

UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO  
FACULDADE DE ZOOTECNIA E ENGENHARIA DE ALIMENTOS

GABRIELLA DAYANE ULRICH

**Fibras de celulose como reforço em filmes de carragena e alginato para obtenção de fertilizantes de eficiência melhorada**

---

PIRASSUNUNGA

2021

GABRIELLA DAYANE ULRICH

**Fibras de celulose como reforço em filmes de carragena e alginato para obtenção de fertilizantes de eficiência melhorada  
(versão corrigida)**

Dissertação apresentada à Faculdade de Zootecnia e Engenharia de Alimentos da Universidade de São Paulo, como parte dos requisitos para a obtenção do título de Mestre em Ciências do programa de Pós-Graduação em Engenharia e Ciência de Materiais.

Área de Concentração: Desenvolvimento, Caracterização e Aplicação de Materiais voltados à Agroindústria.

Orientador: Prof<sup>a</sup>. Dra. Roselena Faez

## RESUMO

ULRICH, G. D. **Fibras de celulose como reforço em filmes de carragena e alginato para obtenção de fertilizantes de eficiência melhorada.** 2021. 107 p. Dissertação (Mestrado) – Faculdade de Zootecnia e Engenharia de Alimentos, Universidade de São Paulo, Pirassununga, 2021.

O desenvolvimento tecnológico mundial está atrelado às necessidades da sociedade e, considerando o aumento exponencial da população, um fator torna-se trivial: suprir a demanda de alimentos. A obtenção de materiais com propriedades eficazes na liberação programada de fertilizantes ganha destaque devido ao fracionamento (quantificado e prolongado) de nutrientes que auxiliam no desenvolvimento das plantas. Neste sentido, o presente trabalho propõe a obtenção de materiais fertilizadores a partir de compósitos de K-carragena (Kc) / Alginato (Alg) com incremento do nutriente dihidrogeno fosfato de amônio (MAP), reforçados por celulose nanofibrilada (CNF) em diferentes concentrações (1, 2 e 4 m/m %). Os materiais foram obtidos pela técnica *casting* e caracterizados térmica (Análise termogravimétrica (TGA) e Calorimetria Exploratória Diferencial (DSC)), estrutural (Espectroscopia na Região do Infravermelho (FITR) e Difração de Raios-X (DRX)) e morfológicamente (Microscopia Eletrônica de Varredura (MEV)), além da realização de um ensaio da cinética de liberação do nutriente fósforo (P) em água. Análises de FTIR, TGA e DSC demonstram interação do fósforo com as matrizes poliméricas. Caracterizações físicas e ensaios mecânicos evidenciaram melhora nas interações intermoleculares resultando em menor intumescimento e maior deformação para compósitos com maiores concentrações de CNF. Resultados de morfologia e liberação de fósforo evidenciam a interação do nutriente na superfície de blendas e compósitos com 1% CNF, além da completa homogeneização dos compósitos com 4% CNF. Portanto, a distribuição da CNF na matriz exerce influência na dispersão do MAP na mistura, fator determinante para obtenção de filmes homogêneos e maleáveis que possam ser utilizados como fertilizantes sustentáveis no solo.

Palavras-chave: Blenda; compósito; fertilizante melhorado; filmes poliméricos; fósforo; nanofibras de celulose; nutrientes; técnica *casting*.

## ABSTRACT

ULRICH, G. D. **Cellulose fibers as reinforcement in carrageenan and alginate films to obtain improved efficiency fertilizers.** 2021. 107 p. M.Sc. Dissertation – Faculty of Animal Science and Food Engineering, University of São Paulo, Pirassununga, 2021.

World technological development is linked to the needs of society and, considering the exponential increase in population, one factor becomes trivial: supplying food demand. Obtaining materials with effective properties on controlled release of fertilizers is highlighted due to the fractionation (quantified and prolonged) of nutrients that assist in the development of plants. In this sense, this work proposes to obtain ferti-releasing materials from K-carrageenan (Kc) / alginate (Alg) added with ammonium dihydrogen phosphate (ADP) and reinforced with cellulose nanofibers (CNF) at different concentrations. The materials were obtained by casting technique and characterized thermally (Thermogravimetric Analysis (TGA) and Differential Scanning Calorimetry (DSC)), structurally (Infrared Spectroscopy (FITR) and X-Ray Diffraction (XRD)) and morphologically (Scanning Electron Microscopy (SEM)), in addition to performing a test of the kinetics of release of the nutrient phosphorus (P) in water. FTIR, TGA and DSC analyses demonstrate the interaction of phosphorus with the polymeric matrices. Physical characterizations and mechanical tests showed improvement in the intermolecular interactions resulting in lower swelling and higher deformation for composites with higher concentrations of CNF. Results of morphology and phosphorus release show the interaction of the nutrient on the surface of blends and composites with 1% CNF, besides the complete homogenization in composites with 4% CNF. Therefore, the distribution of CNF in the matrix influences the dispersion of ADP in the mixture, a determining factor for obtaining homogeneous and malleable films that can be used as sustainable fertilizers in the soil.

Keywords: Blend; composite; improved release; polymeric films; cellulose nanofibers; nutrients; phosphorus; casting technique.