

Luiz G. L. Germiniani<sup>1\*</sup>, Gabriela F. R. Morais<sup>1</sup>, Márcia M. F. Ferrarezi<sup>1</sup>, Maria do Carmo Gonçalves<sup>1</sup>  
<sup>1</sup>Instituto de Química, Universidade Estadual de Campinas (UNICAMP) – Campinas, SP, Brasil

\*luizguilhermeloger@gmail.com

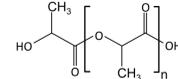
## INTRODUÇÃO

Este trabalho teve como objetivo estudar o comportamento de degradação de nanocompósitos de poli(ácido láctico) (PLA) utilizando ensaios de solo simulado. O PLA é um poliéster biodegradável, que apresenta boas propriedades mecânicas além de ser biocompatível. No entanto, o PLA tem baixas propriedades de barreira, sendo por tanto permeável a gases [1]. Assim, uma alternativa para superar essas desvantagens é o preparo de compósitos, o que pode levar a melhorias na estabilidade térmica, resistência mecânica e também nas propriedades de barreira [2]. Por outro lado, a biodegradação do PLA ocorre tipicamente por hidrólise, em um período que vai de alguns meses a dois anos [1,3], e gerando dióxido de carbono, metano e água como produtos de degradação.

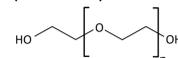
Neste projeto, foram preparados nanocompósitos de PLA com nanocristais de celulose (N), e poli(etileno glicol) (PEG), um poliéter sintético e não tóxico que pode agir como plastificante do PLA e como compatibilizante entre o PLA e os nanocristais de celulose [3].

## MATERIAS

PLA →  $M_w \approx 120.000$  g/mol (Nature Works)



PEG →  $M_w = 4.000$  g/mol (Aldrich)



N → Hidrólise ácida (HCl) [4] da celulose amorfa de fibra de algodão (York)

## MÉTODOS

**Processamento dos Materiais:**

- ✓ Extrusora Dupla-Rosca *DSM Xplore™* → 100 rpm, 180 °C, 1 minuto
- ✓ *Mini-Injetora DSM Xplore™* →  $T_{\text{Molde}} = 40$  °C,  $T_{\text{Injeção}} = 180$  °C

**Testes de Biodegradação:**

- ✓ ASTM G160-03
- ✓ Solo: Provaso® (Genfertil)
  - carbono orgânico → 15%
  - razão carbono/nitrogênio → 20
  - umidade → 50%
  - pH → entre 6 e 7
  - temperatura → 22 - 27 °C
- ✓ Amostras: Secada em estufa a vácuo → 40 °C, 12 horas



## RESULTADOS

### FESEM – Degradação da Superfície

PLA

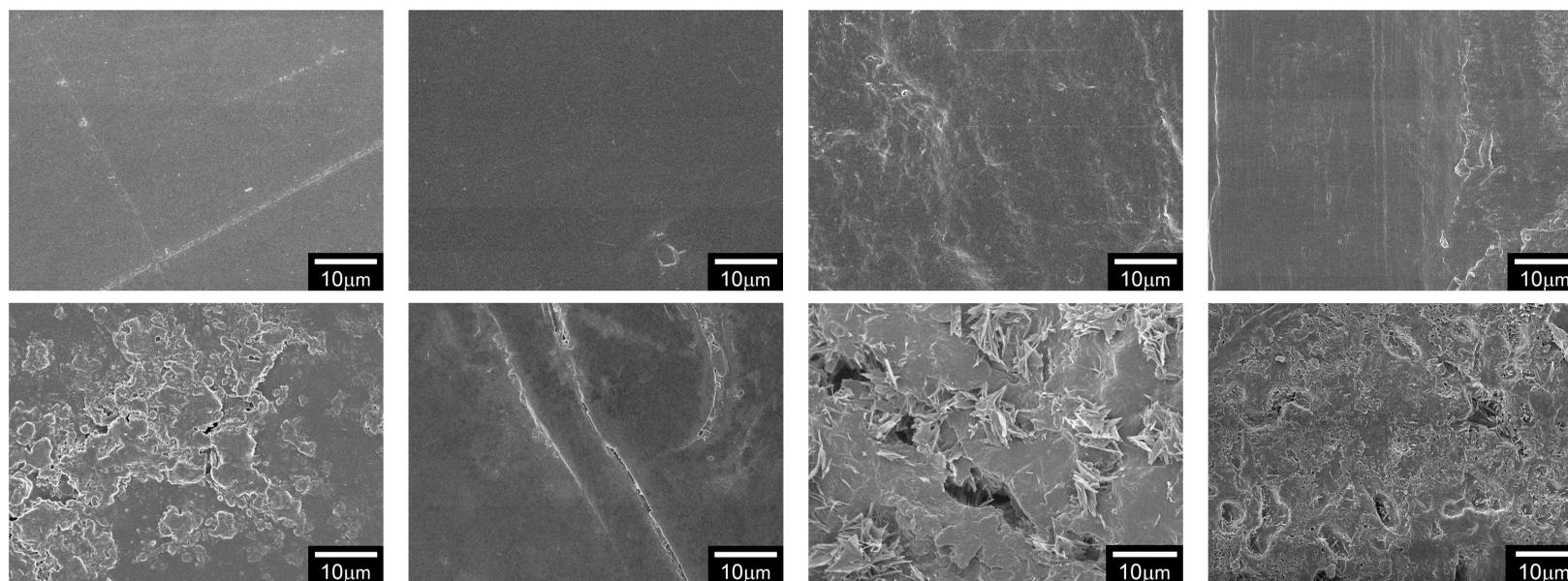
PLA/N

PLA/PEG

PLA/PEG/N

zero

240 dias



### Aspectos Visuais

PLA

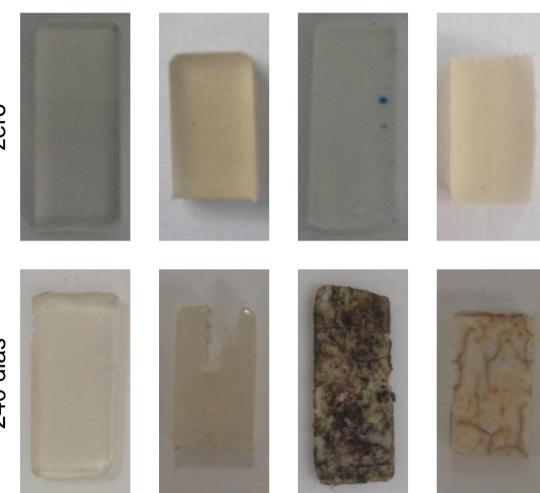
PLA/N

PLA/PEG

PLA/PEG/N

zero

240 dias



### FESEM – Morfologia da Superfície Degradada

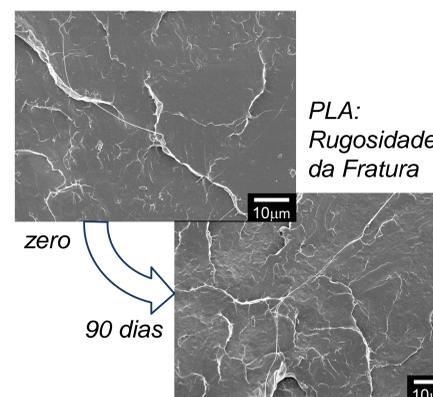
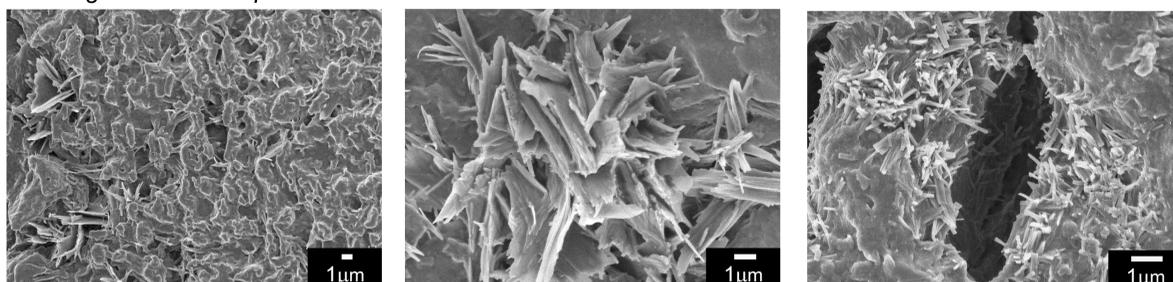
PLA/PEG – 240 dias

PLA/PEG/N – 240 dias

Rugosidade da Superfície

Estruturas Cristalinas

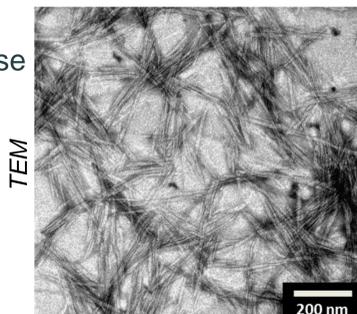
Estruturas Cristalinas



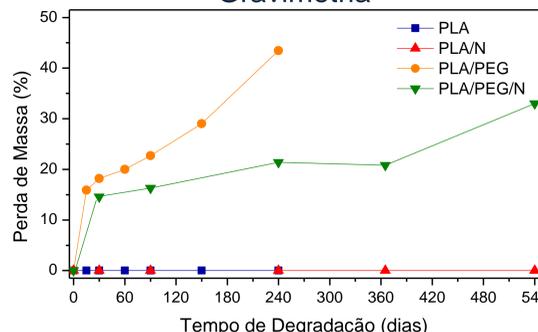
### Caracterização dos Nanocristais de Celulose

Propriedade dos Nanocristais

Cristalinidade	93%
Comprimento (nm)	17 ± 4
Razão de Aspecto	10 ± 4



### Gravimetria



### GPC – PLA

Tempo de Degradação (dias)	Mw (kg/mol)	Mw / Mn
0	111	1,6
90	106	1,9
150	94	1,7
240	86	1,8

## CONCLUSÕES

- ✓ Os resultados para a matriz PLA/PEG mostraram uma perda de massa significativa após 240 dias.
- ✓ O nanocompósito PLA/PEG/N apresentou perda de massa inferior a da matriz pura, o que indica redução da taxa de degradação na presença dos nanocristais.
- ✓ Nota-se um aumento na rugosidade da fratura para o PLA, o que é consistente com redução da massa molar observada nos resultados de GPC. No entanto a morfologia da superfície do PLA puro não apresentou evidências de degradação, indicando que a degradação ocorre por um mecanismo bulk.
- ✓ O nano compósito PLA/N apresentou fissuras em sua superfície degradada, indicando que a presença dos nanocristais interferiu com o mecanismo de degradação da matriz.
- ✓ PLA/PEG e PLA/PEG/N mostram altas taxas de degradação. Sendo que suas morfologias demonstram uma degradação preferencial da fase amorfa de PLA, que foi facilitada pelo PEG.

## Referências:

- [1] D. Garlotta, *Polym. Environment* 9 (2001) 63.  
 [2] N. Graupner et al., *Composites: Part A* 40 (2009) 810.  
 [3] M. Sheth et al., *J. App. Polym. Sci.* 66 (1997) 1495.  
 [4] M. O. Taipina et al., *Cellulose* (2013) 20, 217.

## Agradecimentos:

