



7ª Feira Mineira de Iniciação Científica



De 11 de novembro a 01 de dezembro de 2023

Ciências Exatas e da Terra
FEMIC JOVEM

Marina Duarte Martins
Pedro Henrique Stecanella

Schana Andréia da Silva
Maria Angélica Thiele Fracassi

Fundação Escola Técnica Liberato Salzano Vieira da
Cunha

Novo Hamburgo, RS- Brasil



bioaumentacaoliberato@gmail.com

Uso da Bioaumentação Para Análise da Biodegradabilidade de Polímeros



**Do Marketing à Ciência: Combatendo o
Greenwashing Com um Método de Análise Inovador**

Apresentação



● Polímeros biodegradáveis representam uma alternativa para reduzir o impacto ambiental de resíduos plásticos, no entanto, os testes de biodegradabilidade existentes são demorados e caros, dificultando o desenvolvimento de novos produtos e facilitando o greenwashing, uma prática enganosa de promover produtos como sendo ambientalmente amigáveis e biodegradáveis, sem que de fato sejam. Este trabalho propõe um novo método acelerado, baseado no aumento da atividade microbiana, através da bioaugmentação dos microrganismos presentes no solo.

● Com o método desenvolvido, reduziu-se o tempo de aplicação dos testes de até 180 dias, como determinam as normas vigentes de biodegradação, para 28 dias, além disso, utilizou-se equipamentos mais baratos para as análises. Desta forma, este método não apenas acelera a validação de soluções sustentáveis, mas também é uma arma potente contra práticas de greenwashing, guiando a indústria e os consumidores a um futuro mais sustentável.

Objetivos



GERAL:

Desenvolver um método acelerado de análise da biodegradabilidade de polímeros utilizando a técnica de bioaugmentação.

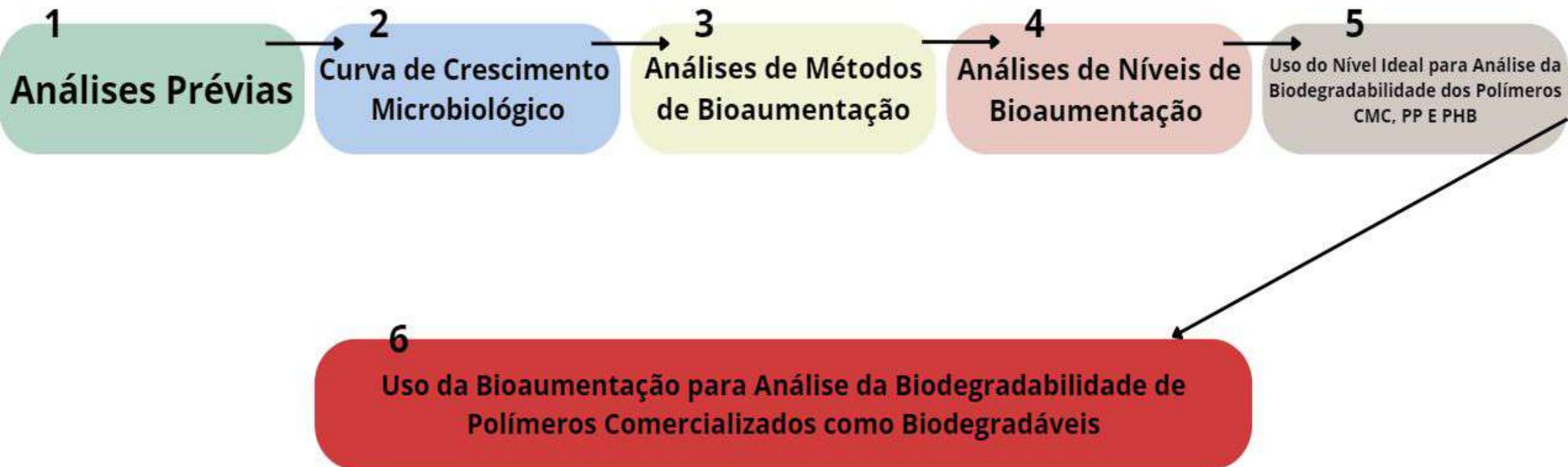
ESPECÍFICOS:

- Testar três diferentes métodos de bioaugmentação em solo;
- Reduzir de 45-180 dias, como recomendado pela ASTM D5338:15 e ISO-14588:2019, para 28 dias o período de aplicação de teste de biodegradabilidade de polímeros;
- Aplicar o método acelerado com diferentes polímeros;
- Aplicar o método acelerado com polímeros comercializados como biodegradáveis.

Metodologia



A metodologia foi dividida em 6 partes principais, para facilitar a compreensão:



Metodologia



1. Análises Prévias

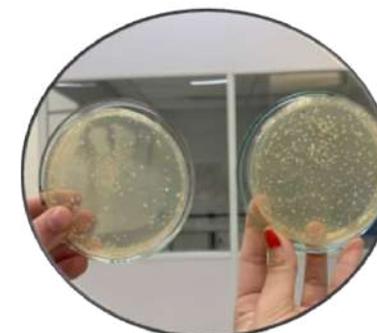
Realizou-se algumas análises prévias do solo, que as normas de biodegradação recomendam:

- pH
- Teor de umidade
- Teor de Carbono Orgânico Total



Adicionou-se ao trabalho uma análise prévia extra, a fim de quantificar a quantidade inicial de microrganismos presentes no solo:

- Contagem Padrão em Placas por diluição seriada, pela técnica de *Pour Plate*.



Metodologia



2. Curva de Crescimento Microbiológico

A fim de realizar o bioaumento em solo, foram testadas três diferentes fontes nutrientes:

- di-hidrogenofosfato de potássio e sulfato de amônio;
- extrato de levedura;
- caldo nutriente.

Para avaliar o potencial de bioaumento em solo de cada uma das fontes, foi realizada uma curva de crescimento microbiológico.

Extrato de Levedura



Sulfato de Amônio
Di-hidrogenofosfato de Potássio



Caldo Nutriente



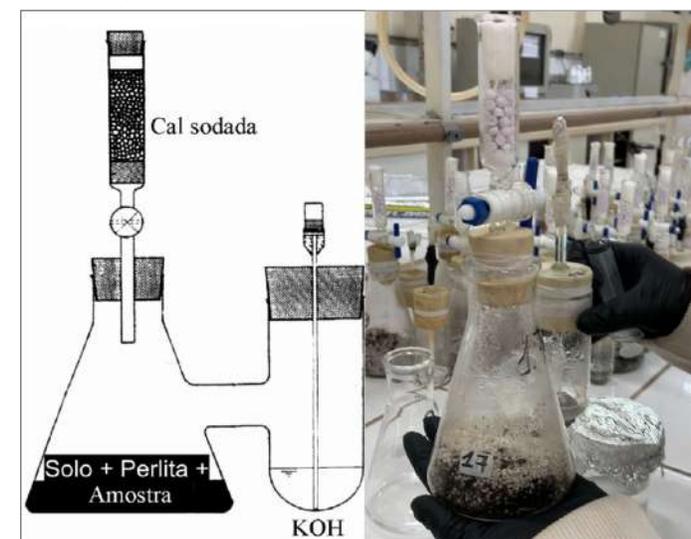
Metodologia



3. Análises de Métodos de Bioaugmentação

Os métodos que demonstraram melhor desempenho ao analisar a Curva de Crescimento Microbiológico, extrato de levedura e caldo nutriente, após os 6 dias de estufa, foram distribuídos entre 18 respirômetros de Bartha, a fim de avaliar atividade microbiológica a partir da produção de CO_2 . A partir desta etapa, em todos os testes de degradação seguintes foi utilizada a respirometria de Bartha.

Respirômetro de Bartha



Metodologia

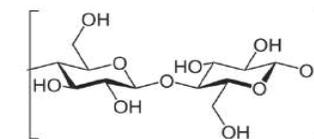


4. Análises de Níveis de Bioaugmentação

Após a escolha da fonte nutriente ideal, extrato de levedura, realizou-se uma bateria de testes para avaliar qual nível desta seria o adequado para a biodegradação de polímeros. Para isto, utilizou-se níveis de 50% e 100% de solo bioaugmentado, a amostra testada nesta primeira etapa foi a Celulose Microcristalina (CMC). Com o objetivo de comprovar o bioaumento, foi realizada uma contagem padrão em placas para os 3 solos testados.



CMC



Metodologia



5. Uso do Nível Ideal para Análise da Biodegradação dos Polímeros CMC, PHB e PP

Para esta etapa foi utilizado o solo 50% bioaumentado, visto que este apresentou melhor desempenho com relação à degradação de CMC. Com o intuito de validar o método proposto, os testes foram realizados utilizando o PHB como polímero teste e o PP e CMC como controles negativo e positivo do método, respectivamente.



Metodologia



6. Uso da Bioaugmentação para Análise da Biodegradabilidade de Polímeros Biodegradáveis

Para esta etapa, ainda em andamento, o método proposto está sendo aplicado a produtos comercializados como sendo biodegradáveis. As amostras desta etapa são: Copo, canudo e sacola comercializados como biodegradáveis. Para esta etapa estão sendo utilizados CMC e PP como controle positivo e negativo, respectivamente. A previsão de término do teste é 07/11/23.

As composições destes materiais vendidos como biodegradáveis não são apresentados pelas empresas nos rótulos, por isso, realizou-se também uma análise de Espectroscopia de Infravermelho (FTIR), a fim de determinar suas composições.



Resultados alcançados



1. Análises Prévias

Para as análises prévias realizadas, foram obtidos os seguintes valores: pH= 7,82; umidade= 55,89%; TOC= 11,72%. Os resultados foram avaliados e se mostraram dentro do ideal quando comparados com os valores de referência do Manual de Métodos de Análise de Solo (EMBRAPA, 2017, p. 199, 360) e as normas atuais de biodegradação.

Resultados alcançados

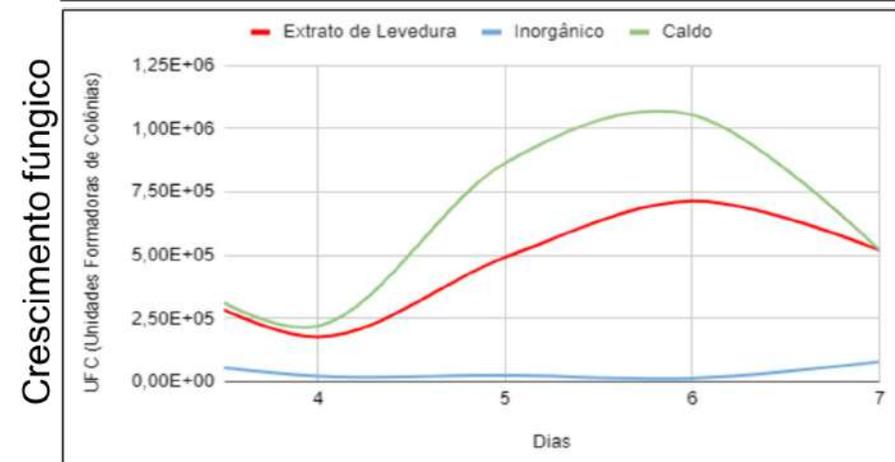
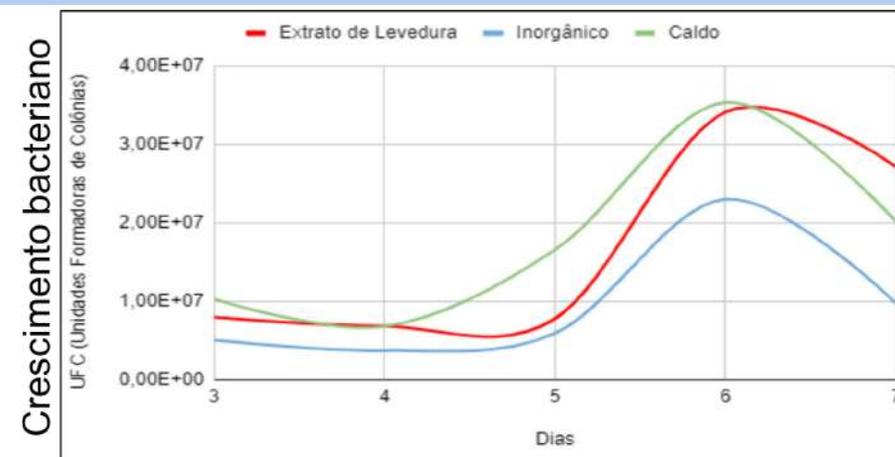


7ª Feira Mineira de Iniciação Científica



2. Curva de Crescimento Microbiológico

Pode-se concluir, a partir das curvas de crescimento microbiológico, que os compostos inorgânicos não proporcionaram nutrientes necessários para que houvesse bioaugmentação, com isso, resolveu-se eliminar a fonte nutriente inorgânica. Além disso, observa-se que o 6º dia de incubação representa o pico máximo dos gráficos, com isso, passou-se a utilizar este período para incubação dos solos nos testes seguintes.



Resultados alcançados



3. Análises de Métodos de Bioaugmentação

Além da baixa produção de CO_2 , o solo acrescido de caldo nutriente apresentou empolamento e mau cheiro, fatores que caracterizam o crescimento de microrganismos anaeróbios, e são, justamente, os aeróbicos que realizam a degradação nesse sistema de respirometria de Bartha. Esta ocorrência não foi identificada no solo acrescido de extrato de levedura, por esse motivo, este foi escolhido como fonte nutriente.



Resultados alcançados



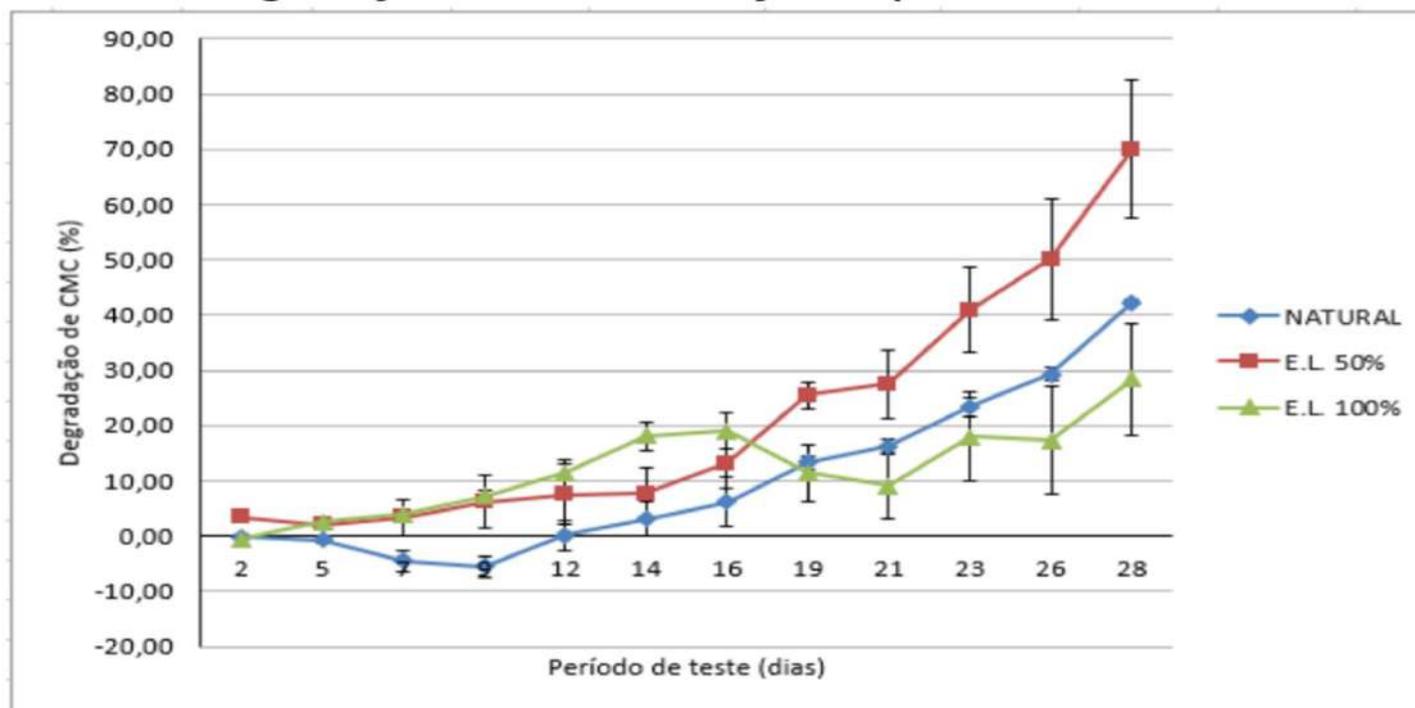
7ª Feira Mineira de Iniciação Científica



4. Análises de Níveis de Bioaugmentação

Visto que a biodegradação da CMC foi de 69,95% com o Solo 50% bioaugmentado, enquanto o solo *in natura* apresentou biodegradação de 42,28%, realizou-se as próximas etapas com o solo 50%.

Gráfico da degradação de CMC em função do período de teste.



Fonte: Os autores (2023)

Resultados alcançados



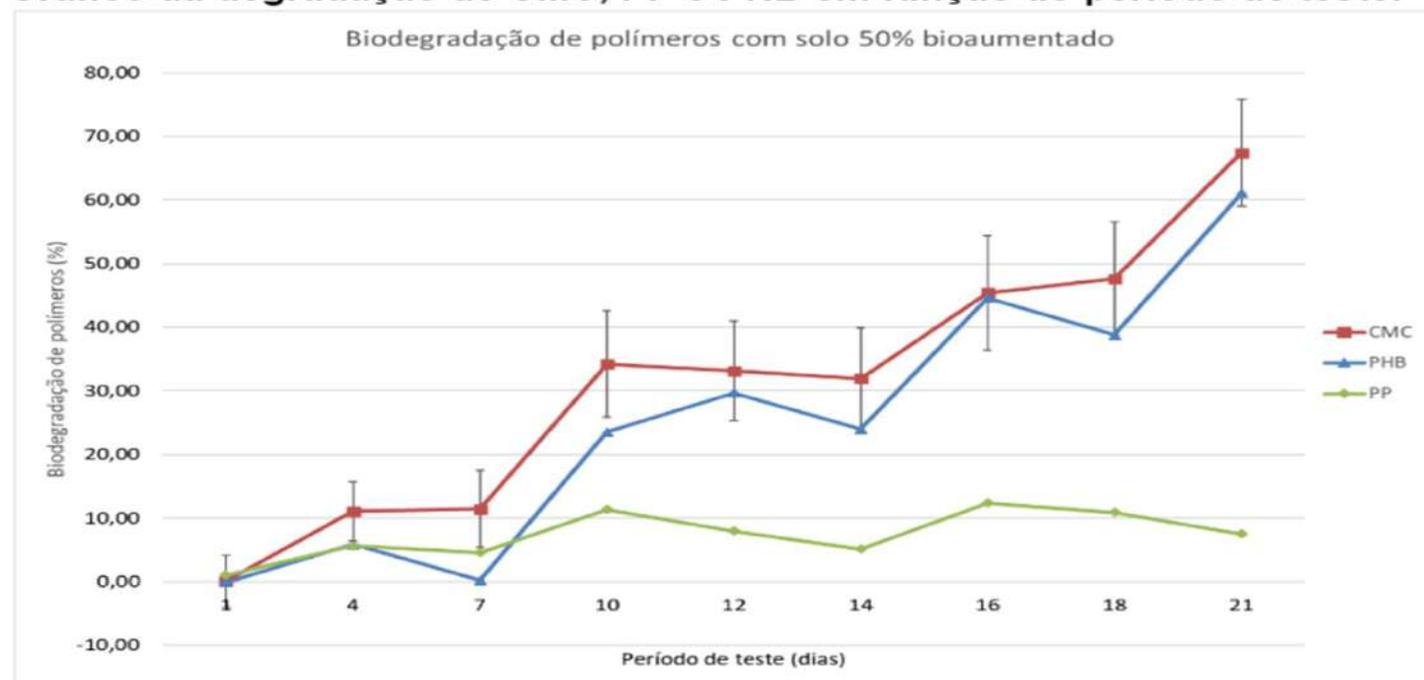
7ª Feira Mineira de Iniciação Científica



5. Uso do Nível Ideal para Análise da Biodegradação dos Polímeros CMC, PHB e PP

O método apresentou taxa de biodegradação de 67,44% para a CMC, 61,02% para o PHB e 7,52% para o PP. Tendo em vista que a taxa de degradação dos controles utilizados estão condizentes, pode-se considerar válidos os resultados da degradação obtida para o PHB em 21 dias de teste.

Gráfico da degradação de CMC, PP e PHB em função do período de teste.



Fonte: Os autores (2023)

Resultados alcançados



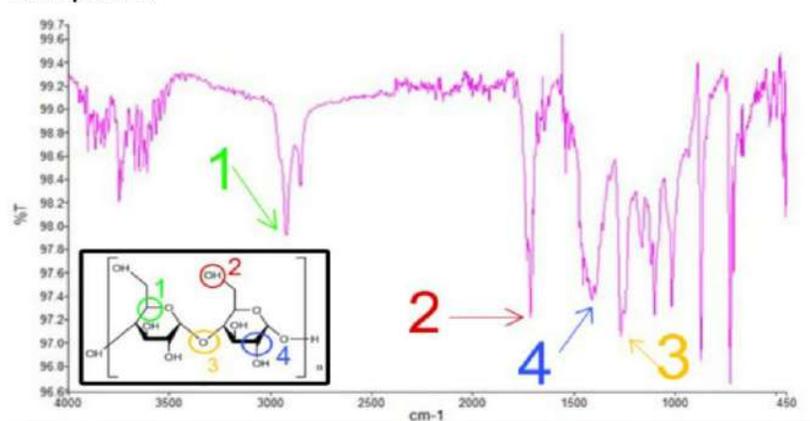
7ª Feira Mineira de Iniciação Científica



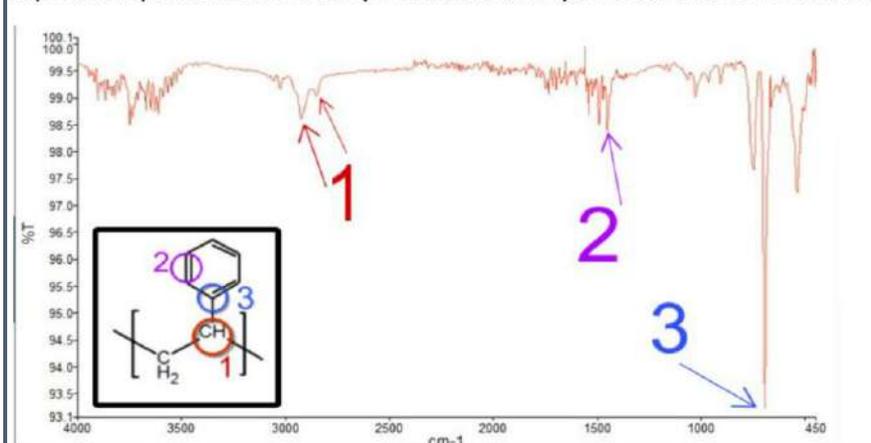
6. Uso da Bioaumentação para Análise da Biodegradabilidade de Polímeros Biodegradáveis

A partir das análises prévias de espectroscopia por infravermelho das amostras, foi possível definir suas respectivas composições, ao observar os comprimentos de onda característicos de cada amostra. Identificou-se que a sacola é de Amido Termoplástico, o copo é de poliestireno e os canudos de polipropileno.

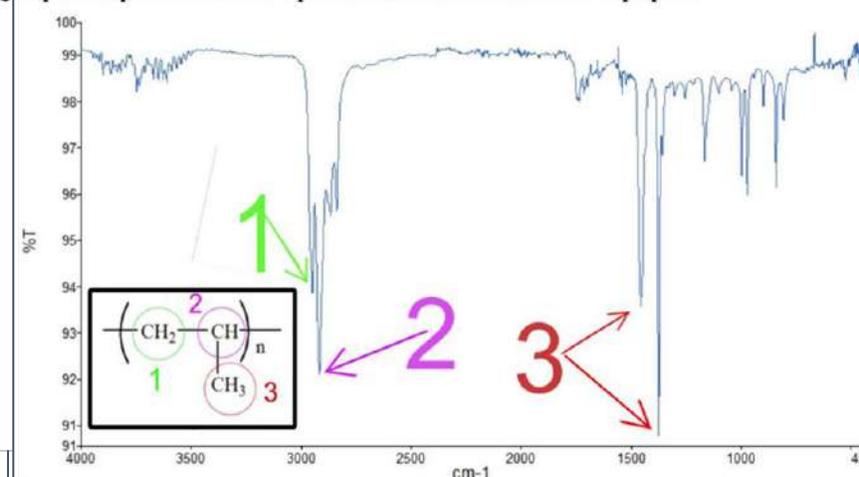
Espectroscopia de Infravermelho para Análise de Sacola Plástica de Amido Termoplástico



Espectroscopia de Infravermelho para Análise de Copo Descartável de Poliestireno



Espectroscopia de Infravermelho para Análise de Canudo Plástico de Polipropileno

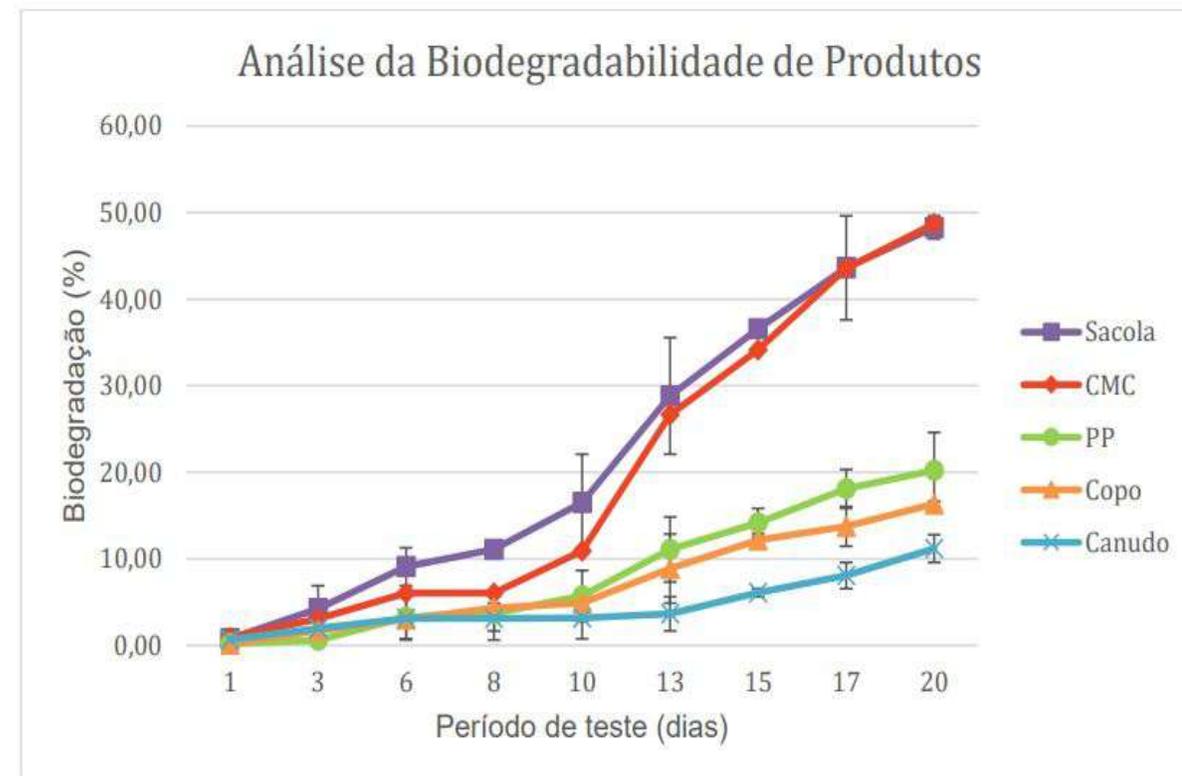


Resultados alcançados



6. Uso da Bioaugmentação para Análise da Biodegradabilidade de Polímeros Biodegradáveis

Para 20 dias, a sacola de amido termoplástico e a celulose microcristalina estão apresentando 48,29% e 48,70%, respectivamente. As poliolefinas estão apresentando uma degradação significativamente inferior, estando em 20,22% o PP (padrão negativo) seguido do Copo de Poliestireno com 16,34% e, por fim, o Canudo de Polipropileno com 11,19% de degradação. Justamente por estas poliolefinas apresentarem degradação inferior ao padrão negativo, conclui-se que estes não estão se degradando.



Fonte: Os autores (2023)

Aplicabilidade dos resultados no cotidiano da sociedade



● Os resultados obtidos demonstram que o método desenvolvido, além de facilitar o processo de desenvolvimento de polímeros biodegradáveis pelo baixo custo e curto período de aplicação, também pode ser aplicado para fins de fiscalização de biodegradação de materiais poliméricos comercializados como biodegradáveis, visto que estes plásticos acabam se tornando um problema ainda maior para o meio ambiente, pois não se degradam, apenas se fragmentam, originando os microplásticos.

● Observamos a grande dificuldade no processo de desenvolvimento de polímeros biodegradáveis, ao estagiarmos nos laboratórios da UFRGS, onde bioplásticos eram desenvolvidos, mas não se conseguia atestar sua biodegradabilidade, devido aos custos e ao tempo dos testes. Além disso, observamos que na cantina da escola e em outros restaurantes da região, comercializavam-se plásticos de uso único como canudos e copos não biodegradáveis, como se fossem, sem fiscalização. Então nos determinamos a resolver estes dois problemas a partir da ciência!

Criatividade e inovação



7ª Feira Mineira de Iniciação Científica

● Este método é uma potente arma contra a prática de greenwashing, uma vez que o método trabalha com a produção efetiva de CO₂, sendo assim plásticos oxi-biodegradáveis não passam nos testes, visto que sua fragmentação à microplásticos não produz CO₂. Além disso, utiliza-se o Respirômetro de Bartha para o método, que além de ser uma vidraria barata, simula sistemas de compostagem, com isso, o método de aceleração da degradação de bioplásticos desenvolvido pode ser replicado em qualquer composteira.



Considerações finais



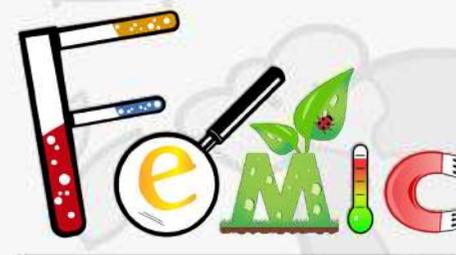
- Desenvolveu-se um método mais rápido e de baixo custo, baseado na bioaugmentação em solo, para análise da biodegradabilidade de polímeros. Reduziu-se o tempo de aplicação dos testes de até 180 dias, como determinam as normas vigentes de biodegradação, para 28 dias, além disso, utilizou-se equipamentos mais baratos para as análises. Desta forma, o método proposto facilita o desenvolvimento de novos polímeros biodegradáveis, bem como facilita também a fiscalização de plásticos comercializados como biodegradáveis, justamente pela diminuição dos gastos e do período de teste. Esta é uma forma promissora de combater práticas de greenwashing, guiando a indústria e os consumidores a um futuro mais sustentável para todos!

Agradecimentos:

Às professoras Orientadoras pelo companheirismo e apoio: Schana Andréia da Silva e Maria Angélica Thiele Fracassi.

À coordenação do Curso Técnico em Química da Fundação Liberato, especialmente ao Felipe Laux, pelos reagentes, materiais e laboratórios cedidos ao projeto.

Ao Departamento De Engenharia Química da UFRGS, especialmente à Débora Faccin, pela estrutura de laboratório cedida ao projeto.



7ª Feira Mineira de Iniciação Científica



De 11 de novembro a 01 de dezembro de 2023

Realização



Associação Mineira de
Pesquisa e Iniciação Científica



Apoiadores



MINISTÉRIO DA
CIÊNCIA, TECNOLOGIA
E INOVAÇÃO

