



Etec Conselheiro Antonio Prado – ETECAP

FERNANDA GONÇALVES FIDÊNCIO

GABRIELA SOUZA BEZERRA

MILENA MAGALHÃES

ECOESPUMA

Trabalho apresentado ao Conselho Regional de Química – IV Região como parte dos requisitos exigidos para concorrer ao Prêmio CRQ-IV de 2016.

Orientadora: Esp. Erica Gayego Bello Figueiredo Bortolotti

Campinas-SP

2016



Etec Conselheiro Antonio Prado – ETECAP

RESUMO

As espumas convencionais são produzidas a partir de polímeros sintéticos, sendo o principal deles o poliuretano (sintetizado a partir de um polioli e um diisocianato). Desta forma, este tipo de espuma não sofre biodegradação, prejudicando o meio ambiente quando descartadas em aterros sanitários, por exemplo. Um polímero derivado do óleo de mamona, em 1984, foi utilizado como resina protetora de cabos telefônicos da Telebrás (sua síntese foi um sucesso e foi desenvolvida por pesquisadores do Instituto de Química da USP). Médicos se interessaram pelo polímero para substituição do silicone nas próteses, visto que este se mostrou eficiente por não ser rejeitado por tecidos vivos, além disso, é aplicável a produtos biodegradáveis por sofrer decomposição com facilidade. Então, o objetivo do projeto é criar uma espuma que seja parcialmente biodegradável, utilizando o poliuretano e compostos naturais que sofram biodegradação, como a lignina (extraída do bagaço da cana), a carboximetilcelulose (polímero derivado da celulose) e o óleo de mamona (que auxilia na formação da espuma em si). Partindo de vários testes de proporção entre os componentes, conseguiu-se criar a espuma proposta. Apesar de se dissolver em água, os protótipos tiveram capacidade de isolar o calor. Testou-se então sua biodegradação e concluiu-se que houve decomposição da mesma, atingindo assim o objetivo do projeto. Em 26 dias houve 28,3% de decomposição do melhor protótipo da espuma, sendo um bom resultado pelo tempo do projeto.

PALAVRAS-CHAVE: poliuretano; biodegradação; biopolímeros



Etec Conselheiro Antonio Prado – ETECAP

SUMÁRIO

INTRODUÇÃO	4
OBJETIVOS	5
GERAL	5
ESPECÍFICO	5
METODOLOGIA	6
MATERIAIS E MÉTODOS PARA EXTRAÇÃO DA LIGNINA	6
Materiais	6
Métodos	6
MATERIAIS E MÉTODOS PARA DESENVOLVIMENTO DA ESPUMA	7
Materiais	7
Métodos	7
MATERIAIS E MÉTODOS PARA TESTES DE PERMEABILIDADE	7
Materiais	7
Métodos	8
MATERIAIS E MÉTODOS PARA TESTE DE ISOLANTE TÉRMICO	8
Materiais	8
Métodos	8
MATERIAIS E MÉTODOS PARA TESTE DE DECOMPOSIÇÃO	9
Materiais	9
Métodos	9
RESULTADOS E DISCUSSÃO	10
RESULTADOS GERAIS	10
RESULTADOS ESPECÍFICOS	12
Teste de permeabilidade	12
Teste de isolante térmico	12
Teste de decomposição	12
CONCLUSÕES	17
REFERÊNCIAS	18

INTRODUÇÃO

A espuma sintética é muito utilizada no setor de limpeza, tendo em sua composição materiais não biodegradáveis, e que quando descartados livres no meio ambiente geram danos irreversíveis, por conta de não ocorrer a degradação dos mesmos. Tendo isso como base, este projeto tem como principal objetivo desenvolver uma espuma que cause menos danos ao meio ambiente.

Levando em consideração a semelhança entre a composição química da esponja natural e do bagaço da cana de açúcar, serão realizados processos que tentarão aplicar os compostos da cana de açúcar na espuma de poliuretano. Além disso, serão realizados testes com outros compostos como, por exemplo: licor negro e carboximetilcelulose.

Como a total substituição dos compostos não biodegradáveis da espuma seria inviável, já que em contato direto e constante com a água se dissolveria, este projeto irá tentar a parcial substituição dos mesmos, e caso obtenha resultados positivos ter-se-á a síntese de uma espuma parcialmente biodegradável.

OBJETIVOS

GERAL

Pesquisar e desenvolver uma espuma constituída a partir de mistura do polímero sintético poliuretano com materiais orgânicos biodegradáveis, com diferentes concentrações destes materiais.

ESPECÍFICO

- Extrair lignina do licor negro;
- Testar diferentes proporções de poliuretano com lignina, CMC, óleo de mamona e glicerina;
- Testar a permeabilidade e maleabilidade do material produzido;
- Identificar os possíveis usos da espuma (lavar louças, anti-impacto, isolante térmico);
- Realizar o teste de decomposição.

METODOLOGIA

MATERIAIS E MÉTODOS PARA EXTRAÇÃO DA LIGNINA

Materiais

Tabela 1 – Materiais utilizados para extração da lignina

Material	Quantidade/descrição
Ácido sulfúrico concentrado	Quantidade necessária
Argola	1
Autoclave	1
Bagaço de cana	200 g
Bagueta	1
Balão volumétrico	1 (1000 ml)
Béquer	1 (1000 ml)
Bomba de vácuo	1
Espátula	1
Estufa	1
Funil de Buchner	1
Garra	1
Hidróxido de sódio	120g
Papel de filtro	Vários
Proveta	1 (100 ml)
Sulfeto de sódio	50g
Suporte universal	1

Métodos

- a) Preparar uma solução de 1 litro com NaOH 120 g/L e Na₂S 50 g/L;
- b) Colocar no erlenmeyer, junto ao bagaço de cana;
- c) Levar à autoclave a 120°C por 480 minutos para formação do licor negro;
- d) Transferir o licor negro para o béquer;
- e) Adicionar cuidadosamente, na capela, o ácido sulfúrico, seguindo a proporção de 100 ml de ácido para 1000 ml de licor negro;
- f) Deixar decantando por 24h;
- g) Montar um sistema de filtração à vácuo;

- h) Manter o sólido presente no papel de filtro e descartar o filtrado (após ajuste de pH);
- i) Levar o precipitado obtido á estufa a 70°C por 3 horas.
- j) Raspar a lignina e armazená-la em frasco fechado e em ambiente seco.

MATERIAIS E MÉTODOS PARA DESENVOLVIMENTO DA ESPUMA

Materiais

Tabela 2 – Materiais utilizados para desenvolvimento da espuma

Material	Quantidade/descrição
4,4-diisocianato de difenilmetano	1 frasco
CMC	1 frasco
Copo descartável	50 (50 ml)
Espátula	2 unidades
Glicerina	1 frasco
Lignina	Quantidade obtida no item 7.1
Óleo de mamona	1 frasco
Palito para churrasco	1 pacote
Pipeta de Pasteur	3 unidades
Poliol	1 frasco

Métodos

- a) Testar diferentes proporções dos reagentes nos copos plásticos, para tal medindo o diisocianato, polioli, óleo de mamona e glicerina com a pipeta de Pasteur;
- b) Mexer com o palito até mistura homogênea, retirá-lo e esperar a reação ocorrer.

MATERIAIS E MÉTODOS PARA TESTES DE PERMEABILIDADE

Materiais

Tabela 3 – Materiais utilizados para o teste de permeabilidade

Material	Quantidade/descrição
Água	150 ml
Béquer	1 (400 ml)
Espuma sintetizada	1 (melhor protótipo)

Métodos

- a) Pesar a espuma;
- b) Colocar a água no béquer;
- c) Colocar a espuma;
- d) Deixar por 5 minutos;
- e) Observar se houve ou não absorção e/ou esfarelamento da espuma;
- f) Pesá-la.

MATERIAIS E MÉTODOS PARA TESTE DE ISOLANTE TÉRMICO**Materiais****Tabela 4- Materiais utilizados para o teste como isolante térmico**

Material	Quantidade/descrição
Água	50 ml
Béquer	1 (100 ml)
Bico de Bunsen	1
Espuma sintetizada	1 (melhor protótipo)
Tela de amianto	1
Tripé	1

Métodos

- a) Aquecer a água no béquer até formação de bolhas;
- b) Apagar a chama;

- b) Envolver o béquer com a espuma;
- c) Após 3 minutos, checar se a espuma teve variação de temperatura.

MATERIAIS E MÉTODOS PARA TESTE DE DECOMPOSIÇÃO

Materiais

As cinco melhores espumas provenientes dos experimentos realizados no item 7.2.

Métodos

- a) Pesar cada espuma e enterrá-las;
- b) Após 4 semanas desenterrá-las e realizar nova pesagem;
- c) Calcular a diferença de peso em gramas e porcentagem.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

RESULTADOS GERAIS

Tabela 5 – Espumas desenvolvidas (autoria do grupo)

Espumas	Poliol (ml)	Diisocianato (ml)	Lignina (g)	CMC (g)	Óleo de mamona	Glicerina
1	0,5	1	*	*	*	*
2	1	0,5	*	*	*	*
3	0,5	1	*	*	*	0,5 ml
4	1	0,5	*	*	*	0,5 ml
5	2	1	*	0,06	*	*
6	2	1	*	0,02	*	*
7	2	1	0,06	0,06	*	*
8	2	0,5	0,02	0,06	*	*
9	2	1	*	0,02	*	*
10	2	0,5	0,06	0,06	*	*
11	2	1	*	0,08	*	*
12	2	1	0,04	0,08	*	*
13	2	1	*	0,06	*	3 gotas
14	2	1	0,02	0,06	*	3 gotas
15	2	1	0,02	0,06	*	1 gota
16	2	1	0,04	0,06	*	3 gotas
17	2	1	0,04	0,06	*	*
18	2	1	0,02	0,06	*	1 gota
19	2	1	*	0,06	0,5 ml	*
20	2	1	*	0,06	3 gotas	*
21	2	1	0,06	*	*	*
22	2	1	0,06	0,06	3 gotas	*
23	2	1	0,04	0,06	3 gotas	*
24	2	1	0,04	0,08	3 gotas	*
25	2	1	0,06	0,10	3 gotas	*

Observação: 0,02 g é igual a uma ponta de espátula.

Tabela 6 – Características das espumas sintetizadas (autoria do grupo)

Espuma	Maciez	Crescimento	Quebradiça	Observações
1	1	1	sim	*
2	1	1	não	*
3	3	3	sim	murchou
4	*	*	*	não formou espuma
5	2	2	não	*
6	1	2	sim	*
7	2	2	não	*
8	2	2	não	*
9	2	2	não	*
10	2	2	não	*
11	1	2	sim	*
12	*	*	*	não formou espuma
13	2	2	não	*
14	2	2	não	levemente pegajosa
15	2	2	não	pouco flexível
16	*	*	*	não formou espuma
17	*	*	*	não formou espuma
18	2	2	não	*
19	2	2	não	pegajosa
20	2	2	não	*
21	1	1	sim	rígida
22	2	2	não	*
23	3	2	não	*
24	3	2	não	*
25	3	2	não	*

Observação: Os resultados acima são expressos em uma escala de 1 a 3 de acordo com o nível de características semelhantes a de uma espuma, sendo 3 o melhor resultado.

No decorrer dos experimentos, algumas particularidades foram observadas tais como:

- Aumentando a quantidade de diisocianato em relação ao poliol e espuma fica rígida;
- A glicerina tem propriedade hidratante, sendo que não se deve usar mais de 3 gotas e nem conjuntamente com o óleo de mamona;

- A carboximetilcelulose é um agente de corpo, que dá leveza, não deixa a espuma quebradiça e retém a umidade. A composição da espuma deve ter mais CMC do que lignina;
- As espumas tendem a sofrer mudanças em seus aspectos físicos quando expostas à variação térmica e de umidade.

Depois da realização de todos os testes, os protótipos 14,15, 23, 24 e 25 foram os que apresentaram melhor características de espuma, sendo deste modo enterrados para o teste de degradação.

RESULTADOS ESPECÍFICOS

Teste de permeabilidade

As espumas são permeáveis à água, no entanto não tem características das mesmas, pois dissolvem-se quando expostas à água.

Teste de isolante térmico

Durante e após os 3 minutos, não foi notada diferença de temperatura na espuma.

Teste de decomposição

Durante a realização das sínteses, para avaliar a degradação dos protótipos preliminares escolhemos as espumas 14 e 15 por apresentarem três compostos biodegradáveis (lignina, CMC, glicerina), maciez e bom rendimento em relação as demais espumas realizadas anteriormente. Os protótipos permaneceram enterrados por 20 dias.

Tabela 7 – Perda de massa das espumas 14 e 15

Espuma:	Inicial:	Final:	Perda:	Perda (%):
14	1,2857 g	0,9649 g	0,3208 g	25
15	1,2246 g	1,1446 g	0,08 g	6,5

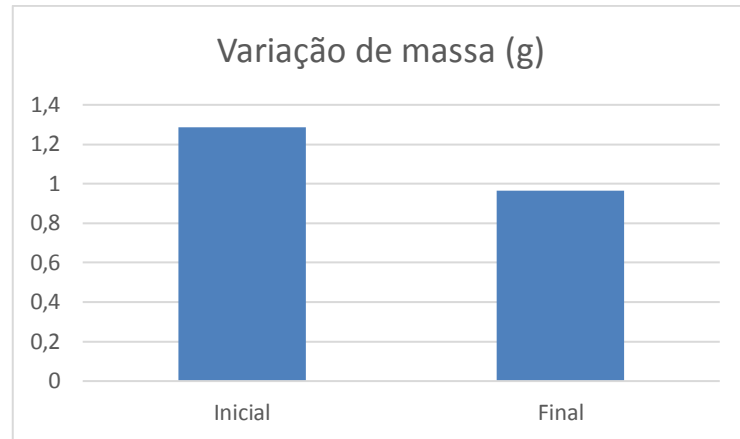


Gráfico 1 – Comparação de massas da espuma 14 antes e após enterrar (autoria do grupo)

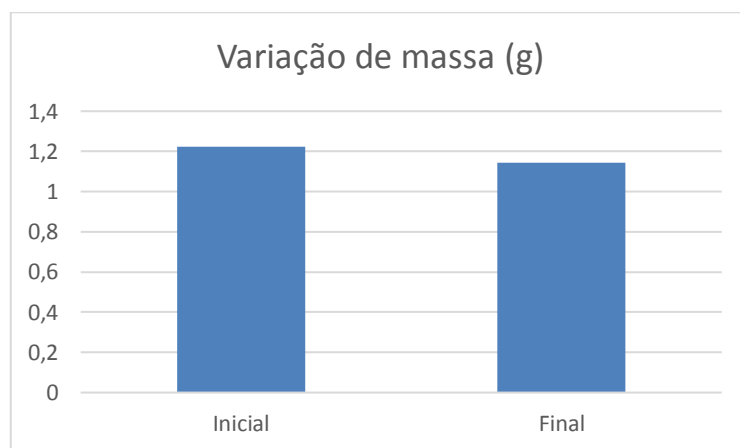


Gráfico 2 – Comparação de massas da espuma 15 antes e após enterrar (autoria do grupo)

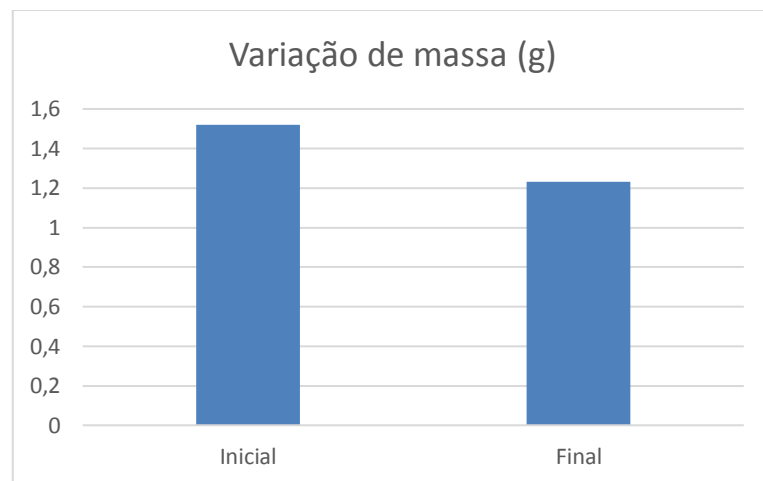
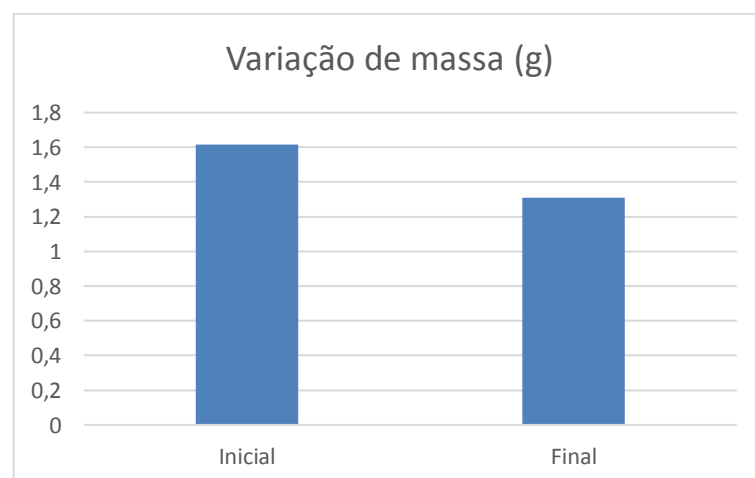
É notável que a maior perda de massa ocorreu devido ao maior volume de glicerina utilizada na espuma 14.

A partir de mais pesquisas realizadas, descobriu-se que o óleo de mamona auxilia na formação de poliuretano, de forma biodegradável. Por este motivo, decidiu-se utilizá-lo no lugar da glicerina, uma vez que esta não propicia a formação de poliuretano. Dando continuidade ao teste, escolheu-se novamente as espumas com maior quantidade de compostos biodegradáveis (lignina, CMC e óleo de mamona) e que apresentaram melhores características de uma espuma, sendo elas a 23, 24, 25. Os protótipos permaneceram enterrados por 26 dias.

Tabela 8 – Perda de massa das espumas 23, 24, 25

Esponja:	Inicial:	Final:	Perda:	Perda (%):
23	1,5196 g	1,2320 g	0,2876 g	18,9
24	1,6145 g	1,3103 g	0,3042 g	18,8
25	0,9563 g	0,6857 g	0,2706 g	28,3

A segunda leva de espumas apresentaram biodegradação bem mais elevada devido ao aumento da concentração dos componentes biodegradáveis.

**Gráfico 3 – Comparação de massas da espuma 23 antes e após enterrar (autoria do grupo)****Gráfico 4 – Comparação de massas da espuma 24 antes e após enterrar (autoria do grupo)**

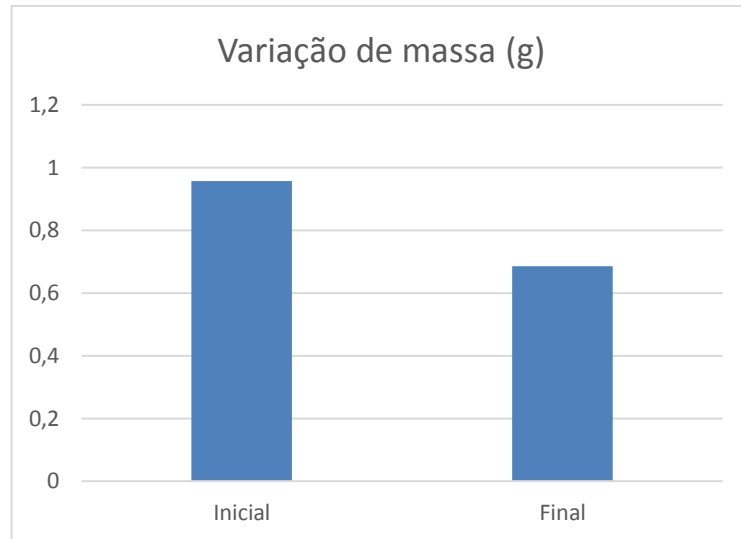


Gráfico 5 – Comparação de massas da espuma 25 antes e após enterrar (autoria do grupo)

A seguir, é apresentado um gráfico geral de perda de massa dos 5 melhores protótipos, evidenciando a degradação.

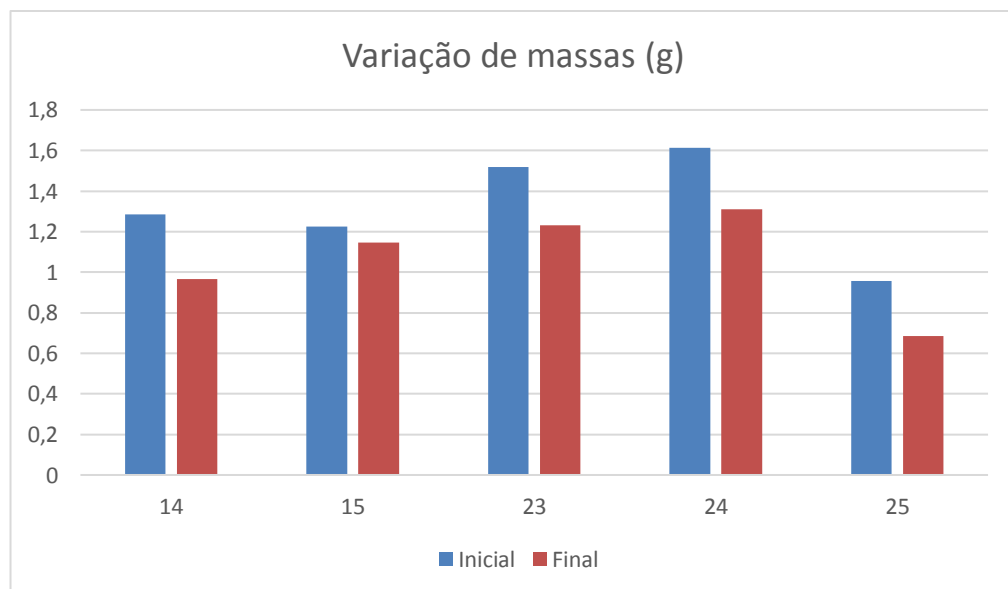


Gráfico 6 – Comparação de massas das espumas antes e após enterrar (autoria do grupo)



Figura 1 – Da esquerda para direita: não ocorreu formação de espuma; espuma dura; espuma macia; espuma biodegradada (autoria do grupo)

CONCLUSÕES

Após observações feitas durante o desenvolvimento das espumas, pode-se notar que as mesmas apresentam comportamentos diferentes de acordo com as variações de temperatura e de umidade do ar. Além disso, a espuma desenvolvida não é resistente à água. Entretanto, mesmo tendo alterações em razão dos motivos citados acima, os protótipos mantiveram algumas características de espuma, podendo ser utilizados comercialmente para amortecimento de impactos

A partir das pesquisas e também dos testes realizados experimentalmente, chegou-se a um protótipo que supre as expectativas com relação a este projeto, pois a hipótese e os objetivos propostos neste trabalho foram alcançados com sucesso.

REFERÊNCIAS

[1] COELHO, Taís C. Avaliação das condições de imobilização de células de *Candidaguilliermondii* FTI 20037 em bucha vegetal (*Luffacylindrica*) visando a produção de xilitol. Disponível em: http://bd.eel.usp.br/tde_arquivos/2/TDE-2002-01-12T183909Z-49/Publico/BID07003.pdf Data de acesso: 16/04/2015

[2] TITA, Sandra P. S., et al. Resistência ao Impacto e Outras Propriedades de Compósitos Lignocelulósicos: Matrizes Termofixas Fenólicas Reforçadas com Fibras de Bagaço de Cana-de-açúcar. Disponível em: <http://www.scielo.br/pdf/po/v12n4/a05v12n4.pdf> Data de acesso: 16/04/2015

[3] **Tema:** Garrafa PET biodegradável.

Site: <http://www.cocacolabrazil.com.br/imprensa/release/coca-cola-brasil-lancagarrafa-pet-feita-a-partir-de-cana-de-acucar/>

Acessado em: 17/05/2015.

[4] **Tema:** Reciclagem de esponjas.

Site: http://www.scotch-brite.com.br/wps/portal/3M/pt_BR/GlobalScotch-BriteBrand/Scotch-Brite/Sustentabilidade/Brigada+de+esponjas+Scotch-Brite/

Acessado em: 17/05/2015.

[5] ET AL. **Isopor biodegradável**.2012. Dissertação (Técnico em Química) – ETECAP, Campinas.

[6] **Tema:** Esponja.

Site: [http://es.wikipedia.org/wiki/Esponja_\(utensilio\)](http://es.wikipedia.org/wiki/Esponja_(utensilio))

Acessado em: 02/04/2015.

[7] **Tema:** Esponja multiuso.

Site: <http://udmais.ind.br/produto/esponja-multiuso/>

Acessado em: 20/05/2015.

[8] **Tema:** Higiene pessoal.

Site: http://www.alelimp.com.br/sub_produtos_higiene.php

Acessado em: 20/05/2015.

[9] **Tema:** Poliuretano.

Site: <http://pt.wikipedia.org/wiki/Poliuretano>

Acessado em: 02/04/2015.

[10] **Tema:** Tinta.

Site: <http://www.weg.net/br/Media-Center/Noticias/Produtos-e-Solucoes/Produtos-antichama-complementam-portfolio-de-Tintas-da-WEG>

Acessado em: 13/05/2015.

[11] **Tema:** Degradação.

Site: <http://www.oieduca.com.br/artigos/voce-sabia/o-que-e-um-produto-biodegradavel.html>

Acessado em: 02/04/2015.

[12] **Tema:** Oxidegradação.

Site: http://www.plastivida.org.br/2009/PublicVideos_MitosFatos-plast-oxi.aspx

Acessado em: 20/05/2015.

[13] **Tema:** Oxibiodegradação.

Site: http://pt.wikipedia.org/wiki/Pl%C3%A1stico_oxibiodegrad%C3%A1vel

Acessado em: 20/05/2015.

[14] **Tema:** Celulose.

Site: <http://www.celuloseriogrاندense.com.br/produtos>

Acessado em: 09/04/2015.

[15] **Tema:** Celulose.

Site: <http://pt.wikipedia.org/wiki/Celulose>

Acessado em: 13/05/2015.

[16] **Tema:** Polissacarídeos.

Site: <http://todabiologia.com/saude/polissacarideos.htm>

Acessado em: 09/04/2015.

[17] **Tema:** Apostila análise de alimentos.

Site: <http://www.ebah.com.br/content/ABAAABnFEAE/apostila-analise-alimentos>

Acessado em: 22/05/2015.

[18] **Tema:** Polissacarídeos.

Site: http://www.sobiologia.com.br/conteudos/quimica_vida/quimica2.php

Acessado em: 13/05/2015.

[19] **Tema:** Amido.

Site:

[http://qnint.s bq.org.br/qni/popup_visualizarMolecula.php?id=N46O8_aHhyCmeUe0VyK7YfjrtZ17qbXNAPizKU0WdhrqqgtCX8-](http://qnint.s bq.org.br/qni/popup_visualizarMolecula.php?id=N46O8_aHhyCmeUe0VyK7YfjrtZ17qbXNAPizKU0WdhrqqgtCX8-NhHQxXJHLnH1gZTvzRFNfNCrXxEP4njfW9Q==)

[NhHQxXJHLnH1gZTvzRFNfNCrXxEP4njfW9Q==](http://qnint.s bq.org.br/qni/popup_visualizarMolecula.php?id=N46O8_aHhyCmeUe0VyK7YfjrtZ17qbXNAPizKU0WdhrqqgtCX8-NhHQxXJHLnH1gZTvzRFNfNCrXxEP4njfW9Q==)

Acessado em: 13/05/2015.

[20] **Tema:** Glicogênio.

Site: <http://pt.wikipedia.org/wiki/Glicog%C3%A9nio>

Acessado em: 13/05/2015.

[21] **Tema:** Lignina.

Site: <http://www.infoescola.com/compostos-quimicos/lignina>

Acessado em: 09/04/2015.

[22] **Tema:** Lignina.

Site: <http://www.madeira.ufpr.br/disciplinasklock/quimicadamadeira/lignina20132.pdf>

Acessado em: 18/05/2015.

[23] **Tema:** Licor negro.

Site:

<http://www.agencia.cnptia.embrapa.br/gestor/agroenergia/arvore/CONT000fbl23vn002wx5eo0sawqe35bc5orw.html>

Acessado em: 09/04/2015.

[24] **Tema:** Carboximetilcelulose.

Site: <http://pt.wikipedia.org/wiki/Carboximetilcelulose>

Acessado em: 09/04/2015.

[25] **Tema:** Cappuccino.

Site: <http://www.tabelanutricional.com.br/contem/ingrediente/carboximetilcelulose>

Acessado em: 18/05/2015.

[26] **Tema:** Polímero.

Site: <http://www.reocities.com/vienna/choir/9201/polimeros.htm>

Acessado em: 14/05/2015.

[27] **Tema:** Polímeros.

Site: <http://pt.wikipedia.org/wiki/Pol%C3%ADmero>

Acessado em: 04/06/2015

[28] **Tema:** Nylon.

Site: <http://pt.dreamstime.com/foto-de-stock-cordas-de-nylon-coloridas-image17408040>

Acessado em: 14/05/2015.

[29] **Tema:** Tipos de polímeros.

Site: <http://polimeros.do.sapo.pt/tipospolimeros.htm>

Acessado em: 20/05/2015.

[30] **Tema:** Tridimensional.

Site: <https://www.algosobre.com.br/quimica/polimeros.html>

Acessado em: 14/05/2015.

[31] **Tema:** Luffacylindrica.

Site:

<http://www.pensamentoverde.com.br/dicas/aprenda-plantar-bucha-vegetal-saiba-sao-beneficios/>

Acessado em: 14/05/2015.

[32] **Tema:** Bucha vegetal.

Site: <http://www.paopinheirense.com.br/blog/tag/jardins>

Acessado em: 14/05/2015.

[33] **Tema:** TDI.

Site: <http://www.poliuretanos.com.br/Cap1/132comerciais.htm>

Acessado em: 04/06/2015.

[34] **Tema:** Espuma.

Site: <http://pt.wikipedia.org/wiki/Espuma>

Acessado em: 04/06/2015.

[35] **Tema:** Espuma de poliuretano.

Site: http://www.ehow.com.br/espuma-poliuretano-feita-como_6047/

Acessado em: 04/06/2015.

[36] **Tema:** Ficha de informação de segurança de produto químico – Ácido sulfúrico.

Site: www.higieneocupacional.com.br/download/ac_sulfurico.doc

Acessado em: 09/06/2015.

[37] **Tema:** Ficha de Informações de Segurança do Produto Químico – Polioliol.

Site: http://www.greencoatings.com.br/download/FISPQ%20Polioliol%20%20_POLIUR%20C3%89IA%20SPRAY%20AIRLESS_.pdf

Acessado em: 13/11/2015.

[38] **Tema:** Ficha de informação de segurança de produto químico – Diisocianato.

Site:

http://www.aguiaquimica.com/dnfile/yg8xfdqabdyahno6qvri/pdf/wxprodutos2_default/1/ficha-de-seguranca-aq---6008.pdf

Acessado em: 09/06/2015.

[39] **Tema:** Ficha de informação de segurança de produto químico – Sulfeto de sódio.

Site:

http://www.dipaquimica.com.br/site/download_file.php?arquivo=2011111814342400000-sulfetodesOdio.pdf

Acessado em: 13/11/2015.

[40] **Tema:** Ficha de informação de segurança de produto químico – Hidróxido de sódio. **Site:** <http://www.fca.unicamp.br/portal/images/Documentos/FISPQs/FISPQ-%20Hidroxido%20de%20Sodio.pdf>

Acessado em: 13/11/2015.

[41] **Tema:** Ficha de informação de segurança de produto químico – Carboximetilcelulose.

Site: http://sglab.com.br/fispq/FISPQ_Item_944.pdf

Acessado em: 13/11/2015.

[42] **Tema:** Ficha de informação de segurança de produto químico – Glicerina. **Site:** <http://www.fca.unicamp.br/portal/images/Documentos/FISPQs/FISPQ-%20GLICERINA.pdf>

Acessado em: 13/11/2015.

[43] **Tema:** Ficha de informação de segurança de produto químico – Óleo de mamona.

Site: <http://www.nitrogenius.com.br/imagens/pdf/oleo%20de%20mamona.pdf>

Acessado em: 13/11/2015.

[45] MARQUES, Bruno R., et al. Poliuretano Derivado de Óleo de Mamona: De Meio Ambiente a Biocompatibilidade. Disponível em:

<http://www.unisalesiano.edu.br/encontro2009/trabalho/aceitos/CC36939464859.pdf>

Data de acesso: 13/11/2015.

Espumas desenvolvidas

Foram realizados 15 testes, variando a concentração dos reagentes.

- 1: 1mL polioliol, 0,5 mL diisocianato, 1g lignina
 - 2: 1 mL polioliol 0,5 mL diisocianato
 - 3: 0,5 mL polioliol, 1 mL diisocianato, 0,5 ml glicerina
 - 4: 1 mL polioliol, 0,5 mL diisocianato, 0,5 ml glicerina
 - 5: 2 mL polioliol, 1 mL diisocianato, 0,06 g CMC
 - 6: 2 mL polioliol, 1 mL diisocianato, 0,02 g CMC
 - 7: 2 mL polioliol, 1 mL diisocianato, 0,06 g lignina 0,06 g CMC
 - 8: 2 mL polioliol, 0,5 mL diisocianato 0,02 g lignina, 0,06 g CMC
 - 9: 2 mL polioliol, 1 mL diisocianato, 0,02 g CMC
 - 10: 2 mL polioliol, 0,5 mL diisocianato, 0,06 g lignina, 0,06 g CMC
 - 11: 2 mL polioliol, 1 mL diisocianato, 0,08 g CMC
 - 12: 2 mL polioliol, 1 mL diisocianato, 0,04 g lignina, 0,08 g CMC
 - 13: 2 mL polioliol, 1 mL diisocianato, 0,06 g CMC, 3 gotas glicerina
 - 14: 2 mL polioliol, 1 mL diisocianato, 0,02 g lignina, 0,06 g CMC, 3 gotas glicerina
 - 15: 2 mL polioliol, 1 mL diisocianato, 0,02 g lignina, 0,06 g CMC, 1 gota glicerina
 - 16: 2 mL polioliol, 1 mL diisocianato, 0,04 g lignina, 0,06 g CMC, 3 gotas glicerina
 - 17: 2 mL polioliol, 1 mL diisocianato, 0,04 g lignina, 0,06 g CMC
 - 18: 2 mL polioliol, 1 mL diisocianato, 0,02 g lignina, 0,06 g CMC, 1 gota glicerina
 - 19: 2 mL polioliol, 1 mL diisocianato, 0,06 g CMC, 3 gotas óleo mamona
 - 20: 2 mL polioliol, 1 mL diisocianato, 0,06 g CMC, 3 gotas óleo mamona
 - 21: 2 mL polioliol, 1 mL diisocianato, 0,06 g lignina
 - 22: 2 mL polioliol, 1 mL diisocianato, 0,06 g lignina, 0,06 g CMC, 3 gotas óleo mamona
 - 23: 2 mL polioliol, 1 mL diisocianato, 0,04 g lignina, 0,06 g CMC, 3 gotas óleo mamona
 - 24: 2 mL polioliol, 1 mL diisocianato, 0,04 g lignina. 0,08 g CMC, 3 gotas óleo mamona
 - 25: 2 mL polioliol, 1 mL diisocianato, 0,06 g lignina, 0,10 g CMC, 3 gotas óleo mamona
- Observação: 0,02 g é igual a uma ponta de espátula.

Características das espumas sintetizadas

Espuma

- 1: 1 maciez; 1 crescimento; quebradiça
- 2: 1 maciez, 1 crescimento, não quebradiça
- 3: 3 maciez, 3 crescimento, quebradiça, murchou
- 4: não formou espuma
- 5: 2 maciez, 2 crescimento, não quebradiça
- 6: 1 maciez, 2 crescimento, quebradiça
- 7: 2 maciez, 2 crescimento, não quebradiça
- 8: 2 maciez, 2 crescimento, não quebradiça
- 9: 2 maciez, 2 crescimento, não quebradiça
- 10: 2 maciez, 2 crescimento, não quebradiça
- 11: 1 maciez, 2 crescimento, quebradiça
- 12: não formou espuma
- 13: 2 maciez, 2 crescimento, não quebradiça
- 14: 2 maciez, 2 crescimento, não quebradiça, levemente pegajosa
- 15: 2 maciez, 2 crescimento, não quebradiça, pouco flexível
- 16: não formou espuma
- 17: não formou espuma
- 18: 2 maciez, 2 crescimento, não quebradiça
- 19: 2 maciez, 2 crescimento, não quebradiça, pegajosa
- 20: 2 maciez, 2 crescimento, não quebradiça
- 21: 1 maciez, 1 crescimento, quebradiça, rígida
- 22: 2 maciez, 2 crescimento, não quebradiça
- 23: 3 maciez, 2 crescimento, não quebradiça
- 24: 3 maciez, 2 crescimento, não quebradiça
- 25: 3 maciez, 2 crescimento, não quebradiça

Observação: Os resultados acima são expressos em uma escala de 1 a 3 de acordo com o nível de características semelhantes à uma espuma, sendo 3 o melhor resultado.

No decorrer dos experimentos, algumas particularidades foram observadas tais como:

- Aumentando a quantidade de diisocianato em relação ao poliálcool e espuma fica rígida;
- A glicerina tem propriedade hidratante, sendo que não se deve usar mais de 3 gotas e nem conjuntamente com o óleo de mamona;
- O carboximetilcelulose é um agente de corpo, que dá leveza, não deixa a espuma quebradiça e retém a umidade. A composição da espuma deve ter mais CMC do que lignina;

- As espumas tendem a sofrer mudanças em seus aspectos físicos quando expostas à variação térmica e de umidade.

Depois da realização de todos os testes, os protótipos 14,15, 23, 24 e 25 foram os que apresentaram melhor características de espuma, sendo deste modo enterrados para o teste de degradação.

Teste de permeabilidade

As espumas são permeáveis à água, no entanto não tem características das mesmas, pois dissolvem-se quando expostas à água.

Teste de isolante térmico

Durante e após os 3 minutos, não foi notada diferença de temperatura na espuma.

Teste de decomposição

Durante a realização das sínteses, para avaliar a degradação dos protótipos preliminares escolhemos as espumas 14 e 15 por apresentarem três compostos biodegradáveis (lignina, CMC, glicerina), maciez e bom rendimento em relação as demais espumas realizadas anteriormente. Os protótipos permaneceram enterrados por 20 dias.

Perda de massa das espumas 14 e 15

Espuma:

14: 1,2857 g massa inicial, 0,9649 g massa final, 0,3208 g massa perdida, 25% perda.

15: 1,2246 g massa inicial, 1,1446 g massa final, 0,08 g massa perdida, 6,5% perda

É notável que a maior perda de massa ocorreu devido ao maior volume de glicerina utilizada na espuma 14.

A partir de mais pesquisas realizadas, descobriu-se que o óleo de mamona auxilia na formação de poliuretano, de forma biodegradável. Por este motivo, decidiu-se utilizá-lo no lugar da glicerina, uma vez que esta não propicia a formação de

poliuretano. Dando continuidade ao teste, escolheu-se novamente as espumas com maior quantidade de compostos biodegradáveis (lignina, CMC e óleo de mamona) e que apresentaram melhores características de uma espuma, sendo elas a 23, 24, 25. Os protótipos permaneceram enterrados por 26 dias.

Espuma:	Inicial:	Final:	Perda:	Perda (%)
23	1,5196 g	1,2320 g	0,2876 g	18,9
24	1,6145 g	1,3103 g	0,3042 g	18,8
25	0,9563 g	0,6857 g	0,2706 g	28,3

A segunda leva de espumas apresentaram biodegradação bem mais elevada devido ao aumento da concentração dos componentes biodegradáveis.

CONCLUSÕES

Após observações feitas durante o desenvolvimento das espumas, pode-se notar que as mesmas apresentam comportamentos diferentes de acordo com as variações de temperatura e de umidade do ar. Além disso, a espuma desenvolvida não é resistente à água. Entretanto, mesmo tendo alterações em razão dos motivos citados acima, os protótipos mantiveram algumas características de espuma, podendo ser utilizados comercialmente para amortecimento de impactos

A partir das pesquisas e também dos testes realizados experimentalmente, chegou-se a um protótipo (23, 24 e 25) que supre as expectativas com relação a este projeto, pois a hipótese e os objetivos propostos neste trabalho foram alcançados com sucesso.