FUNDAÇÃO OSWALDO ARANHA
CENTRO UNIVERSITÁRIO DE VOLTA REDONDA
PRÓ-REITORIA DE PESQUISA E PÓS-GRADUAÇÃO
PROGRAMA DE MESTRADO PROFISSIONAL EM MATERIAIS

DESENVOLVIMENTO E CARACTERIZAÇÃO DE COMPÓSITOS DE POLIPROPILENO REFORÇADOS COM FIBRAS DO BAGAÇO DE CANA-DE-AÇÚCAR

AMANDA TORRES BRANDÃO

Orientadora: Prof. Drª Daniella Regina Mulinari

FICHA CATALOGRÁFICA
Bibliotecária: Alice Tacão Wagner - CRB 7/RJ 4316

B817d Brandão, Amanda Torres.
Desenvolvimento e caracterização de compósitos de polipropileno reforçados com fibras do bagaço de cana-de-açúcar. Amanda Torres Brandão - Volta Redonda: UniFOA, 2015.

58 p. : Il

Orientador(a): Profª Dra. Daniella Regina Mulinari

Dissertação (Mestrado) – UniFOA / Mestrado Profissional em Materiais, 2015
Materiais compósitos - dissertação. 2. Polipropileno. 3. Fibra do bagaço de cana-de-açúcar. I. Mulinari, Daniella Regina. II. Centro Universitário de Volta Redonda. III. Título.

CDD – 620.118

SUMÁRIO

- OBJETIVO
- MOTIVAÇÃO
- REVISÃO
- MATERIAIS E MÉTODOS
- RESULTADOS E DISCUSSÕES
- CONCLUSÕES

OBJETIVOS

Estudar a viabilidade técnico-científica, aplicabilidade e definição de parâmetros para desenvolver compósitos de polipropileno reforçados com fibras de bagaço de cana-de-açúcar.

MOTIVAÇÃO

- Apelo ecológico;
- Desenvolvimento de novas tecnologias sustentáveis;
- Origem da matéria-prima, a fibra utilizada;
- Baixo custo da matéria-prima.

REVISÃO

- Crescimento de pesquisas na área de materiais baseado em fontes sustentáveis;

- Introdução desses materiais no mercado;
- Utilização das fibras naturais como reforço em compósitos poliméricos;
- Condições específicas de preparo, modificação superficial da fibra *in natura.*

REVISÃO

Compósitos

Polipropileno (PP)

+

Fibras do bagaço de cana

=

Propriedades melhoradas

REVISÃO

Matriz

Funções:

- Manter o reforço preso a uma unidade estrutural;
- Proteção contra danos;
- Transferência e distribuição de carga;
- Contribuição com propriedades.

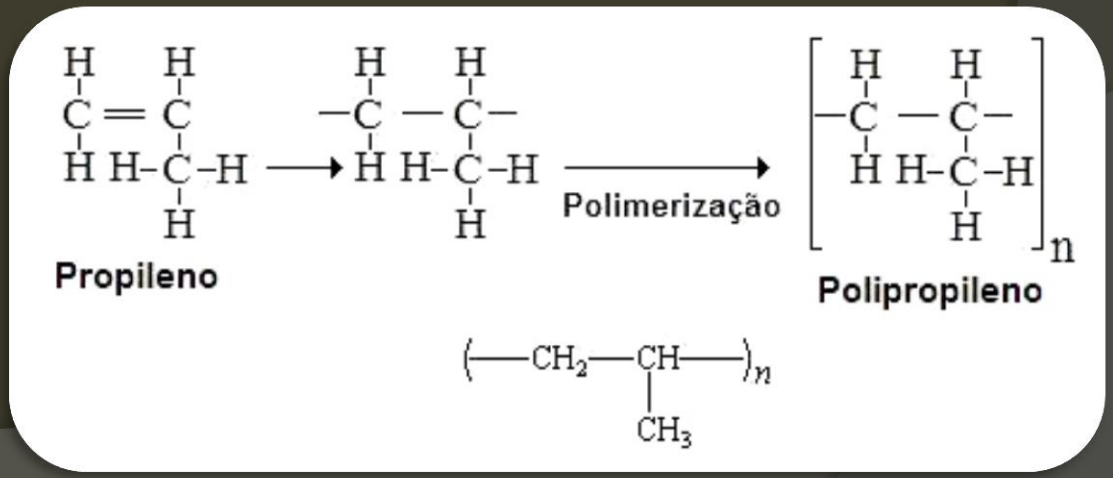
REVISÃO

Matriz

POLIPROPILENO (PP)

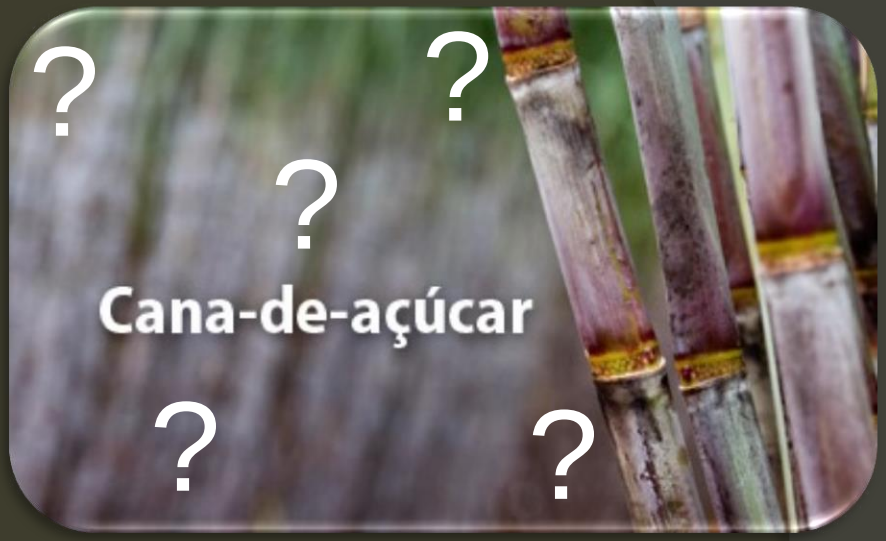
- Baixa densidade;
- Alta rigidez;
- Facilidade de processamento;
- Possibilidade de reaproveitamento.

- Monômero C3H6;
- Reação de poliadição;
- Polímero semicristalino.



REVISÃO

Reforço: Matéria-prima



Brasil: maior produtor mundial de cana;

Cana utilizada para produção de açúcar e álcool.

Vantagens:

- Fonte renovável;
- Baixo custo;
- Baixa densidade;
- Baixa abrasividade aos equipamentos;
- Atóxica;
- Passível de reciclagem.

REVISÃO

Interface Fibra/Matriz

FIBRAS Hidrofílicas ≠ MATRIZ Hidrofóbicas = Geração de falhas

Desvantagens:

- falta de compatibilização entre a Fibra e a Matriz pode gerar falhas
- Formação de aglomerados

Necessário tratamentos superficiais

MATERIAIS E MÉTODOS

Obtenção das fibras do bagaço de cana

- in natura
- CTBE

Trituração, peneiração e secagem

Caracterização das fibras

- DRX
- MEV
- TGA/DTG

Avaliação do uso do agente compatibilizante

- Epolene

Ensaio mecânico

- Tração

Análise macroestrutural e microestrutural

- MO
- Fractografia

MATERIAIS E MÉTODOS

MATERIAIS

H2SO4----------1%m/v

↓

Água destilada

↓

Estufa 80ºC

↓

Peneiramento: 10, 20, 40 mesh

MATERIAIS E MÉTODOS

OBTENÇÃO DOS COMPÓSITOS

Matriz e reforço: secos em estufas - 50ºC/2h

↓

Homogeneizador (Dryser)

↓

Moído em moinho granulador

↓

Estufas - 50ºC/2h

↓

Injetora RAY RAM

↓

Compósitos obtidos em diferentes proporções de fibra

PP utilizado foi fornecido pela BRASKEN

MATERIAIS E MÉTODOS

Tabela 3.1 Descrição dos compósitos de PP reforçados com diferentes proporções de fibras e do PP puro

Amostra	Tipo de fibra reforçada	Quantidade de PP (% m/m)	Quantidade de reforço (% m/m)	Quantidade de PP-g-MAH
PP	---	100	---	---
CB5%	Fibra *in natura*	95	5	---
CB10%	Fibra *in natura*	90	10	---
CBT5%	Fibra tratada	95	5	---
CBT10%	Fibra tratada	90	10	---
CBA5%	Fibra *in natura*	90	5	5
CBA10%	Fibra *in natura*	85	10	5

CB (compósitos reforçados com fibras *in natura*); CBT (compósitos reforçados com fibras tratadas); CBA (compósitos reforçados com fibras *in natura* e PP-g-MAH).

RESULTADOS E DISCUSSÕES

ANÁLISES DAS FIBRAS

1º Caracterização Química

Fibra *in natura*

Fibra tratada

Figura 4.1 Foto das fibras *in natura* e tratadas

Tabela 4.1. Dimensões das fibras *in natura* e tratadas

Tipos de fibras	***Antes da mistura***	
	C (μm)	***D (μm)***
Fibras in natura	200 - 800	10 -30
Fibras tratadas	150 - 550	6 -25

RESULTADOS E DISCUSSÕES

ANÁLISES DAS FIBRAS

1º Caracterização Química

Tabela 4.2. Composição química das fibras de bagaço de cana-de-açúcar *in natura* e tratada

COMPONENTES	FIBRA *IN NATURA* (%)	FIBRA TRATADA (%)
CELULOSE (%)	45,4	56,8
HEMICELULOSE (%)	28,7	23,2
LIGNINA TOTAL (%)	23,4	17,4
CINZAS (%)	1,3	0,9
TOTAL (%)	**97,24**	**98,3**

RESULTADOS E DISCUSSÕES

ANÁLISES DAS FIBRAS

2ºDifratometria de Raios X (DRX)

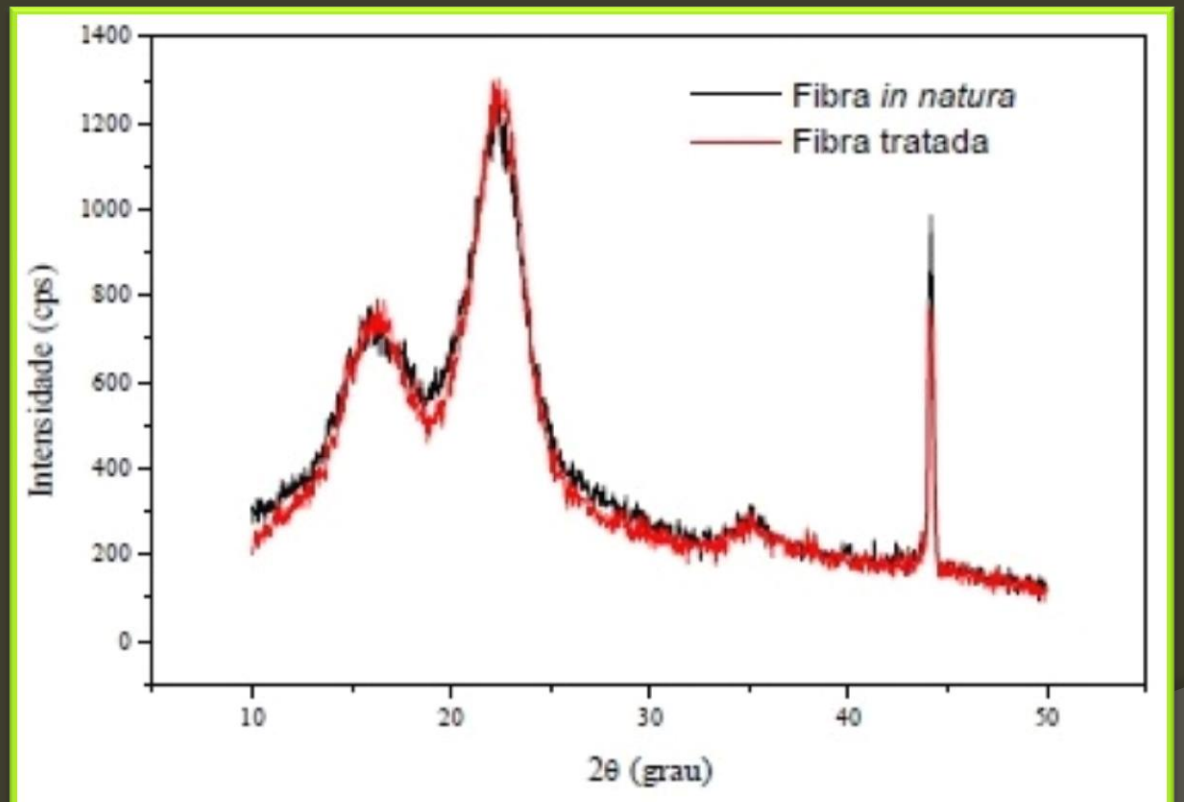


Figura 4.2 Difratogramas de Raios X das fibras de bagaço de cana

RESULTADOS E DISCUSSÕES

ANÁLISES DAS FIBRAS

2º Difratometria de Raios X (DRX)

Tabela 4.3 Índice de cristalinidade das fibras de bagaço de cana

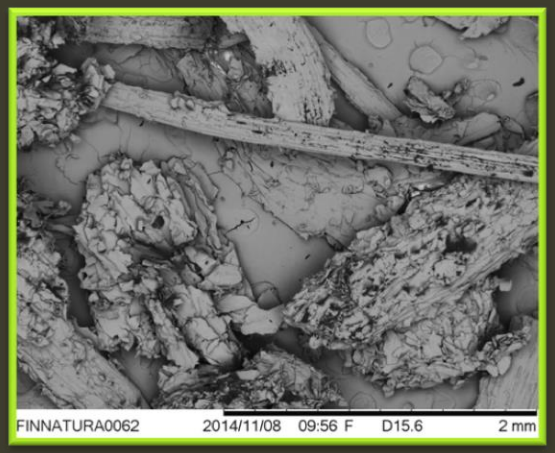
Material	$I_{(002)}$	$I_{(am)}$	I_c (%)
Fibras de bagaço in natura	1238,8	747,3	39,7
Fibras de bagaço tratadas	1294,3	767,6	40,7

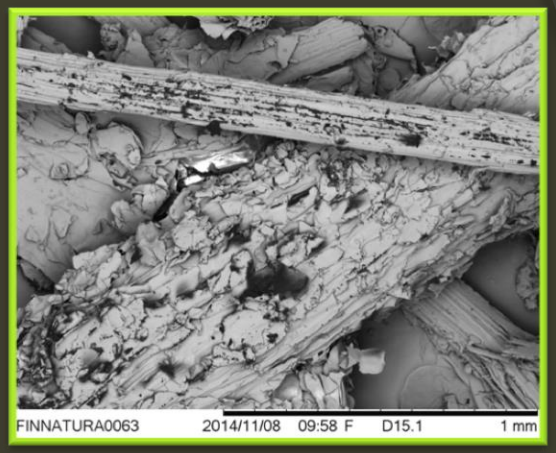
Aumento de 2,5% no índice.

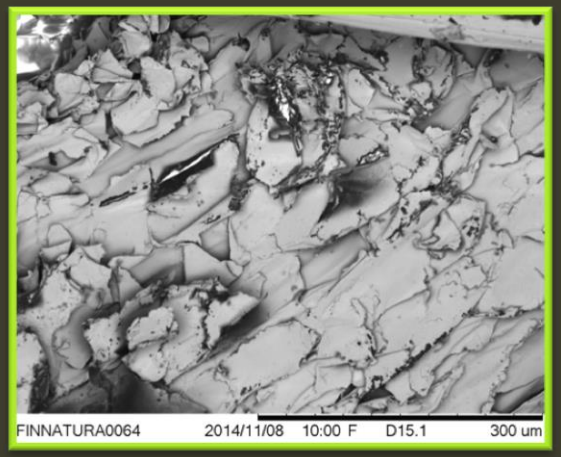
RESULTADOS E DISCUSSÕES

ANÁLISES DAS FIBRAS

3º Microscopia Eletrônica de Varredura (MEV)







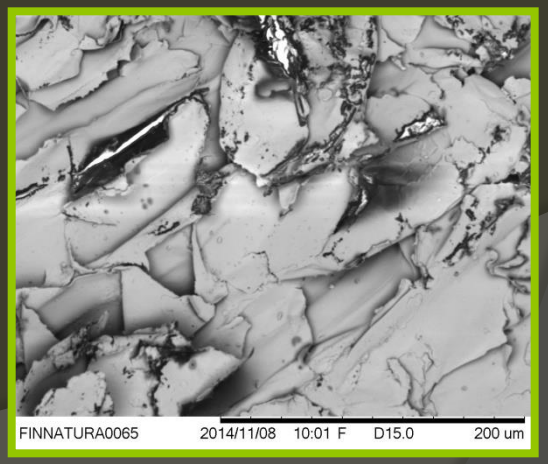


Figura 4.3. MEV das fibras de cana in natura com ampliações de 50X, 100X, 300X e 500X

RESULTADOS E DISCUSSÕES

ANÁLISES DAS FIBRAS

3º Microscopia Eletrônica de Varredura (MEV)

Figura 4.4 MEV das fibras de cana tratadas com ampliações de 50X, 100X, 300X e 500X

RESULTADOS E DISCUSSÕES

ANÁLISES DAS FIBRAS

4º TERMOGRAVIMETRIA – Curva DTG = perda de massa

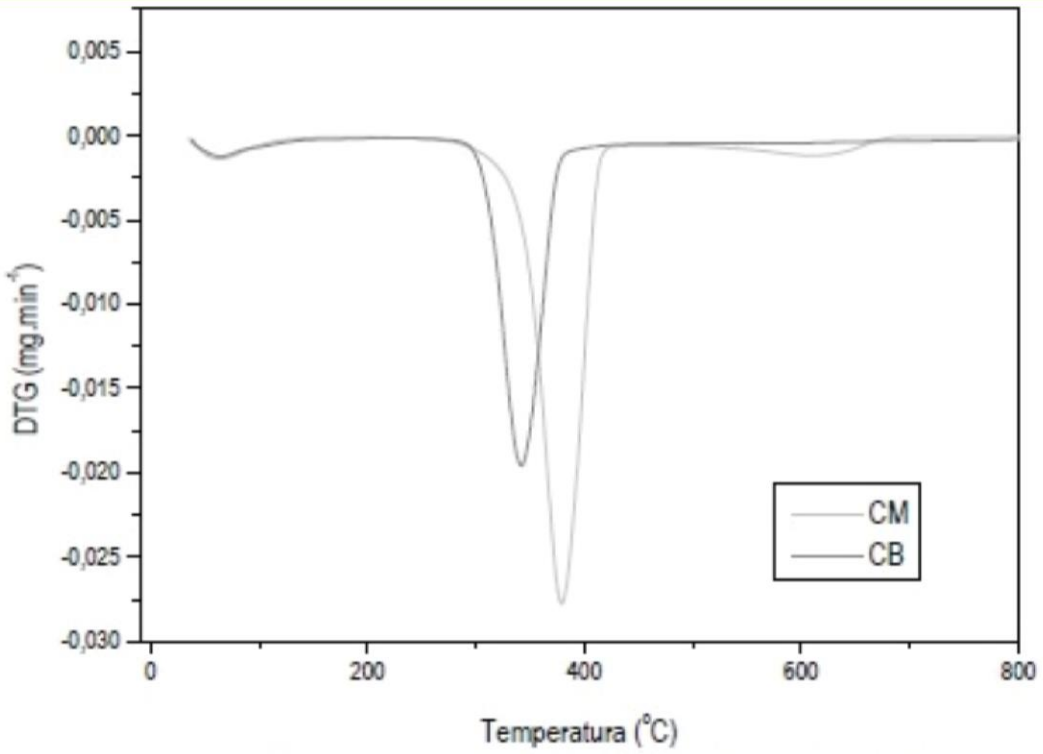
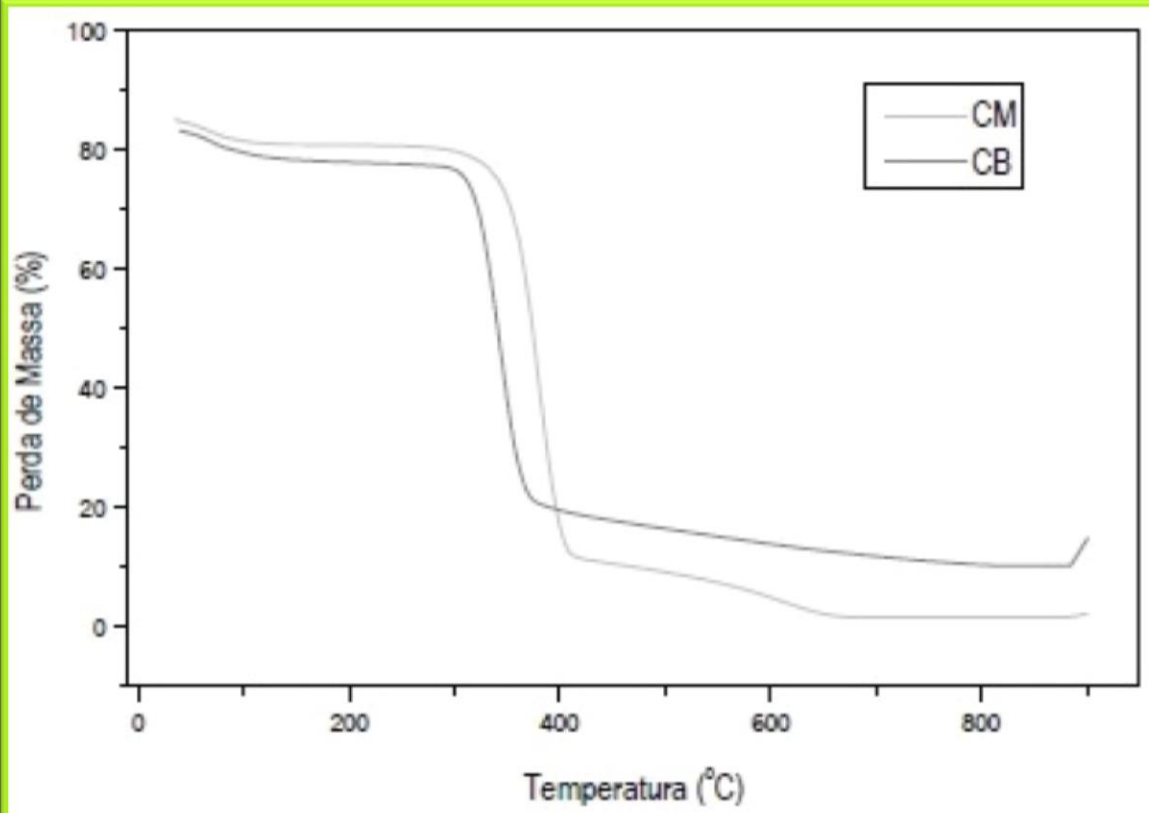


Figura 4.5. Curvas DTG das fibras de bagaço de cana: fibras *in natura* (CB); fibras modificadas (CM)

RESULTADOS E DISCUSSÕES

ANÁLISES DAS FIBRAS

4º TERMOGRAVIMETRIA – Curva TGA = degradação e decomposição



Curvas termogravimétricas das fibras de bagaço de cana: fibras *in natura* (CB); fibras modificadas (CM)

RESULTADOS E DISCUSSÕES

OBTENÇÃO DOS COMPÓSITOS

Figura 4.7. Corpos de prova obtidos para os ensaios mecânicos

Tabela 4.4. Dimensões das fibras antes a após a mistura com PP

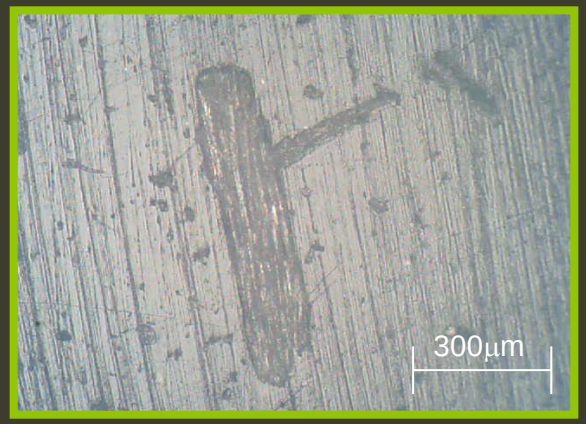
Tipos de fibras	***Antes da mistura***		***Após a mistura***	
	C (μm)	***D (μm)***	***C (μm)***	***D (μm)***
Fibras in natura	200 - 800	10 -30	100 – 650	5 – 20
Fibras modificadas	150 - 550	6 -25	70 – 350	5– 15

Alterações no comprimento e o diâmetro das fibras

RESULTADOS E DISCUSSÕES

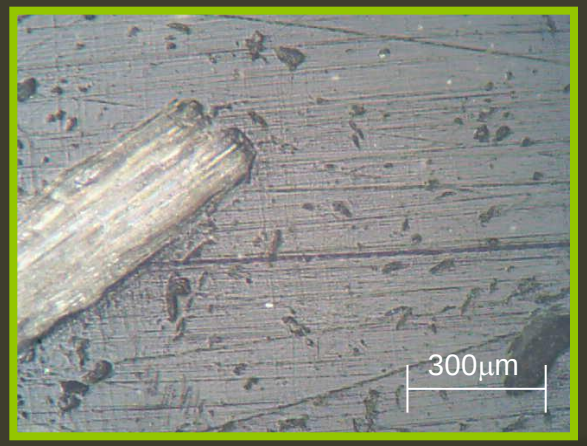
OBTENÇÃO DOS COMPÓSITOS

Micrografias da superfície das extremidades dos corpos de prova de tração.

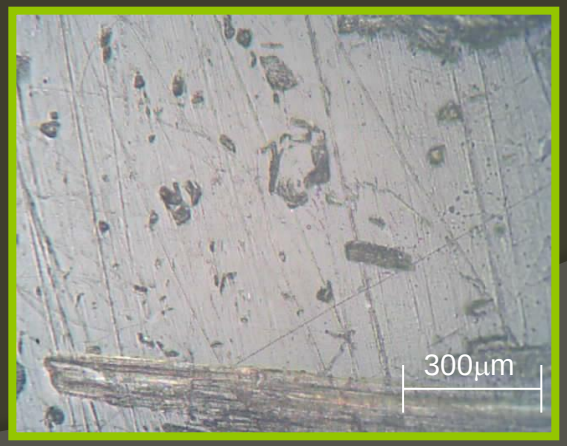


CB 5% 30X

CB 10% 30X



CBT 5% 30X

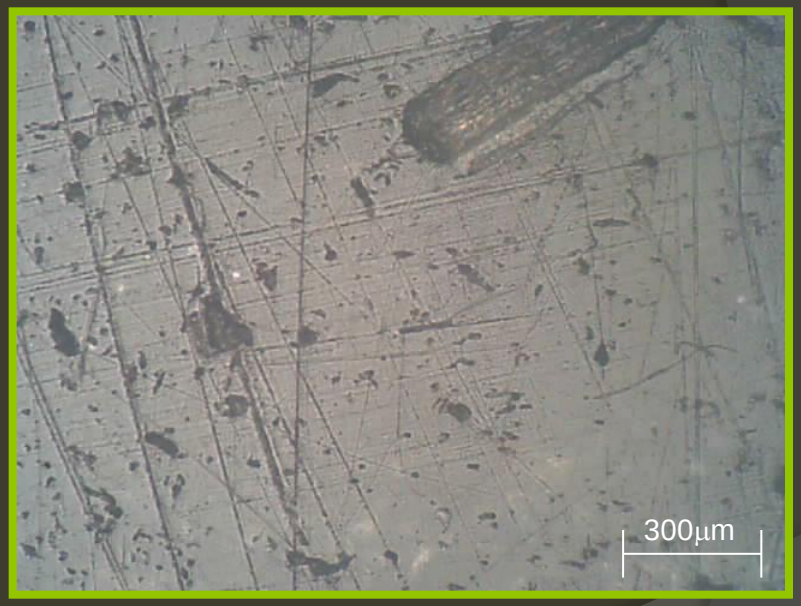


CBT 10% 30X

RESULTADOS E DISCUSSÕES

Micrografias da superfície das extremidades dos corpos de prova de tração

CBA 5% 30X



CBA 10% 30X

RESULTADOS E DISCUSSÕES

ENSAIOS DE TRAÇÃO

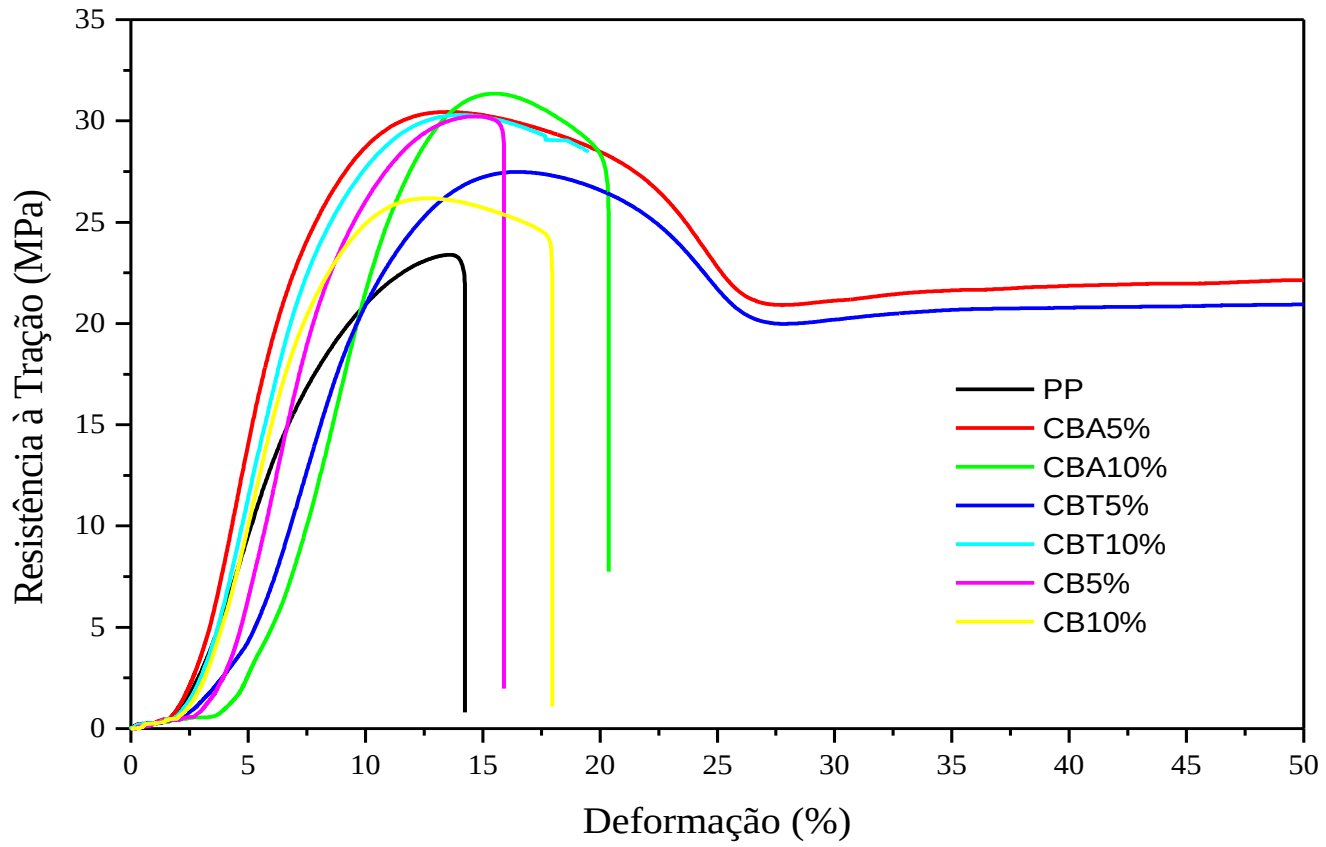


Figura 2 Comportamento mecânico do PP puro e dos compósitos

Redução em torno de 56,36% na deformação total

Rigidez ↑ Ductilidade ↓

RESULTADOS E DISCUSSÕES

ENSAIOS DE TRAÇÃO

AMOSTRAS	Alongamento até à tensão máxima (%)	Tensão ao Escoamento (MPa)	Limite de resistência à tração (MPa)	Módulo de Elasticidade (MPa)
PP	17,2 ± 1,4	14,62 ± 1,28	25,15 ± 1,4	1120,33 ± 75,9
CB5%	16,1 ± 0,3	17,30 ± 0,99	26,5 ± 0,25	1215,2 ± 73,7
CB10%	11,6 ± 1,3	17,60 ± 0,14	26,0 ± 0,40	1453,7 ± 83,8
CBT5%	13,5 ± 1,1	19,57 ± 0,93	30,0 ± 0,19	1645,3 ± 23,4
CBT10%	11,0 ± 1,0	19,07 ± 0,92	28,25 ± 0,68	1861,4 ± 55,9
CBA5%	13,2 ± 0,9	19,74 ± 0,99	30,75 ± 0,19	1701,2 ± 111,2
CBA10%	12,20 ± 1,09	21,94 ± 0,98	31,0 ± 0,68	1984,3 ± 245,4

Tabela 4.5 Valores do limite de resistência à tração. CB (compósitos PP reforçados com fibras do bagaço in natura); CBT (compósitos PP reforçados com fibras do bagaço tratadas); CBA (compósitos PP reforçados com fibras do bagaço in natura compatibilizados com PP-g-MAH) .

RESULTADOS E DISCUSSÕES

Módulo de Elasticidade

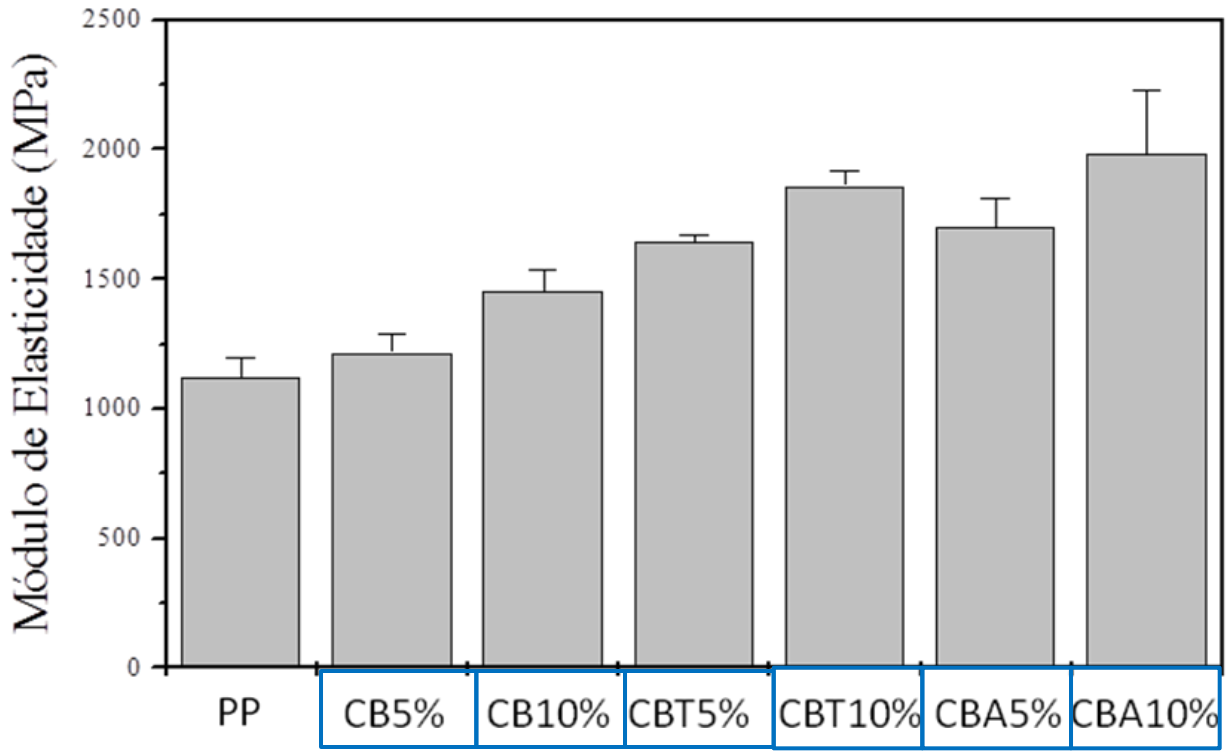


Figura 4.15 Módulo de elasticidade em tração dos compósitos em função do teor e tipo de fibra

RESULTADOS E DISCUSSÕES

Alongamento na tensão máxima

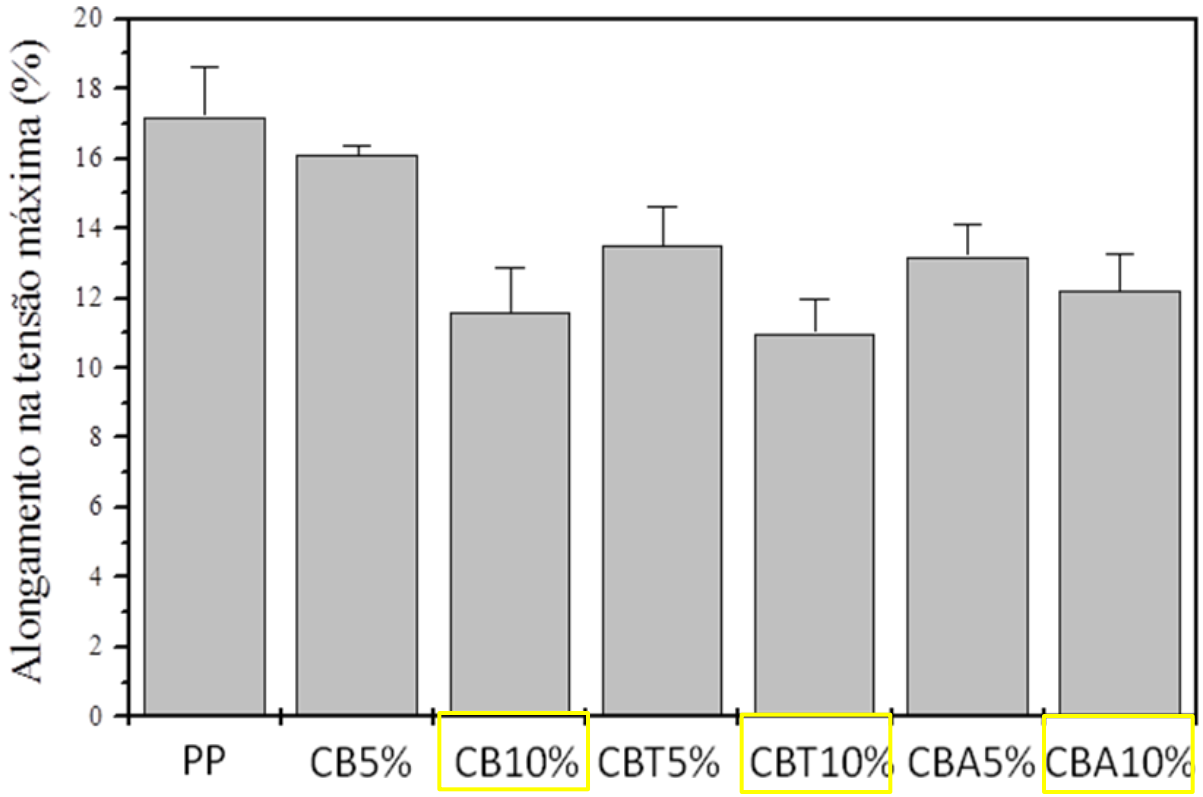
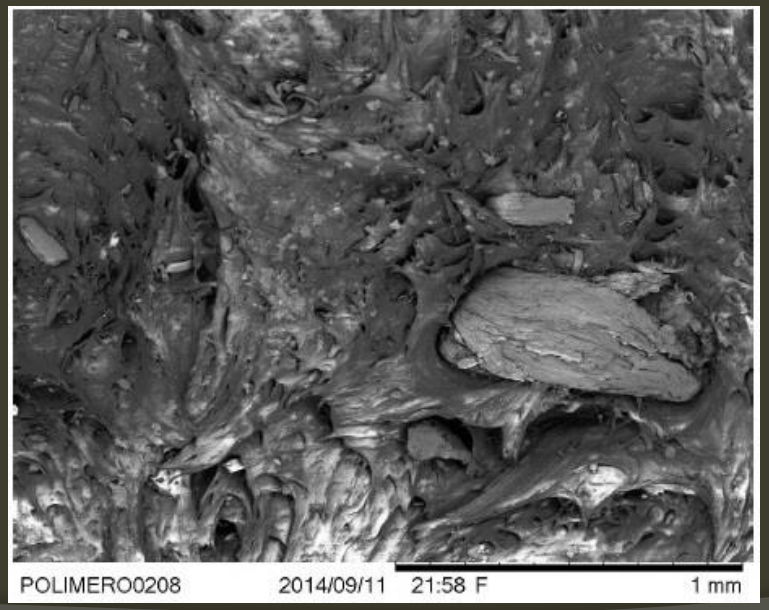


Figura 4.16 Alongamento na tensão máxima dos compósitos em função do teor e tipo de fibra

RESULTADOS E DISCUSSÕES

MICROSCOPIA ELETRÔNICA DE VARREDURA - Fratografia

Figura 4.18 Corpos de prova de tração dos compósitos após fratura

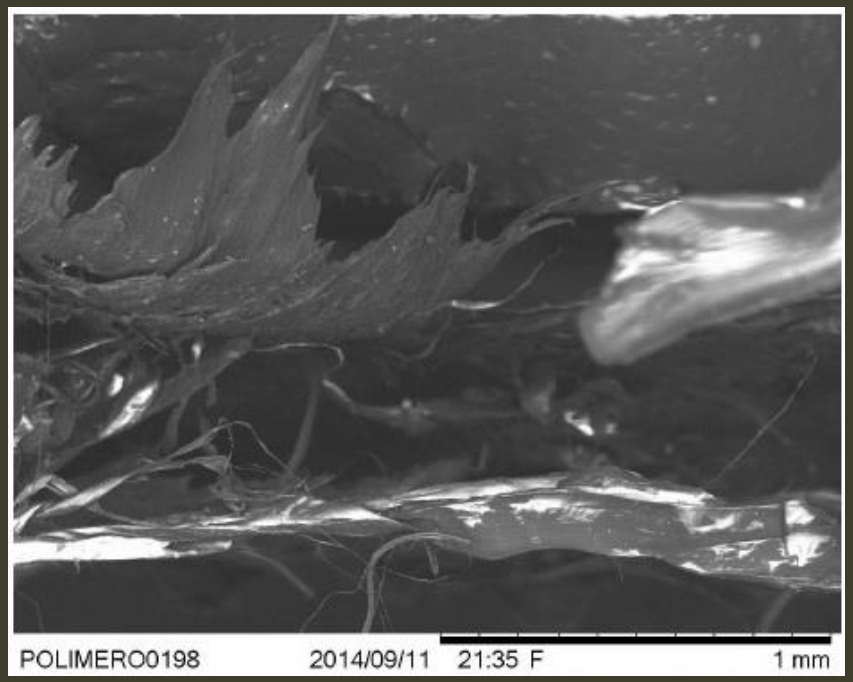


CB 5% 80X

CB 10% 80X

RESULTADOS E DISCUSSÕES

MICROSCOPIA ELETRÔNICA DE VARREDURA - Fratografia



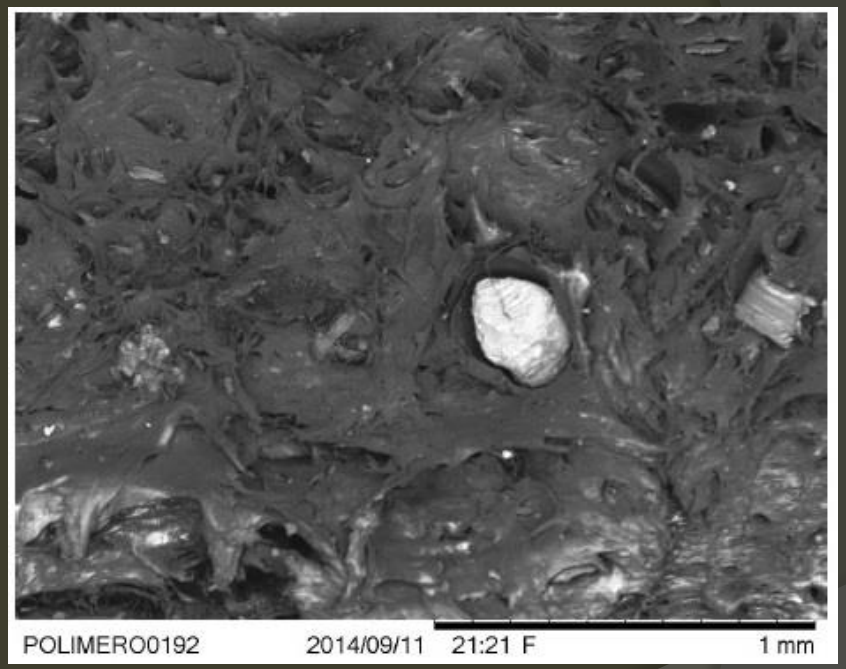
CBT 5% 80X

CBT 10% 80X

RESULTADOS E DISCUSSÕES

MICROSCOPIA ELETRÔNICA DE VARREDURA - Fratografia

CBA 5% 80X



CBA 10% 80X

CONCLUSÕES

- O tratamento químico provocou alteração na cristalinidade, morfologia e composição química das fibras;
- A moldagem por injeção tornou o processo rápido e reprodutível;
- Adição de fibras do bagaço *in natura* na matriz PP obteve-se um material com até 10% menos polímero e com propriedades mecânicas viáveis para determinadas aplicações onde o custo e o módulo elástico são mais importantes que a ductilidade;
- As fibras tratadas e compatibilizadas com PP-g-MAH influenciaram as propriedades mecânicas dos compósitos quando comparado aos compósitos reforçados com fibras *in natura.*

As fibras do bagaço tratadas e compatibilizadas podem ser aplicadas em matrizes de PP para desenvolvimento de um novo material, criando assim um material sustentável e de baixo custo.

SUGESTÕES FUTURAS

- AVALIAR O CUSTO DO MATERIAL PARA SER APLICADO NO MERCADO;
- ESTUDAR OUTRAS MATRIZES POLIMÉRICAS

OBRIGADA!