cada tratamento.

Na Tabela 6, podemos observar os dados de remoção de sólidos, onde o tratamento que maior eficiência de remoção de sólidos foi o B7, com adição de 7% de biopolímero a base de batata, teve uma remoção de 68,50% dos sólidos totais, 52,14% de sólidos totais fixos e 75,85% de sólidos totais voláteis.

Tabela 6. Remoção de sólidos totais (STT) e sólidos totais voláteis (STV).

| Tratamentos | Remoção de STT % | Remoção de STV % |
|---|---|---|
| ARS | 67,70 | 71,93 |
| B1 | 63,56 | 71,44 |
| B3 | 66,02 | 73,21 |
| B5 | 65,89 | 74,53 |
| B7 | 68,50 | 75,85 |

Autores, 2019.

Yagi *et al.* (2013), ao realizar biodegradação anaeróbia de poliésteres biodegradáveis em temperaturas termofílicas, obteve resultados de 24% de degradação com o poli (ácido láctico) com tempo de retenção de 30 dias. Cremonez *et al.* (2016) ao degradar polímero biodegradável de fécula de mandioca (PBM) na biodigestão anaeróbia, obteve resultados de 64,94% de remoção de ST, adicionado 40 g de PBM, ao processo.

## 4 CONSIDERAÇÕES FINAIS

A adição de biopolímero a base de amido ao processo de biodigestão anaeróbia pode ser vista como uma alternativa, o que antes era considerado um resíduo que causava vários danos ao meio ambiente, pode ser utilizada para geração do biogás. Podemos observar que o tratamento B7 com adição de 7% de biopolímero de amido de batata apresentou maior produção acumulada de biogás, totalizando 5629,08 mL em 25 dias.

O tratamento B7 com adição de 7% de adição de biopolímero de amido de batata, também apresentou os melhores resultados referentes a composição do biogás, totalizando 95,66% de metano e 4,34% de dióxido de carbono, e também na

remoção de sólidos, com valores de 68,50%, 52,14% e 75,85% para sólidos totais (STT), sólidos totais fixos (STF) e sólidos totais voláteis (STV) respectivamente.

## REFERÊNCIAS


ABIPLAST, Associação Brasileira da Industria do Plástico. 2018. Disponível em: <http://www.abiplast.org.br/wp-content/uploads/2019/10/perfil2018-web_VC.pdf>, acesso em 10/10/2019.

ALVES, M. I. **Maximização dos parâmetros operacionais e comparação de meio para melhoria da produção e acúmulo de P (3HB) por bactérias nativas**. 171f. Tese (Doutorado) – Ciência e Tecnologia de Alimentos, Universidade Federal de Pelotas, Pelotas, 2019.

APHA, AMERICAN PUBLIC HEALTH ASSOCIATION. Standard Methods for the Examinations for Water and Wastewater. Washington, D.C: 19th edition, 1995.

AQUINO, S.F.; CHERNICHARO, C.A.L. FORESTI, E.; DOS SANTOS, M. de L.F.; MONTEGGIA, L.O. Metodologias para determinação da atividade metanogênica específica (AME) em lodos anaeróbios. **Eng. Sanit. Ambient.**, v.12, n.2, p.192-201. 2007.

ARIETA, P. D. F. Caracterização de produtos comerciais à base de amido de milho. 2014. 56 f. TCC (Graduação) - Curso de Engenharia de Materiais, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2014.

BARANA, A. C. **Avaliação de tratamento de manipueira em biodigestores fase acidogênica e metanogênica.** 2000. 95 f. Tese (Doutorado) - Curso de Agronomia – Área de Concentração em Energia na Agricultura, Universidade Estadual Paulista “júlio de Mesquita Filho”, Botucatu – SP, 2000.

CREMONEZ, P. A.; TELEKEN, J. G.; FEIDEN, A.; ROSSI, E. de.; SOUZA, S.M. de.; TELEKEN, J.; DIETER, J.; e ANTONELLI, J. Biodigestão anaeróbia de um polímero orgânico de fécula de mandioca. **Revista de Ciências Agrárias**, v. 39, n. 1, p. 122-133, 2016.

DE CARVALHO, C. W. P.; FAKHOURI, F.M.; ASCHERI, J. L. R.; TAKEITI, C. Y.; BILCK, A. P.; e MEI, L. Bioplásticos à base de amido lipofílico e glicerina obtidos por processo de extrusão termoplástica. In: Embrapa Agroindústria de Alimentos-Artigo em anais de congresso (ALICE). In: **FEIRA E CONGRESSO PLASTSHOW**, 5., 2010, São Paulo. Soluções para a indústria de transformação de plásticos. São Paulo: Aranda, 2010. 1 CD-ROM.


RG&SA Revista Gestão & Sustentabilidade Ambiental

GUO, M., TRZCINSKI, A. P., STUCKEY, D. C., & MURPHY, R. J. Anaerobic digestion of starch–polyvinyl alcohol biopolymer packaging: Biodegradability and environmental impact assessment. **Bioresource technology,** 102(24), 11137-11146, 2011.

IAPAR. 2019. Atlas Climático do Estado do Paraná. Disponível em: <http://www.iapar.br/arquivos/File/zip_pdf/AtlasClimaticoPR.pdf> Acesso em: abril/2019.

LARSEN, A. C. **Co-digestão anaeróbia de glicerina bruta e efluente de fecularia.** Paraná: Centro de Ciências Exatas e Tecnológicas, Universidade Estadual do Oeste do Paraná, 2009. 41p. Dissertação (Mestrado em Engenharia Agrícola). 2009.

LEITE, V. D.; LOPES, W. S.; SOUSA, J. D.; PRASAD, S.; SILVA, S. A. Tratamento anaeróbio de resíduos sólidos orgânicos com alta e baixa concentração de sólidos. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 13, n. 2, p. 190-196, 2009.

LEITE, V. D.; LOPES, W. S.; SOUSA, J. T.; PRASAD, S. Tratamento anaeróbio de resíduos orgânicos com baixa concentração de sólidos. **Revista Brasileira de Engenharia Sanitária Ambiental**. V. 9, n. 4, p. 280-284. 2004.

MAO, C., FENG, Y., WANG, X., & REN, G. Review on research achievements of biogas from anaerobic digestion. **Renewable and Sustainable Energy Reviews**, v. 45, p. 540-555, 2015.

MENDES, F. M. **Produção e caracterização de bioplásticos a partir de amido de batata.** 198 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Química, Universidade de São Paulo, São Carlos, 2009.

MENDES, F. M.; CURVELO, A. AS. Produção e caracterização de bioplásticos a partir de amido de batata, poli-hidroxibutirato e poli-hidroxibutirato-co-valerato (sem ano).

MIRANDA, L., T MORAIS, G. A., LIRA, V., & ABREU, M. Avaliação da resistência à compressão e do desempenho frente à corrosão por cloretos de um concreto auto-adensável produzido com adição de biopolímero. In: **Anais da Conferência Nacional de Patologia e Recuperação de Estruturas**. 2017.

MITAL, K. M. **Biogas systems: policies, progress and prospects**. Taylor & Francis, 1997.

NANDI, R., SAHA, C. K., HUDA, M. S., & ALAM, M. M. Effect of mixing on biogas production from cow dung. **Eco-friendly Agril J**, v. 10, n. 2, p. 7-13, 2017.

OLIVEIRA, L. S. S.; FERREIRA, F. C. L.; GOMES, L. M. Uma abordagem sobre PCHs no ensino médio como ferramenta introdutória para o ensino sobre energias renováveis. **Scientia Plena**, v. 15, n. 7, 2019.

RÓZ, A. L. **Preparação e caracterização de amidos termoplásticos**. Tese de Doutorado, Universidade de São Paulo, São Carlos, 2004.

SASSE, L. Biogas plants. Vieweg&Sohn. Wiesbaden, 1988. Disponível em: <http://www.sswm.info/sites/default/files/reference_attachments/SASSE%201988%20Biogas%20Plants.pdf> Acesso em: abril 2019.

SILVA, M.O.S.A. Análises Físico-químicas para Controle de Estações de Tratamento de Esgoto. São Paulo: **CETESB**, 1977.

TOKLU, E. Biomass energy potential and utilization in Turkey. **Renewable Energy**, 2017.

YAGI, H.; NINOMIYA, F.; FUNABASHI, M. e KUNIOKA, M. Thermophilic anaerobic biodegradation test and analysis of eubacteria involved in anaerobic biodegradation of four specified biodegradable polyesters. **Polymer Degradation and Stability**, vol. 98, n. 6, p. 1182-1187, 2013.

Revista Gestão & Sustentabilidade Ambiental