



# Avaliação da degradação de novos suportes poliméricos utilizados em meios biológicos

## *Evaluation of the degradation of new polymeric supports using in biologic medium*

Ana Cristina de Souza Andrete<sup>\*</sup>, Betty Cristiane Kuhn<sup>†</sup>, Reinaldo Yoshio Morita<sup>‡</sup>

### RESUMO

A produção e obtenção de biopolímeros são alternativas para substituir os polímeros sintéticos. Dessa forma, os biopolímeros de origem natural são utilizados em diversos setores. O alginato de sódio possui ampla aplicabilidade em diversos tipos de indústrias. Na agricultura, esse material pode ser utilizado na produção de sementes sintéticas. Há estudos sobre a degradação do gel de alginato em meio sólido. Logo, o objetivo deste trabalho é avaliar a degradação do gel de alginato em meio líquido utilizando microrganismos eficientes (ME) em um biorreator airlift. A formação do gel de alginato ocorre pela adição de uma solução de cloreto de cálcio na solução de alginato de sódio. Assim, o gel reticulado obtido pode ser submetido a degradação em meio líquido contendo os ME capturados e ativados no biorreator por 20 dias. Espera-se que a degradação do gel de alginato em meio líquido ocorra mais rapidamente quando comparado ao meio sólido. A avaliação da degradação do gel de alginato em meios alternativos é muito importante e torna possível obter novas formas para estudar a degradação de outros biopolímeros.

**Palavras-chave:** biopolímeros, microrganismos eficientes, gel de alginato, degradação biológica.

### ABSTRACT

The production and obtaining of biopolymers emerged to replace synthetic polymers. Thus, biopolymers of natural origin are used in several sectors. Sodium alginate has wide applicability in different types of industries. In agriculture, this material can be used in the production of synthetic seeds. There are already studies on the degradation of alginate gel in solid medium. Therefore, the objective of this work is to evaluate the degradation of alginate gel in liquid medium, using efficient microorganisms (ME) in an airlift bioreactor. Alginate gel formation occurs by adding a calcium chloride solution to the sodium alginate solution. So, the gel obtained can be subjected to degradation in a liquid medium containing ME captured and activated in the bioreactor for 20 days. It is expected that the degradation of alginate gel in liquid medium occurs faster when compared to solid medium. The evaluation of alginate gel degradation in alternative medium is very important and makes it possible to obtain new ways to study the degradation of other biopolymers.

**Keywords:** biopolymers, efficient microorganisms, alginate gel, biological degradation.

## 1 INTRODUÇÃO

Os polímeros são amplamente utilizados em diversos setores, apresentando diferentes aplicabilidades por possuir a capacidade de assumir diferentes propriedades e configurações. Sendo matéria-prima para a confecção de materiais plásticos, é possível encontrá-los nas embalagens de alimentos, cápsulas de medicamentos, etc (ALMEIDA; SOUZA, 2015). Apesar de serem materiais necessários podem causar danos ao ambiente quando descartados inadequadamente. Os biopolímeros naturais apresentam algumas vantagens em relação aos polímeros sintéticos – polímeros sintetizados com matéria-prima de origem da petroquímica –

\* Engenharia de Bioprocessos e Biotecnologia, Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Dois Vizinhos, Paraná, Brasil; [anaandrete@alunos.utfpr.edu.br](mailto:anaandrete@alunos.utfpr.edu.br)

† Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Campus Dois vizinhos; [bettykuhn@utfpr.edu.br](mailto:bettykuhn@utfpr.edu.br)

‡ Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Campus Dois vizinhos; [rmorita@utfpr.edu.br](mailto:rmorita@utfpr.edu.br)



pois podem ser mais facilmente degradados por microrganismos, além de ter uma cadeia produtiva mais sustentável (NAIR *et al.*, 2017).

Os biopolímeros naturais, assim como os (bio)polímeros sintéticos, possuem ampla aplicabilidade na indústria (ALBARELLI *et al.*, 2009), inclusive no encapsulamento de sementes sintéticas utilizando o alginato de sódio. Este material pode ser extraído de alga marinha marrom ou produzido por microrganismos, bem como os do gênero *Pseudomonas*. O alginato possui aplicações variadas por sua característica de rápida absorção de água (DUARTE *et al.*, 2018), podendo ser utilizado como agente encapsulante, espessante, formador de filmes, entre outros (MÜLLER; BRIGIDO, 2011). Albarelli *et al.* (2009) testaram o alginato para a encapsulação de corantes naturais com propriedades neutracêuticas para liberação. Para testar o encapsulamento de sementes sintéticas com esse biopolímero, Duarte *et al.* (2018) fizeram um estudo quanto a qualidade de sementes de soja encapsuladas com alginato de sódio e detectaram que esse material não altera a qualidade das sementes, logo, o material pode também ser utilizado na agricultura.

A técnica de sementes sintéticas é amplamente utilizada para a clonagem e melhoramento genético de plantas ornamentais, como as orquídeas. Essa ferramenta consiste no encapsulamento de embriões somáticos de plantas em gel de alginato, em condições estéreis, onde contém todos os nutrientes necessários para o desenvolvimento do embrião (FUZITANI; NOMURA, 2004).

A degradação biológica de polímeros se dá pela utilização deste material como a principal fonte de carbono por os microrganismos, que fazem a quebra das cadeias dos polímeros com ação enzimática. Os microrganismos envolvidos nesse processo podem ser fungos, algas ou bactérias (COSTA *et al.*, 2014).

Rodrigues e Sucaria (2017) estudaram a degradabilidade do gel de alginato por microrganismos existentes no solo, através do Teste de Sturm por 180 dias, que analisa a produção de dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>) durante a degradação, concluindo que esse material possui características biodegradáveis. Os microrganismos eficientes (ME) – um conjunto de microrganismos presente no solo, podendo ser coletados na borda de mata virgem – podem ser empregados como fertilizantes na agricultura e até mesmo na biorremediação de áreas contaminadas. Estão presentes neste conjunto os actinomicetos, leveduras, bactérias produtoras de ácido láctico e bactérias fotossintéticas (BONFIM *et al.*, 2011).

Algumas culturas de microrganismos podem ser obtidas no processo de fermentação aeróbia utilizando os biorreatores do tipo *airlift*, uma vez que promovem grande transferência de oxigênio e movimentam o meio líquido a partir da própria entrada de ar, resultando em maior economia de energia e aumentando a diluição de O<sub>2</sub> e tornando mais acessível a assimilação microbiana (CERRI, 2009). Assim, será que a taxa de degradação do alginato reticulado na presença de microrganismos eficientes utilizando um biorreator *airlift* será maior?

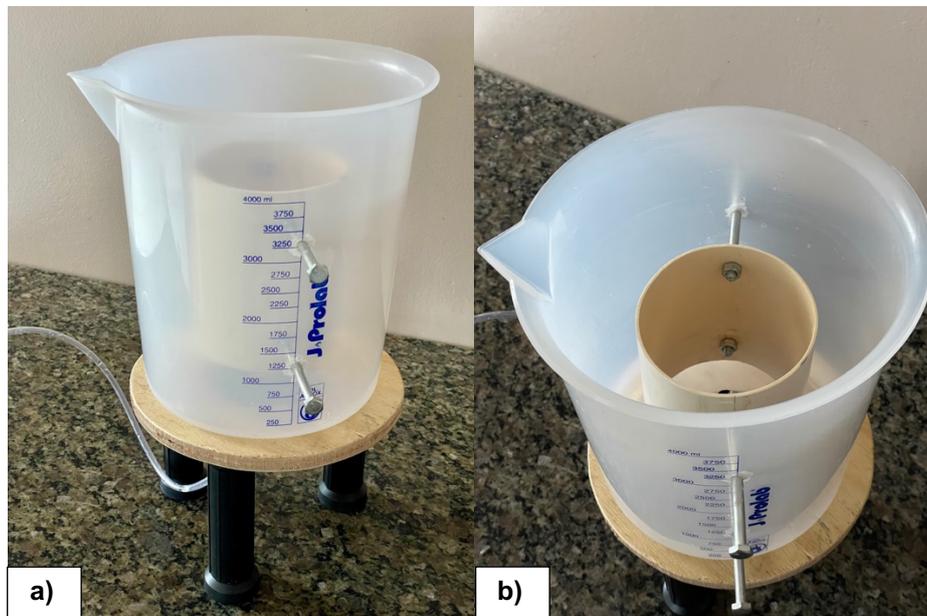
## 2 MÉTODO

A pesquisa foi realizada nas dependências da Universidade Tecnológica Federal do Paraná (UTFPR) campus Dois Vizinhos, através de experimentos em escala laboratorial.

O gel de alginato foi obtido através da adição de solução de cloreto de cálcio 10% à solução de alginato de sódio 20%.

O biorreator *airlift* foi construído utilizando um Becker de 4L, um cano de 13 cm de comprimento e 10 cm de diâmetro, parafusos e silicone, conforme demonstrado na Fig. 1. O seu funcionamento se dá pela conexão de uma mangueira no centro do inferior do recipiente, que está conectada a uma bomba compressora de ar para aquário.

**Figura 1 – Imagem do biorreator *airlift*: (a) Vista frontal; (b) Vista de cima**



Fonte: Autoria própria (2021).

Os ME foram coletados na borda da Trilha Ecológica da UTFPR, campus Dois Vizinhos, utilizando a proposta de captura adaptada (A) e ativação (B) de Bonfim *et al.* (2011), conforme descrito na Tabela 1.

**Tabela 1 – Captura e ativação de microrganismos eficientes**

A	B
Cozinhar 700 g de arroz sem sal	Distribuir o arroz colorido em 5 garrafas de plástico
Utilizar uma bandeja de plástico para colocar o solo coletado da mata	Colocar 200 mL de melação em cada garrafa
Cobrir com pano estéril de algodão para proteger	Completar a garrafa com água limpa, sem cloro ou água de arroz
Colocar o arroz cozido sobre o pano	Fechar as garrafas e deixar à sombra por 10 a 20 dias.
Cobrir o arroz com outro pano estéril de algodão	Liberar o gás armazenado nas garrafas – de 2 em 2 dias
Colocar serapilheira coletada da borda da mata sobre o pano	Colocar a tampa e apertar a garrafa dos lados afim de tirar todo o ar de dentro dela, pois a fermentação deve ocorrer em ambiente anaeróbio
Entre 10 e 15 dias os ME são capturados	

Fonte: Autoria própria (2021).

Após ativação, os ME foram colocados no biorreator *airlift* e o gel de alginato é adicionado para iniciar a degradação por 20 dias. A avaliação da degradação pelos ME deve ser determinada por gravimetria – variação de massa e comparação do aspecto visual do material antes e após o ensaio de degradação.



### 3 RESULTADOS ESPERADOS

As sementes sintéticas do gel de alginato de cálcio foram sintetizadas e apresentaram características típicas de um material polimérico reticulado, com aparência translúcida e gelificada (Figura 2). A reticulação do alginato de sódio utilizando uma solução de cloreto de cálcio promove a formação de um material polimérico com aspecto gelificado e insolúvel.

Figura 2 – Imagem do gel de alginato de cálcio



Fonte: Autoria própria (2021).

O ensaio utilizando o biorreator *airlift* levaria 20 dias com avaliação diária do meio biológico e do material polimérico, porém não foi realizado. Mas, ao contrário dos resultados apresentados por Rodrigues e Sucaria (2017), espera-se que utilizando um biorreator com aeração e um meio líquido contendo os ME, a degradação do gel de alginato seja mais facilmente degradado e em menor tempo. As características favoráveis à biodegradação do alginato reticulado podem contribuir para a otimização da degradação biológica de outros biopolímeros.

### 4 CONCLUSÃO

O gel de alginato é um biopolímero que pode ser utilizado como sementes sintéticas, contudo, faz-se necessário avaliar a sua degradação biológica em meios alternativos, como o meio líquido contendo o consórcio de microrganismos (ME) capturados do solo. Assim, a degradação de um biopolímeros reticulado na presença dos ME utilizando o biorreator *airlift* pode obter novas formas para avaliar e estudar a degradação de diversos biopolímeros.

### REFERÊNCIAS

ALBARELLI, J. Q. *et al.* Encapsulação de Corantes Funcionais Em Matriz de Alginato Puro ou Recoberto Por Biopolímeros. In: Congresso Brasileiro de Polímeros, 10., 2009, Foz do Iguaçu. **Anais do 10º Congresso Brasileiro de Polímeros.** Foz do Iguaçu.



- ALMEIDA, G.S.G. D.; SOUZA, W.B. D. Engenharia dos Polímeros - Tipos de Aditivos, Propriedades e Aplicações. São Paulo: Editora Saraiva, 2015.
- BONFIM, F. P. G. *et al.* Caderno dos microrganismos eficientes (EM): instruções práticas sobre uso ecológico e social do EM. 2. ed. Universidade Federal de Viçosa: Departamento de Fitotecnia, 2011.
- CERRI, M. O. Hidrodinâmica e transferência de oxigênio em três biorreatores Airlift de circulação interna geometricamente semelhantes. 2009. 157 f. Tese (Doutorado) - Curso de Engenharia Bioquímica, Universidade Federal de São Carlos, São Carlos, 2009.
- COSTA, C. Z. *et al.* Degradação Microbiológica e Enzimática de Polímeros: Uma Revisão. Química Nova. Rio de Janeiro. v.XY, n. 00, p. 1-9, 2014.
- DUARTE, V. G. de O. *et al.* Qualidade de Sementes de Soja Encapsuladas Com Alginato de Sódio. **The Journal Of Engineering And Exact Sciences**, [S.L.], v. 4, n. 3, p. 0311-0316, 16 jul. 2018. Universidade Federal de Vicosa. <http://dx.doi.org/10.18540/jcecv14iss3pp0311-0316>.
- FUZITANI, E.; NOMURA, E. Produção de mudas in vitro. Revista Brasileira de Horticultura Ornamental. 10., 2004. 10.14295/rbho.v10i1.318.
- MÜLLER, J. M.; SANTOS, R. L. dos; BRIGIDO, R. V. Produção de alginato por microrganismos. **Polímeros**, [S.L.], v. 21, n. 4, p. 305-310, 14 out. 2011. FapUNIFESP (SciELO). <http://dx.doi.org/10.1590/s0104-14282011005000051>.
- NAIR, N.R. *et al.* Biodegradation of Biopolymers. **Current Developments In Biotechnology And Bioengineering**, [S.L.], p. 739-755, 2017. Elsevier. <http://dx.doi.org/10.1016/b978-0-444-63662-1.00032-4>.
- RODRIGUES, A. D.; SUCARIA, F. E. Estudo Comparativo de Biodegradação de Biopolímeros Com Aplicações Farmacêuticas. In: 17º Congresso Nacional de Iniciação Científica, 17., 2017, São Paulo. **Anais do Conic-Semesp**. São Paulo: 2017.