



UNIVERSIDADE FEDERAL DO MARANHÃO
CENTRO DE CIÊNCIAS EXATAS E TECNOLOGIA
CURSO DE QUÍMICA BACHARELADO

REBECCA JEMIMA PEREIRA ARAÚJO

**SISTEMA HÍBRIDO A BASE DE SILICATO MICROFIBROSO E BIOPOLÍMERO
ALLIUM CEPA: SÍNTESE, CARACTERIZAÇÃO E EXPLORAÇÃO DE
PROPRIEDADES COMO RETARDANTE DE CHAMA.**

São Luís – MA 2022

REBECCA JEMIMA PEREIRA ARAUJO

**SISTEMA HIBRIDO A BASE DE SILICATO MICROFIBROSO E BIOPOLÍMERO
ALLIUM CEPA: SÍNTESE, CARACTERIZAÇÃO E EXPLORAÇÃO DE
PROPRIEDADES COMO RETARDANTE DE CHAMA.**

Trabalho de conclusão de curso apresentado ao curso de Química Bacharelado da Universidade Federal do Maranhão, como requisito para obtenção do grau de Bacharel em Química.

Orientadora: Ana Clécia Santos de Alcântara.

Ficha gerada por meio do SIGAA/Biblioteca com dados fornecidos pelo(a) autor(a).
Diretoria Integrada de Bibliotecas/UFMA

Araujo, Rebecca Jemima Pereira.

SISTEMA HÍBRIDO A BASE DE SILICATO MICROFIBROSO E
BIOPOLÍMERO ALLIUM CEPA: SÍNTESE, CARACTERIZAÇÃO E
EXPLORAÇÃO DE PROPRIEDADES COMO RETARDANTE DE CHAMA /
Rebecca Jemima Pereira Araujo. - 2022.

42 f.

Orientador(a): Ana Clécia dos Santos Alcântara.

Curso de Química, Universidade Federal do Maranhão, São
Luis, 2022.

1. Allium cepa. 2. Bionanocompósitos. 3. Filmes. 4.
Retardante de chama. 5. Sepiolita. I. Alcântara, Ana
Clécia dos Santos. II. Título.

AGRADECIMENTOS

À minha orientadora Ana Clécia S. Alcântara, pelo acompanhamento, orientação, paciência e confiança durante os anos de iniciação científica.

Ao Laboratório de Pesquisa em Materiais Híbridos e Bionanocompósitos (Bionanos) e seus integrantes, pelo apoio e contribuições no trabalho, em especial a Ms. Elaine Menezes pela colaboração e sugestões importantes para este trabalho.

À Central Analítica de Química, em especial a técnica Dra. Geyse Ribeiro, pela colaboração e excelentes análises realizadas

Ao Dr. Diógenes do Santos Dias, pela contribuição material e parceria para a realização desse estudo.

À Ms. Barbara Ellen Cardoso Feitosa Soares e Dra. Laís Roncalho de Lima pela disponibilidade em levar as amostras do material desse estudo para análises de térmicas e de microscopia em outros estados.

Ao Dr. Denilson Moreira Santos pela colaboração e realização das análises das propriedades mecânicas deste estudo.

Ao Laboratório de Físico-química de Alimentos do Pavilhão Tecnológico da UFMA, em especial ao mestrando Charbel Nagib Mouchrek, pela colaboração no tratamento da matéria prima do trabalho.

Aos meus pais, Andreia M. dos Anjos e Rogerio R. Araujo, por todo o apoio emocional e amor durante toda a minha trajetória de vida.

Ao meu querido melhor amigo e namorado Felipe P. Gomes por seu apoio incondicional e por ter me ajudado a entender um pouco mais sobre as propriedades mecânicas dos sólidos.

TERMO DE APROVAÇÃO

REBECCA JEMIMA PEREIRA ARAUJO

SISTEMA HIBRIDO A BASE DE SILICATO MICROFIBROSO E BIOPOLÍMERO *ALLIUM CEPA*: SÍNTESE, CARACTERIZAÇÃO E EXPLORAÇÃO DE PROPRIEDADES COMO RETARDANTE DE CHAMA.

Trabalho de conclusão de curso apresentado ao curso de Química Bacharelado da
Universidade Federal do Maranhão, como requisito para obtenção do grau de
Bacharel em Química.

Aprovada em: 04/02/2022

BANCA EXAMINADORA

Prof^a.Dr^a. Ana Clécia dos Santos Alcântara
Orientadora – Departamento de Química/CCET, UFMA.

Prof.Dr. Marco Aurelio Suller Garcia
Departamento de Química/CCET, UFMA.

Dr^a. Geyse Adriana Corrêa Ribeiro
Programa de pós graduação em química/SEDUC MA Cem Vicente Mai

RESUMO

A demanda por materiais biodegradáveis, de fontes renováveis, baixo custo e que tenham um apelo ecológico têm resultado no aumento do interesse pelos materiais bionanocompósitos. Estes materiais são obtidos a partir da combinação de uma matriz biopolimérica, de origem orgânica, com sólidos inorgânicos em escala nanométrica, como por exemplo, os minerais argilosos, que tendem a atuar como carga de reforço (*filler*) destes materiais. Além disso, o uso de matrizes biopoliméricas capazes de serem processadas em filmes podem apresentar aplicações avançadas. Nesse sentido, os bionanocompósitos têm atraído grande interesse da comunidade científica por apresentarem potencial em diferentes aplicações, como na remediação ambiental, usos biomédicos, ou aplicações no setor alimentício como embalagens biodegradáveis. O presente trabalho explora a obtenção e caracterização desses materiais para possíveis aplicações de filmes bionanocompósitos obtidos a partir de polissacarídeo (*Allium cepa*) reforçado com sepiolita fibrosa em diferentes concentrações. Foi observado que a incorporação do argilomineral melhorou as propriedades de barreira, propriedades mecânicas e estabilidade térmica dos filmes produzidos. Além disso, o material também apresentou potencial propriedade auto extingüível, que amplia o leque de possíveis aplicações para este sistema bionanocomposito.

Palavras-chave: Bionanocompósitos. Sepiolita. *Allium cepa*. Filmes. Argilomineral. Biopolímero

ABSTRACT

The demand for biodegradable materials, from renewable sources, low cost, environmentally friendly, has resulted in increased interest in bionanocomposite materials. These materials are obtained from the combination of a biopolymer matrix, of organic origin, with inorganic solids on a nanometer scale, such as clay minerals, which tend to act as a filler for these materials. Furthermore, the use of biopolymer matrices that can be processed into films may present advanced applications. In this way, bionanocomposites have attracted much interest from the scientific community because they have potential in different applications, such as environmental remediation, biomedical uses, or as food packaging. The present work explores the obtaining and characterization of these materials for possible applications of bionanocomposite films obtained from polysaccharide (*Allium cepa*) reinforced with fibrous sepiolite at different concentrations. It was observed that the incorporation of clay mineral improved the barrier properties, mechanical properties and thermal stability of the films. In addition, the material has also demonstrated flame retardant property, which expands the range of possible applications for this bionanocomposite system.

Keywords: Bionanocomposites. sepiolite. *Allium cepa*. Films. clay mineral. Flame retardant biopolymer

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Esquema da estrutura primária das pectinas (Fonte: Mizanova et al, 2018)	14
Figura 2. Estrutura cristalina da sepiolita. Fonte: Chen et al, 2007.	16
Figura 3. Representação de um ensaio de tração. (Fonte: biopdi.com)	20
Figura 4. Esquema ilustrativo de preparação dos filmes a base do polissacarídeo extraídos de <i>Allium cepa</i> e sepiolita (Fonte: Autor, 2022)	24
Figura 4. Filmes a base de polissacarídeo (FCL), com diferentes proporções de sepiolita na composição dos bionanocompósitos (Fonte: Autor, 2022).....	28
Figura 5. Espectros na região do infravermelho: (a) dos filmes de polissacarídeo reforçado com sepiolita nas proporções de 0,5%, 1% e 2% (FCL-SEP) em comparação ao do biopolímero puro (FCL); e (b) sepiolita (SEP).	29
Figura 6. Imagens de microscopia eletrônica das superfícies dos filmes de cebola em diferentes magnitudes (a, b) e do bionanocompósito com 0,5% de sepiolita (c, d). ...	31
Figura 7. Transmissão de vapores de água dos filmes mais flexíveis FCL, FCL-SEP 0,5% e FCL-SEP 1%.	32
Figura 8. Gráficos dos estudos de Tensão X Deformação de filmes sintetizados. ...	35
Figura 9. Curvas de termogravimetria (TG) e derivada (DTG) dos filmes FCL, FCL-SEP 0,5, FCL-SEP 2% e FCL-SEP 5%.	36
Figura 10. Filme FCL-SEP 0,5% durante o ensaio de 60s de propriedade auto extingüível.	37

LISTA DE TABELAS

Tabela 1. Teor de sólidos insolúveis e umidade dos filmes mais flexíveis FCL, FCL-SEP 0,5%, FCL-SEP 1%.....	33
Tabela 2. Valores dos módulos de tração (E) e deformação (ϵ) de filmes variados. ...	34

LISTA DE ABREVIÇÕES

FCL	Filme de cebola autoclavada e lavada
SEP	Sepiolita fibrosa
FCL-SEP	Filme de cebola autoclavada, lavada e carregada com sepiolita
TG	Termogravimetria
DTG	Derivada da termogravimetria
FTIR	Espectroscopia na região do infravermelho por transformada de Fourier

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	11
2	REFERENCIAL TEÓRICO	12
2.1	Filmes biodegradáveis	12
2.2	Bionanocompósitos	13
2.3	Biopolímero <i>Allium cepa</i> (A.cepa)	13
2.4	Sepiolita	15
2.5	Formação dos filmes por <i>casting</i>	18
2.6	Caracterizações dos filmes	19
2.6.1	Caracterização através da espectroscopia na região do infravermelho com transformada de Fourier (FTIR).....	19
2.6.2	Propriedades mecânicas dos filmes	19
2.6.3	Propriedades de barreira.....	20
2.6.4	Propriedades térmicas	21
2.6.5	Propriedade retardante de chama	21
3	OBJETIVOS	22
3.1	Objetivo geral	22
3.2	Objetivos específicos	22
4	METODOLOGIA	23
4.1	Preparação da polpa de cebola	23
4.2	Preparação dos filmes por <i>casting</i>	23
4.3	Métodos de caracterização	24
4.3.1	Espectroscopia na região do Infravermelho (FTIR).....	24
4.3.2	Análise térmica diferencial	24
4.3.3	Microscopia Eletrônica de Varredura	25
4.3.4	Transmissão de vapores de água	25
4.3.5	Teor de massa seca e umidade da polpa	25
4.3.6	Teor de sólidos insolúveis e umidade dos filmes	25
4.3.7	Propriedades mecânicas.....	26
4.3.8	Propriedades auto extingüíveis	26
5	RESULTADOS E DISCUSSÕES	27
5.1	Obtenção dos bionanocompósitos	27
5.2	Análises de espectroscopia na região do infravermelho (FTIR)	28
5.3	Microscopia eletrônica de varredura (MEV)	30

5.4	Transmissão de vapores de água	31
5.5	Solubilidade dos filmes.....	33
5.6	Propriedades mecânicas	33
5.7	Análise térmica	35
5.8	Exploração de propriedades ignífuga.....	37
6	CONCLUSÃO.....	38
	REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	39