



**COLÉGIO UBM
PROJETO INTERDISCIPLINAR**

BIODEGRADAÇÃO DE POLIESTIRENO (ISOPOR)

William Soares Medeiros

**Barra Mansa, RJ
Junho 2016**

Sumário

1 - RESUMO	3
2 - INTRODUÇÃO	3
2.1 – O Isopor.....	3
2.2 – O Tenebrio molitor X Biodegradação do Poliestireno.....	5
3 – JUSTIFICATIVA	6
4 – OBJETIVO.....	6
5 – METAS.....	6
6 – PRODUTOS.....	6
7 - METODOLOGIA	7
7.1 – Embasamento teórico	7
7.2 – Realização do Experimento	7
Figura 01: Delineamento experimental indicando recipientes com os tipos de tratamento e número de larvas.....	8
Figura 02: Ficha de acompanhamento de experimento.	9
Figura 03: Termohigrômetro.....	9
7.3 - Análises de Dados.....	9
7.4 - Cronograma.....	10
Tabela 01: Cronograma de atividades.	10
8 - PÚBLICO BENEFICIADO	10
9 - EQUIPE TÉCNICA.....	10
10 - VALOR.....	10
11 - PRAZO.....	10
12 - RESULTADOS PRÉVIOS.....	11
Tabela 02: Consumo de EPS por 100 larvas por dia.	11
13 – PRÓXIMAS ETAPAS	11
14 - BIBLIOGRAFIA	13

LISTA DE FIGURAS

Figura 01: Delineamento experimental indicando recipientes com os tipos de tratamento e número de larvas.....	8
Figura 02: Ficha de acompanhamento de experimento.	9
Figura 03: Termohigrômetro.....	9

LISTA DE TABELAS

Tabela 01: Cronograma de atividades.	10
---	----

1 - RESUMO

O estudo da metodologia científica foi o objeto deste trabalho, através da réplica de experimento científico, abordando a biodegradação de poliestireno expandido com larvas de *Tenebrio molitor*. Ao abordar a metodologia científica em seus questionamentos, hipóteses, experimento e conclusões realizamos a interdisciplinaridade, o estímulo a pesquisa, a análises de dados, debates aumentando assim a autonomia e a conscientização ambiental.

2 - INTRODUÇÃO

2.1 – O Isopor

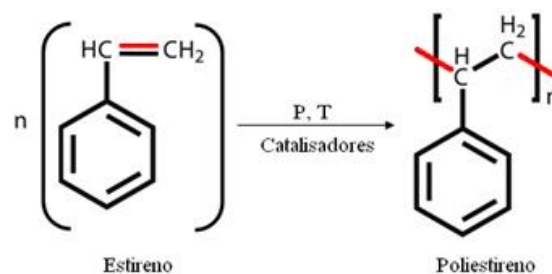
Polímero

A palavra polímero é originada do grego, cujo significado é "muitas partes" (poli: muitas, mero: partes). Esta denominação foi dada às grandes moléculas formadas por unidades químicas simples repetitivas. As unidades simples foram definidas como monômeros.

Polimerização

O conjunto de reações através das quais os monômeros reagem entre si, formando uma macromolécula.

Ex:



Classificação dos polímeros quanto ao comportamento

- **Termofixos (termorrígidos):** Geralmente são líquidos e que após reação tornam-se infusíveis.

- **Termoplásticos:** Fundem-se e solidificam várias vezes.

O poliestireno é um polímero que faz parte do grupo dos termoplásticos. Sua utilização apresenta ampla aplicação, como por exemplo seu uso na fabricação de poliestireno expandido, popularmente conhecido como Isopor[®], marca registrada da empresa Knauf.

O isopor é um tipo de plástico, obtido do petróleo. Tecnicamente é conhecido como EPS que é a sigla internacional do poliestireno expandido. Foi criado nos laboratórios da Basf da Alemanha, em 1949. É um plástico celular rígido expandido por gás. Neste processo de expansão, pérolas de 3 mm são aumentadas 50 vezes e o produto final possui 98% de ar e 2% poliestireno. O gás utilizado não contém CFC (clorofluorcarbono), que causa danos à camada de ozônio.

Há muitas aplicações para o isopor, mas uma das mais significativas e importantes é o seu aspecto de isolante térmico, construção civil, à embalagens de remédios, alimentos e eletrônicos.

A princípio o isopor não agride e não contamina o meio ambiente por ser, em tese, totalmente reciclável, mesmo não se decompondo na natureza e não sendo atacado por bactérias ou fungos. É possível a sua reutilização como matéria prima para fabricação de outros produtos, inclusive transformando-se novamente em isopor.

O problema ambiental decorre da falta de sua coleta seletiva, visto que ela não tem sido economicamente viável. Como o isopor é constituído em 98% de ar, ele é leve, mas volumoso. Assim, para se conseguir juntar uma tonelada de isopor serão necessárias muitas viagens de caminhão e um espaço enorme para seu armazenamento antes de ser reciclado. O destino do isopor acaba sendo o aterro sanitário, onde ocupa um espaço imenso com um tempo de decomposição longo, agravando o problema.

De acordo com análise realizada pela Unicamp, estima-se que o isopor leve cerca de 150 anos para ser totalmente degradado. Ao chegar ao meio ambiente, com o passar do tempo, o plástico se quebra dando origem ao microplástico, que possui a capacidade de absorver compostos químicos

tóxicos, como agrotóxicos e pesticidas e metais pesados, como mercúrio e chumbo, presentes principalmente nos rios, lagos e oceanos.

Esse material acaba chegando nos rios e mares, onde muitos animais como peixes, tartarugas, baleias e golfinhos confundem esse microplástico e pequenos pedaços de isopor com organismos marinhos, e acabam se “alimentando” deles. O resultado disso é a intoxicação não apenas dos animais marinhos, mas também de qualquer ser que se alimente deles, incluídos os seres humanos.

De acordo com estudo realizado pela Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS), anualmente, são consumidos, para diversas finalidades, cerca de 2,5 milhões de toneladas de isopor em todo o mundo. No Brasil, o consumo é de 36,6 mil toneladas, cerca de 1,5% do total.

2.2 – O *Tenebrio molitor* X Biodegradação do Poliestireno

Um estudo publicado recentemente na *Environmental Science and Technology*, através do pesquisador Yu Yang e seus colaboradores, mostrou a capacidade de biodegradação de poliestireno por larvas do “bicho-da-farinha”. A biodegradação é a utilização de seres vivos para a quebra/eliminação de substâncias. Existem vários casos relatados de seres vivos utilizados nesse processo no ambiente, e esse estudo trouxe uma grande novidade em relação ao poliestireno.

De acordo com os cientistas, a larva do besouro conhecido como tenébrio (*Tenebrio molitor*) é capaz de degradar o poliestireno. Essas larvas foram alimentadas, exclusivamente, com isopor durante mais de um mês e sobreviveram tão bem quanto àquelas que receberam o alimento comum durante o experimento. Os resultados dos cientistas mostram que o poliestireno é degradado no trato intestinal dessas larvas em gás carbônico (CO₂), fezes e biomassa.

A segunda parte do mesmo estudo buscou analisar como ocorre essa quebra, levando à descoberta da participação de microorganismos presentes na microbiota gastrointestinal das larvas.

Os pesquisadores utilizaram seis tipos diferentes de antibióticos nos experimentos, sendo a gentamicina o medicamento mais eficiente na inibição das bactérias da microbiota intestinal. Após 10 dias do fornecimento desse

antibiótico na dieta das larvas, elas perderam a capacidade de degradar o poliestireno, indicando que são as bactérias que tem a capacidade de biodegradar esse material.

Como confirmação dessa indicação, foi isolada uma bactéria biodegradadora do poliestireno da microbiota intestinal dessas larvas, a *Exiguobacterium sp.* cepa YT2. Essa bactéria foi capaz de formar um biofilme no isopor durante 28 dias, provocando buracos e cavidades no material, evidenciando sua capacidade de degradação do poliestireno que até então era considerado como não biodegradável.

3 – JUSTIFICATIVA

Ao conhecer o que significa interdisciplinaridade a sala de aula deixa de ser um espaço fechado restrito apenas à transmissão de conteúdos e, sim, um espaço aberto para a comunicação à troca de ideias entre professores e alunos, alunos e alunos e entre professores e professores (SANTOS, 2010).

4 – OBJETIVO

O presente projeto busca a aplicação da interdisciplinaridade através da realização da réplica dos experimentos realizados por Yu Yang e sua equipe com alunos do 9º ano do ensino fundamental, buscando envolver os alunos na iniciação científica, a questionar e formular hipóteses, promover a interação de uma forma mais abrangente, trabalhar conceitos de sustentabilidade e educação ambiental, além de propiciar a integração das várias disciplinas do currículo comum.

5 – METAS

Realização de palestra expositiva, observação do ciclo de vida do *Tenebrio molitor*, coleta de dados após observação das larvas, breve abordagem de estatística básica e interpretação de dados.

6 – PRODUTOS

- Conscientização ambiental através da abordagem do consumo e descarte de PET;
- Implementação de plano de iniciação científica com alunos do Colégio UBM;

7 - METODOLOGIA

O projeto apresenta algumas etapas: Embasamento Teórico – Realização Prática – Conclusão

7.1 – Embasamento teórico

Serão trabalhados conceitos básicos necessários à compreensão do experimento a ser realizado, tais conceitos como: polímeros e polimerização, termoplásticos e termofixos, impactos ambientais na indústria de termoplásticos e termofixos bem como consumo e descarte destes pela sociedade, poliestireno (do petróleo a produção), conceitos básicos de entomologia (ciclo de vida do besouro tenébrio), simbiose e etapas de uma pesquisa científica.

Para a realização do embasamento teórico serão utilizados recursos como datashow, vídeo, revistas e etc..

7.2 – Realização do Experimento

O alunos serão divididos em 10 grupos de 03 alunos para realização e acompanhamento do experimento. As larvas de *T. molitor* serão separadas em um recipiente com substrato a base de farelo de trigo (grupo controle) e um recipiente contendo somente poliestireno expandido (figura 01). Serão 05 repetições de cada recipiente, totalizando 10 potes (05 com substrato e 05 com poliestireno expandido), contendo, no início do projeto, 20 larvas em cada recipiente totalizando 200 larvas de *T. molitor*.

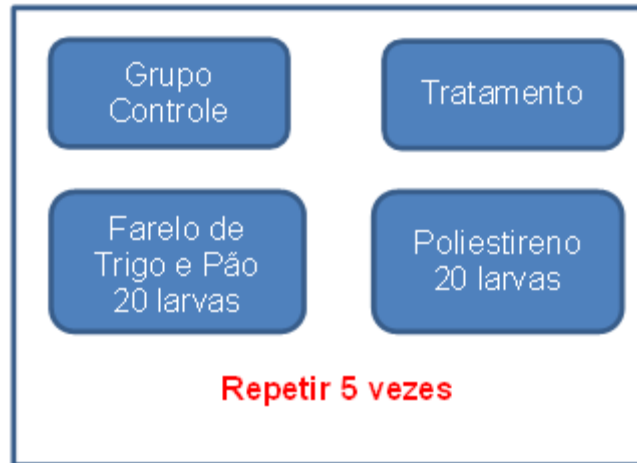




Figura 01: Delineamento experimental indicando recipientes com os tipos de tratamento e número de larvas.

Os blocos de poliestireno expandido serão pesados previamente pelos alunos antes de serem adicionados ao recipiente com as larvas, pois ao final do experimento será feita nova pesagem a fim de identificar a massa consumida pelas larvas à base de dieta exclusiva de poliestireno.

Cada grupo fará o acompanhamento semanal do recipiente de sua responsabilidade, anotando em ficha específica a atividade larval (figura 02), bem como data, hora, temperatura, umidade, número de larvas vivas, número de exúvias (pele trocada pela larva), número de pupas formadas (casulo de metamorfose das larvas), e número de coleópteros (besouros adultos) quando houver. Cada recipiente conterá uma etiqueta externamente contendo os seguintes dados: número do grupo, tipo de tratamento e peso inicial do poliestireno. Para acompanhamento de temperatura e umidade relativa será utilizado termohigrômetro específico (figura 03).

	Colégio UBM			
	Projeto interdisciplinar de Química			Data:
	2º Trimestre / 2016			
	Tema: Experimento com Larvas			Valor:
Professor (a): William Medeiros		Curso: Ensino Fund.	Nota:	
Aluno(a):	N.º:	Turma: 900	Série: 9º	
Aluno(a):	N.º:	Turma: 900	Série: 9º	
Aluno(a):	N.º:	Turma: 900	Série: 9º	

Experimento com Larvas

Tipo de tratamento: Substrato Isopor

Data	Hora	Temperatura	Umidade	Nº de Larvas Vivas	Nº de Exúvias	Nº de Pupas	Nº de Cole-ópteros

Figura 02: Ficha de acompanhamento de experimento.



Figura 03: Termohigrômetro

7.3 - Análises de Dados

Inicialmente todos os dados serão aplicados à estatística descritiva obtendo assim a média, o desvio padrão e a variância dos valores coletados. Posteriormente serão confeccionados gráficos para maior interpretação dos dados coletados, obtendo assim a taxa de sobrevivência, consumo de massa (g) de poliestireno.

7.4 - Cronograma

Tabela 01: Cronograma de atividades.

Mês	1° Semana	2° Semana	3° Semana	4° Semana
Junho	Teoria/Início experimento	Acomp.	Acomp.	Acomp.
Julho	Acomp.	Acomp.	Acomp.	Acomp.
Agosto	Análise dados	Conversa debate	Questionário avaliativo	Conclusão

8 - PÚBLICO BENEFICIADO

Alunos do Colégio UBM, e comunidade escolar.

9 - EQUIPE TÉCNICA

Professor de biologia William Soares Medeiros e professores de áreas afins do corpo docente da escola.

10 - VALOR

Estima-se o custeio para as atividades dentro do presente projeto um valor de R\$ 15.000,00 (cinco mil reais).

11 - PRAZO

O experimento segue um prazo de três meses segundo tabela 01 de cronograma.

12 - RESULTADOS PRÉVIOS

A tabela a seguir apresenta a quantidade de consumo de poliestireno expandido utilizando larvas de *Tenebrio molitor*.

Tabela 02: Consumo de EPS por 100 larvas por dia.

	Pesos Inicial EPS	Peso Final EPS	g consumida EPS
	3.726	3.507	0.219
	5.000	3.950	1.050
	4.628	4.210	0.418
	6.320	6.090	0.230
	3.802	3.555	0.247
Total g:	23.476	21.312	2.164
	Total em miligramas:		2164.000
	Total mg/dia:		28.104

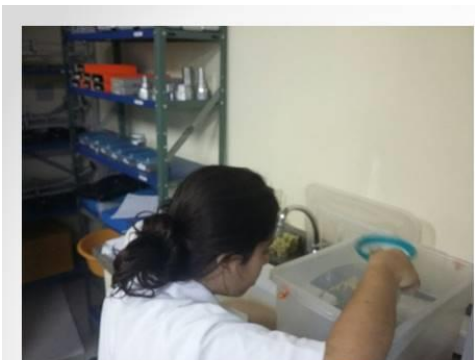
Outros autores como Yang et al., 2014, encontraram resultados semelhantes, as larvas analisadas pelos autores consumiram entre 34 a 39mg de poliestireno expandido por dia.

13 – PRÓXIMAS ETAPAS

As próximas etapas de nossa pesquisa envolve a utilização do excremento oriundo da biodegradação do poliestireno como fertilizante em hortaliças e germinação de sementes. O cronograma para tais etapas insta:

- Pesquisa de artigos na área de agronomia e entomologia agrícola.
- Escolha dos espécimes agrícolas para teste de fertilização;
- Delineamento experimental;
- Primeiros testes (germinação, plântulas, desenvolvimento apical).

As figuras a seguir mostram algumas etapas do projeto sendo realizado com alunos do ensino fundamental.



14 - BIBLIOGRAFIA

An Economic Impact Study of the Plastics Industry” - Prepared for The Society Of The Plastics Industry, Inc by Probe Economics, Inc. - February 1996;

Alex Lidback - CMAI - Houston - “ Styrene Derivatives: The Impact of Low Cost Monomer” - CMAI 12 th. Annual World Petrochemical Conference - 1997;

BRASIL. LEI N 9394/96. Diretrizes e Bases da Educação Nacional. Setembro de 1996. Editora do Brasil.

CASTRO, Sueli Pereira. *Introdução ao estudo da realidade social*. Sociologia. Fascículo 01. Cuiabá-MT: EdUFMT, 2006.

COELHO, Maria Tereza e ASSUNÇÃO, Elizabete José. Problema de aprendizagem 5ª Ed. São Paulo 1996.

COSTA LIMA, A. M. Insetos do Brasil. Coleópteros. **Escola Nacional de Agronomia**, Rio de Janeiro, v. 7-10, 1a- 2a partes, p. 372, 323, 289, 373. 1952.

FILHO, E. B. Coleópteros de importância florestal: 1- *Scolytidae*. **IPEF**, n. 19, p. 39- 43. 1979.

PEREIRA, P.R.V.S., SALVADORI, J.R. Identificação dos principais Coleoptera (Insecta) associados a produtos armazenados. Embrapa. Documentos Online. 2006. ISSN 1518-6512.

SCHULTE, R. El manejo de *Zophobas morio* (Coleoptera: *Tenebrionidae*) en climas tropicales húmedos. Instituto de la Biología de las amazonia peruana, **Folia Amazónica**, 8(2): 47- 76. 1996.

Yang, J.; Yang, Y.; Wu, W.-M.; Zhao, J.; Jiang, L. Evidence of polyethylene biodegradation by bacterial strains from the gut of plastic-eating waxworms. *Environ. Sci. Technol.* 2014, 48 (23), 13776– 13784.

Barra Mansa, 06 de Junho de 2017.

William Soares Medeiros
Biólogo – CRBIO 55.230/02