



Centro Universitário de Volta Redonda

Mestrado Profissional em Materiais

PRODUÇÃO E CARACTERIZAÇÃO DE COMPÓSITOS DE PEAD REFORÇADOS COM FIBRAS DA CASCA DE NOZ MACADÂMIA

Gabriella da Silva Lopes

Orientador (a):
Prof^ª. Dra. Daniella Regina Mulinari
Co - orientador (a):
Prof. Dr. Bruno Chaboli Gambarato



- ❖ Objetivo
- ❖ Introdução
- ❖ Materiais e Métodos
- ❖ Resultados e Discussões
- ❖ Conclusões

- ❖ Avaliar as características físicas, químicas, térmicas e morfológicas das fibras da macadâmia *in natura*;
- ❖ Desenvolver compósitos de PEAD reforçados com fibras da macadâmia *in natura*: misturador termocinético e moldagem por injeção;
- ❖ Estudar a influência do agente compatibilizante nas propriedades dos compósitos;
- ❖ Caracterizar os compósitos térmica e mecanicamente.

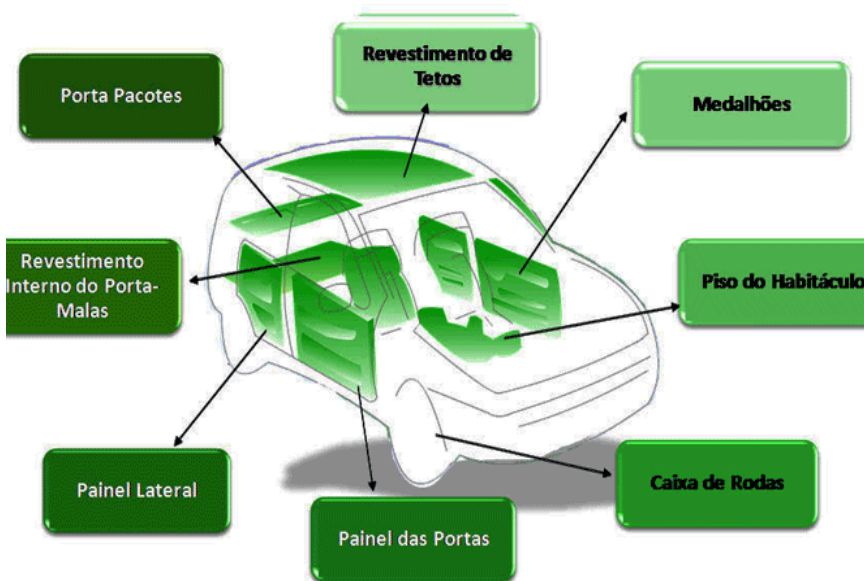
COMPÓSITOS POLIMÉRICOS REFORÇADOS COM FIBRAS NATURAIS

❖ Materiais ecologicamente corretos;

❖ A crescente perspectiva de economia de energia por meio da redução de peso dos componentes;

❖ Características como baixo custo, baixa densidade, biodegradabilidade, baixa abrasividade e não toxicidade;

❖ Solução para reaproveitamento de materiais da agroindústria;



plantbottle[®]
up to 30% plant-based
100% recyclable bottle
redesigned plastic,
recyclable as ever.



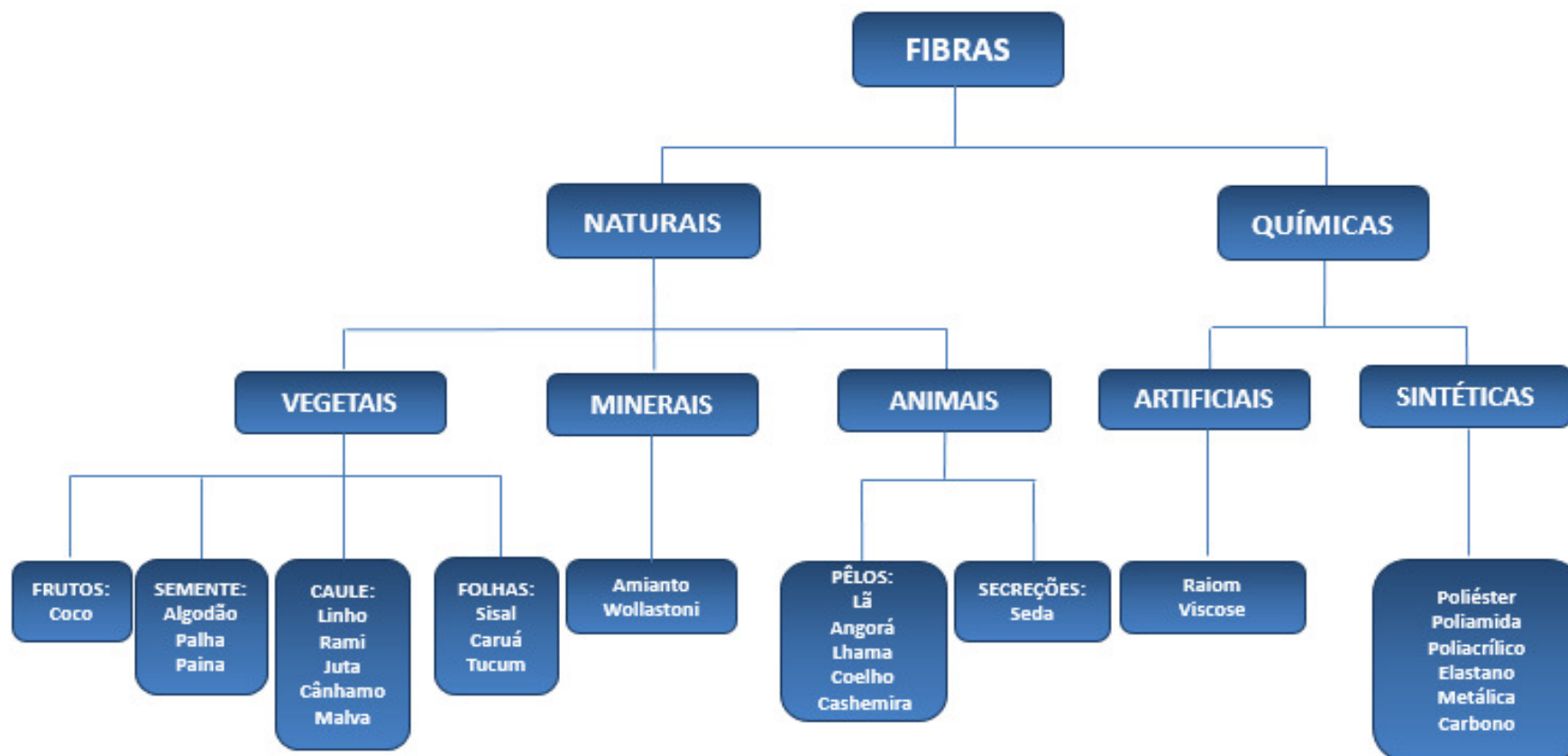
VANTAGENS

- ✓ Produzidas por fontes renováveis;
- ✓ Baixo custo;
- ✓ Baixa densidade;
- ✓ Não são prejudiciais à saúde;
- ✓ São biodegradáveis;
- ✓ Menos abrasivas ao equipamento de processamento;
- ✓ Podem ser incineradas.

DESVANTAGENS

- ✓ Tendência de incompatibilidade com a Matriz;
- ✓ Tendência de formar aglomerados durante o processamento;
- ✓ Temperatura de Processamento.

CLASSIFICAÇÃO DAS FIBRAS

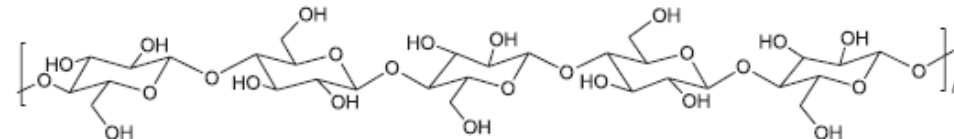


COMPOSIÇÃO DAS FIBRAS NATURAIS

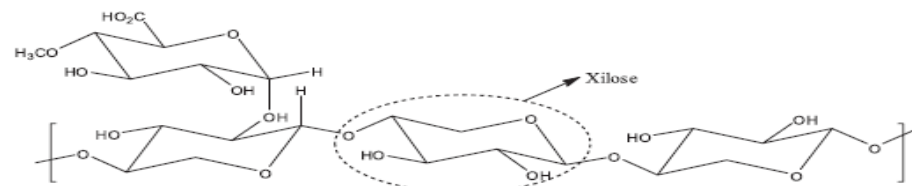
INTRODUÇÃO

A composição química das fibras naturais é constituída de hemicelulose, celulose, lignina e extrativos.

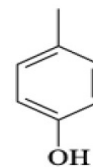
CELULOSE – CONFERE REGIDEZ AO MATERIAL



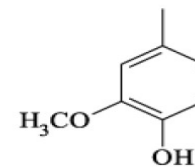
HEMICELULOSE - AUXILIA NA ADESÃO ENTRE CELULOSE E LIGNINA



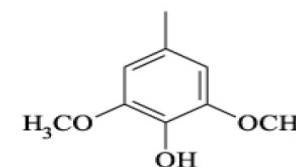
LIGNINA – CONFERE O CARACTER DE HIDROFOBIA AS FIBRAS



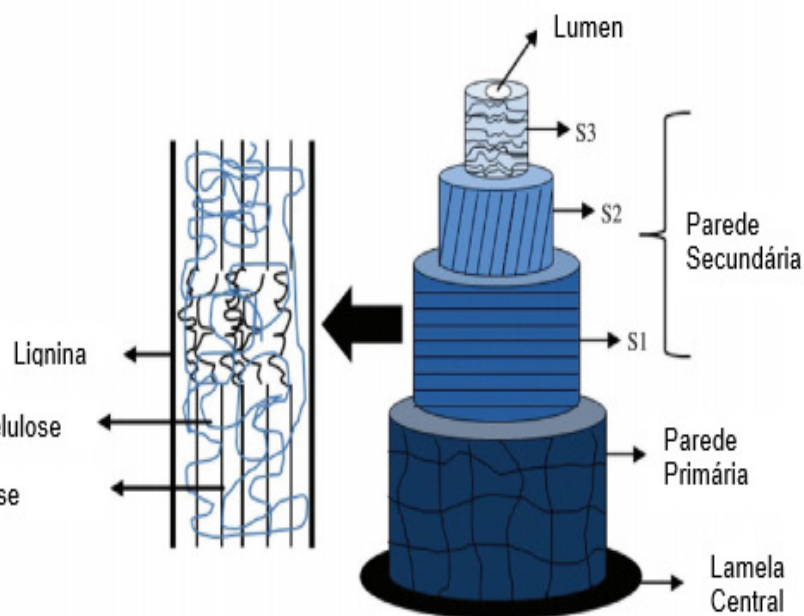
(a)



(b)



(c)



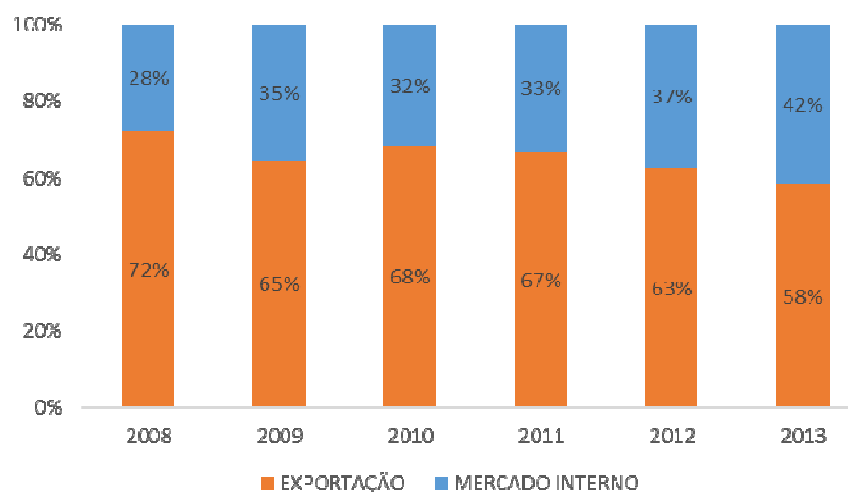
FIBRA DA MACADÂMIA

INTRODUÇÃO

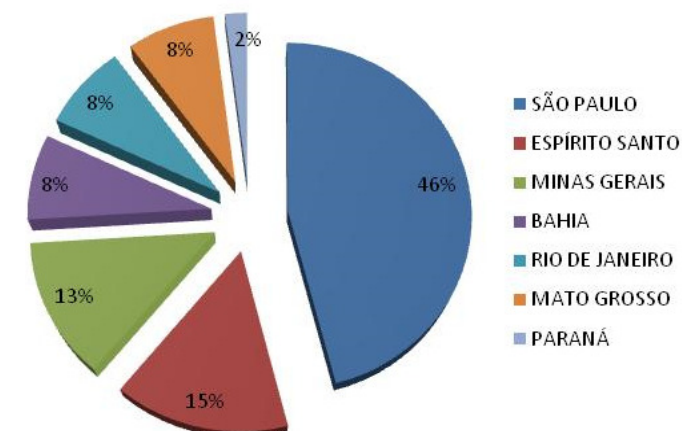
APLICAÇÕES



PRODUÇÃO BRASIL



ESTADOS PRODUTORES



FIBRA DA MACADÂMIA

INTRODUÇÃO

- ORIGEM
- PRINCIPAIS ESPÉCIES
- COMPONENTES

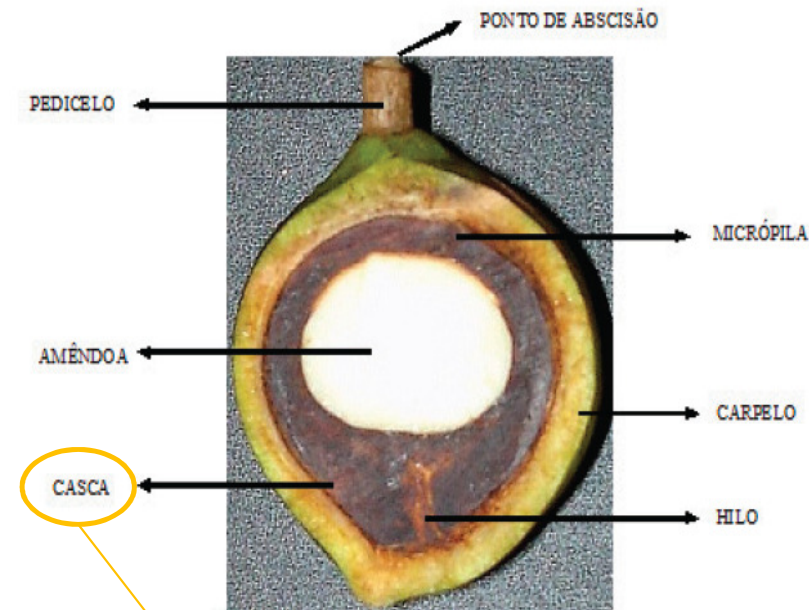


Macadâmia Integrifolia

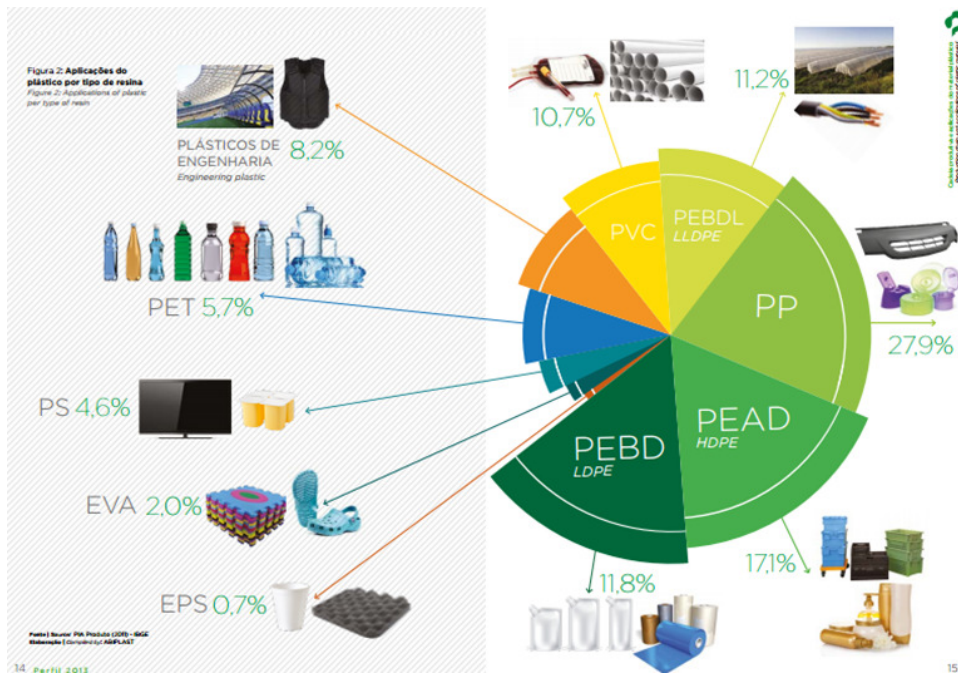
Fruto da Macadâmia



Fruto da Macadâmia



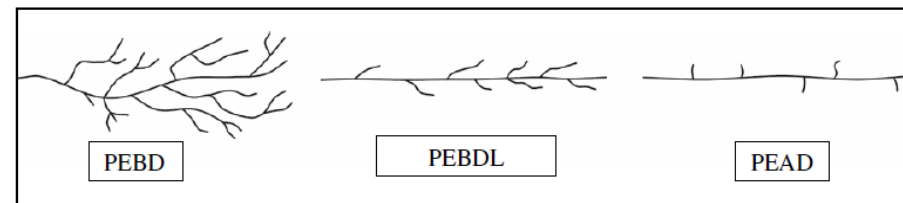
COMPARATIVOS MATRIZES TERMOPLÁSTICAS



VANTAGENS DO PEAD:

- ✓ Baixo custo;
- ✓ Facilidade de processamento;
- ✓ Reciclagem;
- ✓ Boa resistência ao impacto.

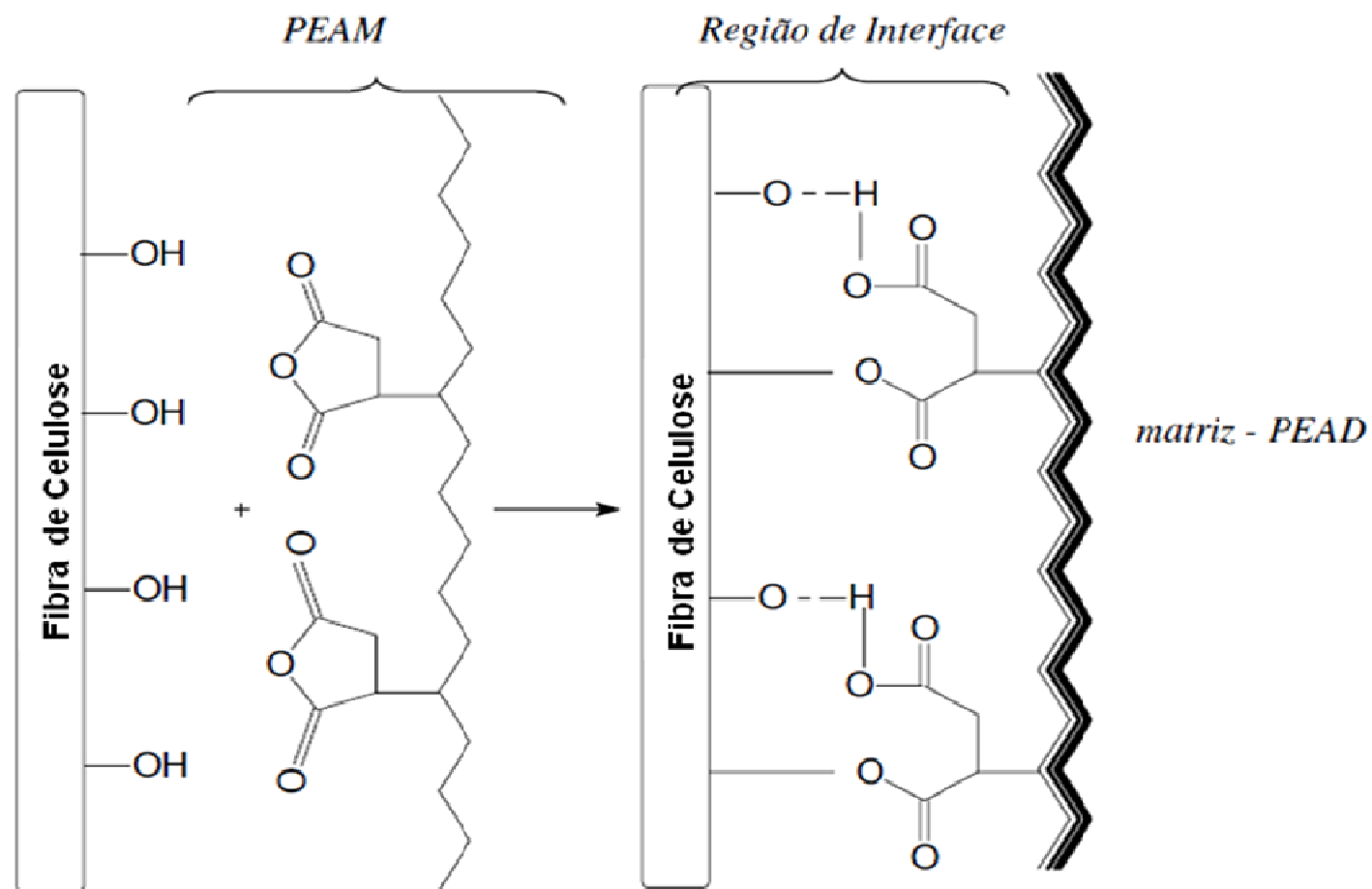
CLASSIFICAÇÕES DO POLIETILENO



AGENTE COMPATIBILIZANTE

INTRODUÇÃO

- ❖ OBJETIVO
- ❖ RESULTADOS ESPERADOS





OBTENÇÃO DAS FIBRAS

MATERIAIS E MÉTODOS



Cascas

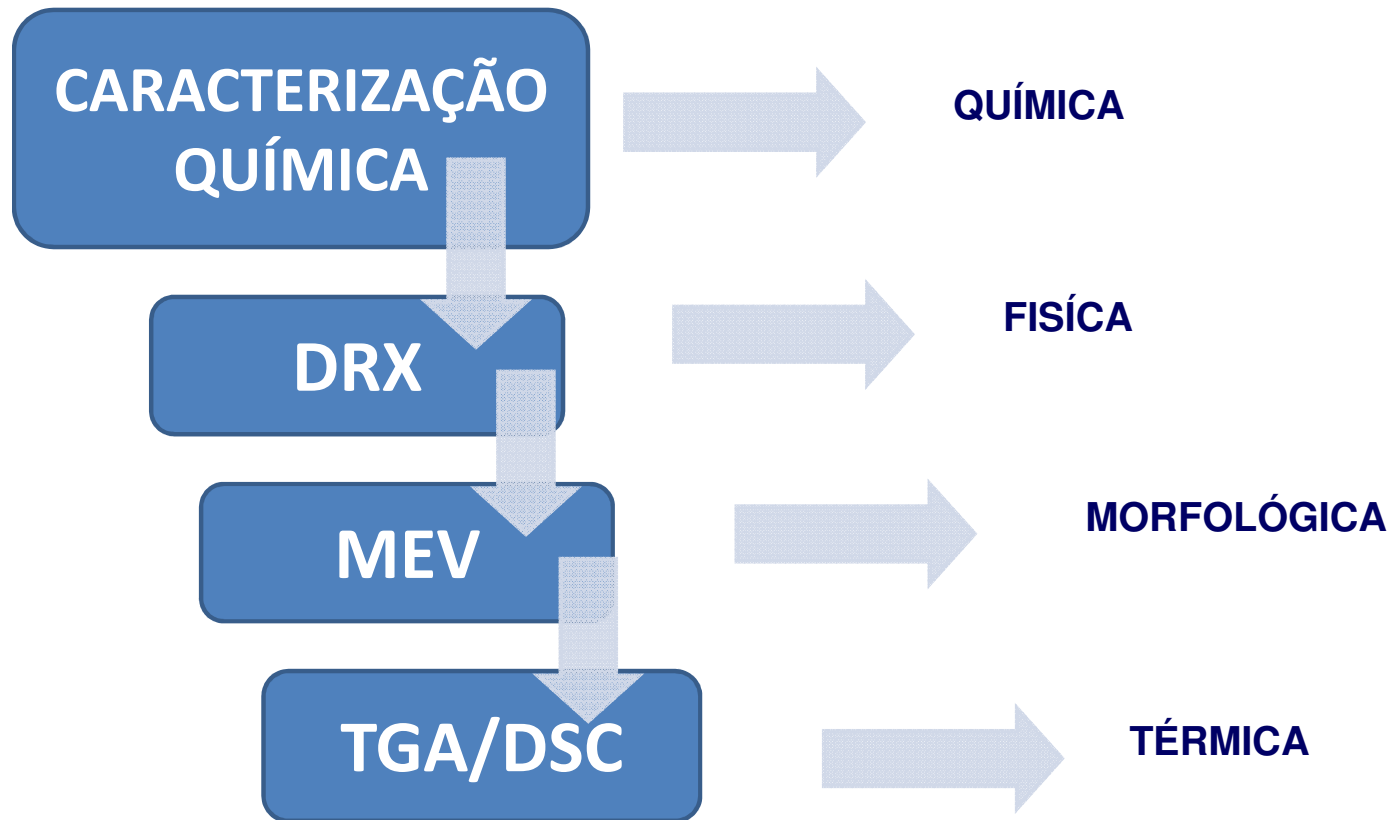


Cascas Trituradas



Classificação Granulométrica

10, 28 e 35 Mesh



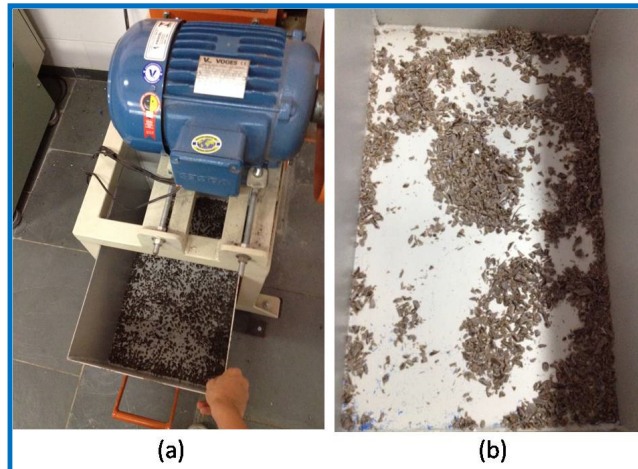
PROCESSAMENTO DOS COMPÓSITOS

MATERIAIS E MÉTODOS

❖ MISTURADOR TERMOCINÉTICO



❖ MOINHO GRANULADOR



❖ INJEÇÃO



PROPORÇÕES DOS COMPÓSITOS

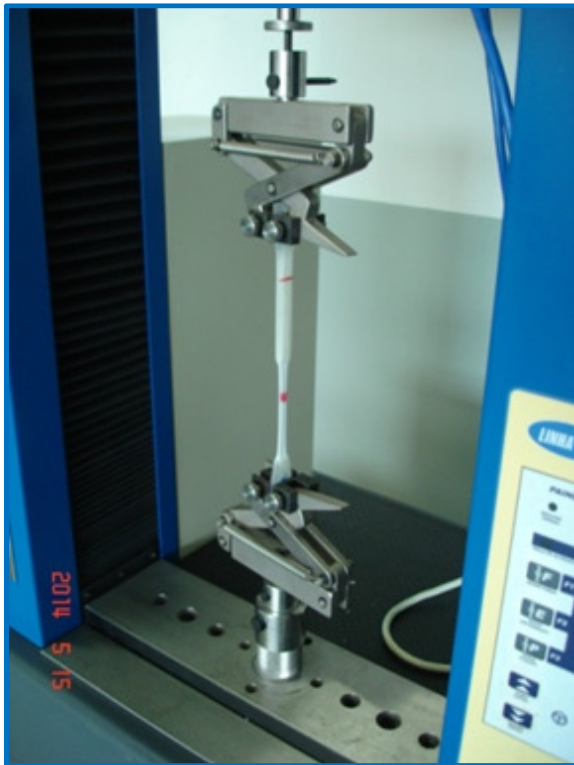
MATERIAIS E MÉTODOS



Descrição dos compósitos de PEAD reforçados com diferentes proporções de fibras, com o PP-g-MA e do PEAD puro.

Amostra	Tipo de fibra reforçada	Quantidade de PEAD (% m/m)	Quantidade de reforço (% m/m)	Quantidade de PP-g-MA (% m/m)
PEAD	---	100	---	---
PEAD /FM 5%	Fibra <i>in natura</i>	95	5	---
PEAD /FM 10%	Fibra <i>in natura</i>	90	10	---
PEAD /FM 20%	Fibra <i>in natura</i>	80	20	---
PEAD/FM/Ag 5%	Fibra <i>in natura</i>	90	5	5
PEAD /FM/Ag 10%	Fibra <i>in natura</i>	85	10	5
PEAD/FM/Ag 20%	Fibra <i>in natura</i>	75	20	5

ENSAIO DE TRAÇÃO



AVALIAR CARACTERÍSTICAS MECÂNICAS:

- ❖ ALONGAMENTO A TENSÃO MÁXIMA
- ❖ LIMITE RESISTÊNCIA A TRAÇÃO
- ❖ MÓDULO DE ELASTICIDADE

Carga Aplicada: 5kN
Velocidade: 5 mm/min

ENSAIO DE FLEXÃO



AVALIAR CARACTERÍSTICAS MECÂNICAS:

- ❖ RESISTÊNCIA A FLEXÃO
- ❖ MÓDULO DE ELÁSTICO

Carga Aplicada: 5kN
Velocidade: 1,4 mm/min

COMPOSIÇÃO QUÍMICA DAS FIBRAS DE MACADÂMIA

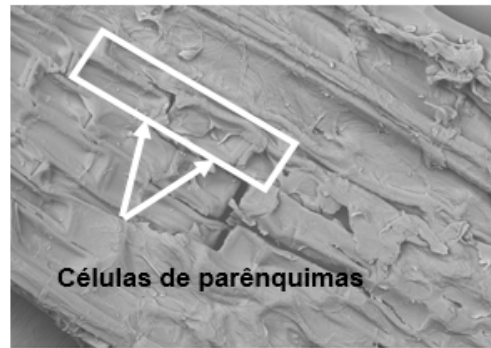
COMPOSIÇÃO DA FIBRA DA MACADAMIA

AUTOR	HEMICELULOSE (Holocelulose + Celulose)	LIGNINA	CINZAS	UMIDADE
Wechesler et al. (2013)	59,5%	40,1%	0,3%	0%
Toles et al. (1998)	37,5%	47,6%	0,2%	10%
Lopes, 2016	53,8%	41,6%	3,21%	0%

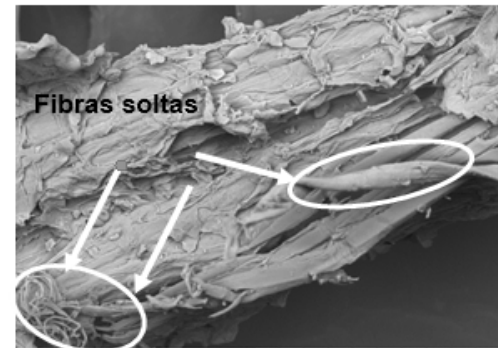
COMPOSIÇÃO DA LITERATURA

Fibras Naturais	Celulose (%)	Hemicelulose (%)	Lignina (%)
<i>Coco</i>	43,4 - 53	14,7	38 - 40,7
<i>Sisal</i>	74 - 75,2	10 - 13,9	7,6 - 8
<i>Bagaço -de -cana</i>	54,3 - 55,2	16,8 - 29,7	24,6 - 25,3
<i>Banana</i>	60 - 65	6 - 8	5 - 10
<i>Juta</i>	60	22,1	15,9
<i>Curauá</i>	70,7 - 73,6	21,1	7,5 - 11,1
Macadâmia	29,5	30	40,1

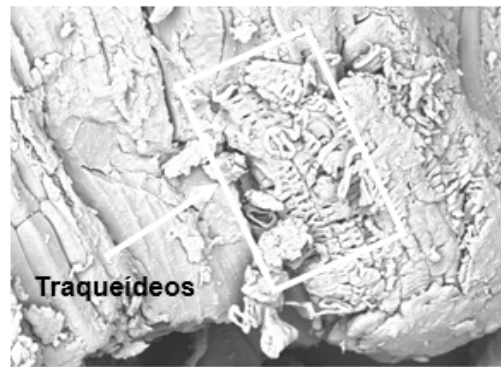
MICROSCOPIA ELETRÔNICA DE VARREDURA DA FIBRA



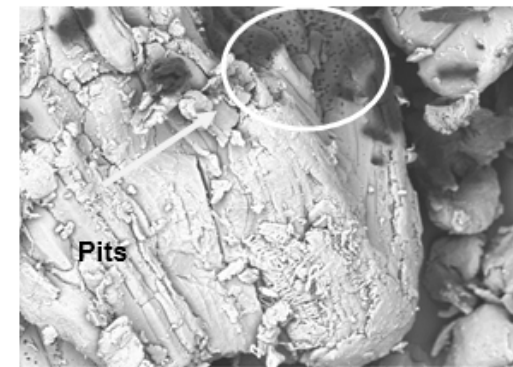
(c)



(d)



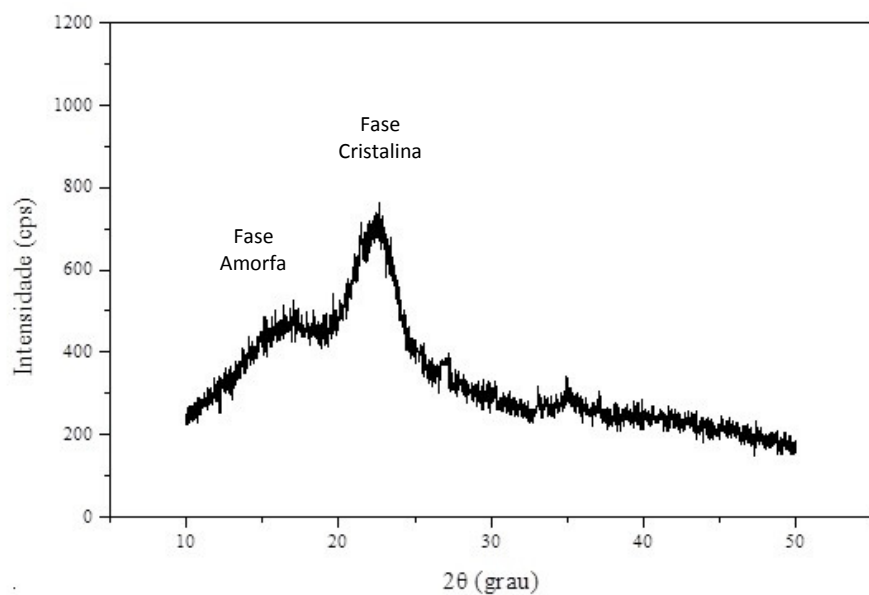
(e)



(f)

DIFRATOGRAMA DE RAIOS X

RESULTADOS E DISCUSSÃO



Equação de Segal

$$I_c = \frac{I_{(002)} - I_{(am)}}{I_{(002)}} \times 100$$

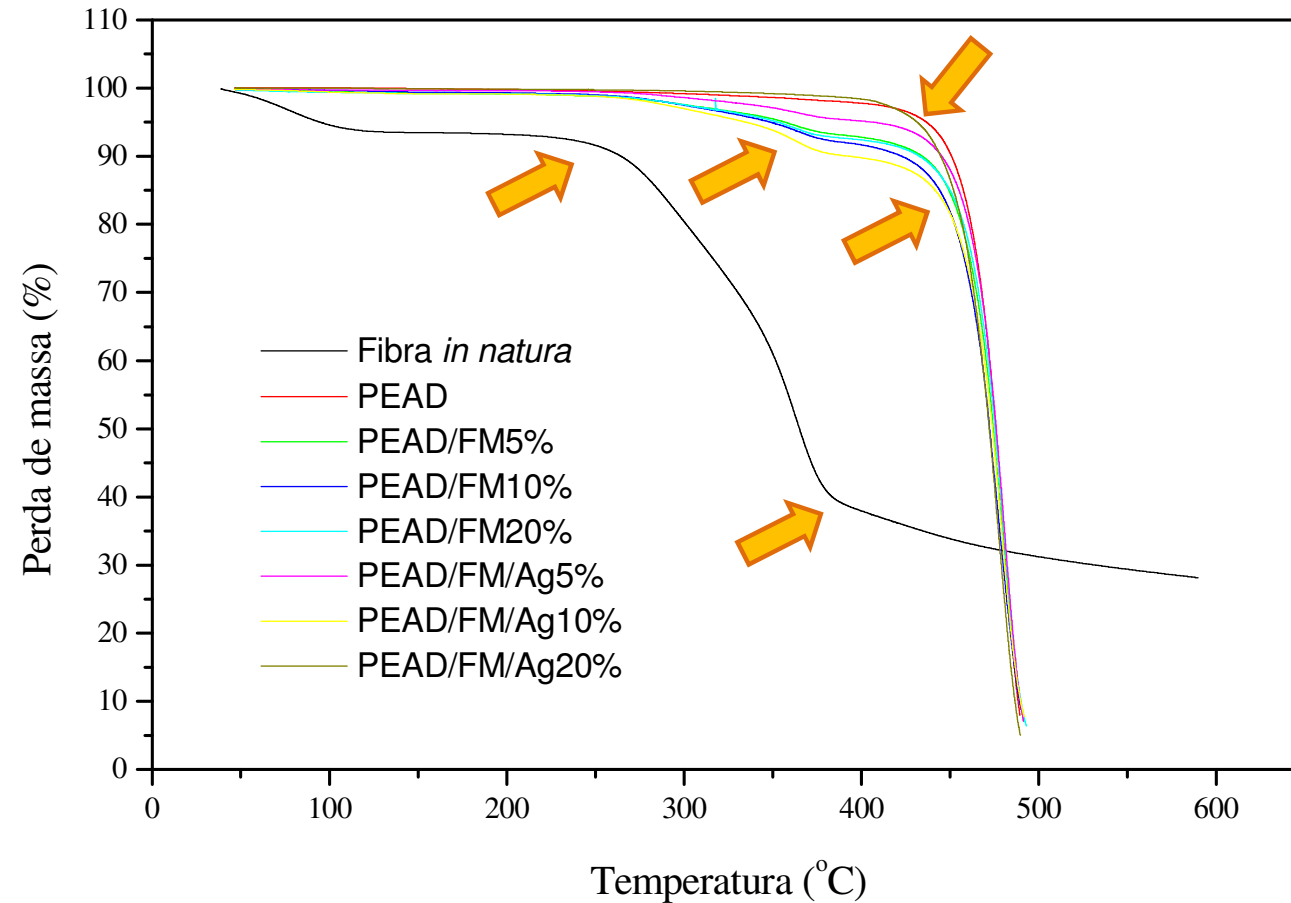
MATERIAL	I_{am}	$I_{(002)}$	I_c
FIBRA IN NATURA	495,36	744,1	33,4%

RESULTADOS DE OUTRAS FIBRAS NATURAIS

TIPO DE FIBRA	I_{am}	$I_{(002)}$	I_c
BAGAÇO	747,3	1238,8	40%
COCO	500,6	876,1	43%
PALMEIRA	615,1	854,9	28%

TERMOGRAMETRIA (TGA)

RESULTADOS E DISCUSSÕES



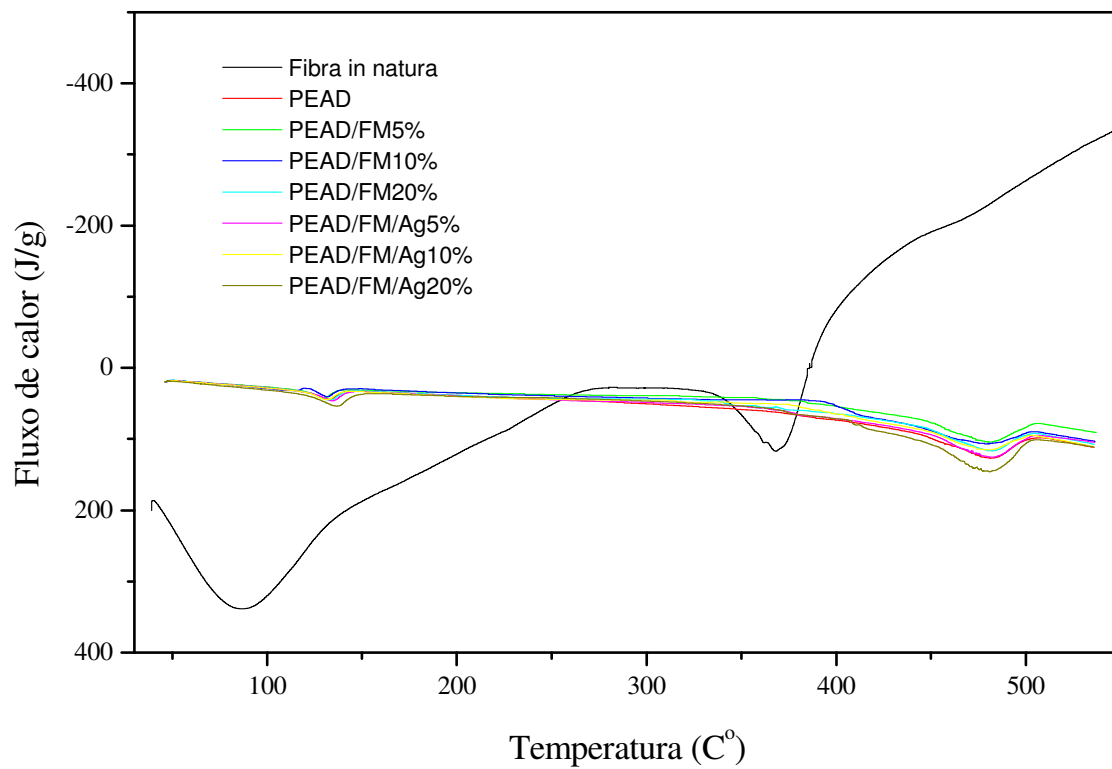
Degradação da Fibra: 2 Estágios

Degradação do PEAD Puro: 1 Estágio

Degradação dos compósitos: 2 Estágio

CALORIMETRIA DIFERENCIAL EXPLORATÓRIA (DSC)

RESULTADOS E DISCUSSÃO



<i>Material</i>	<i>T_{pico}</i> (°C)	<i>ΔH_{des}</i> (J.g ⁻¹)	<i>ΔH_{dec}</i> (J.g ⁻¹)
<i>Fibra in natura</i>	85	169,85	----
	369	----	58,9

CALORIMETRIA DIFERENCIAL EXPLORATÓRIA (DSC)

RESULTADOS E DISCUSSÃO

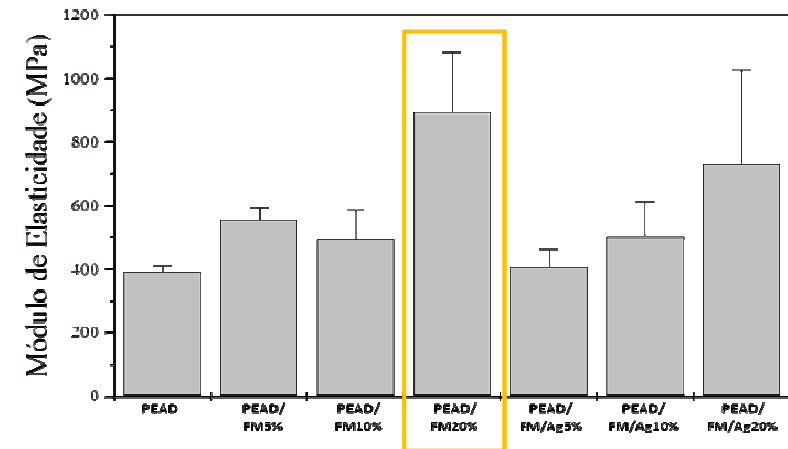


Amostras	T_f (°C)	ΔH_f (J.g ⁻¹)	X_c (%)
PEAD	132,5	76,0	25,9
PEAD/FM 5%	130,0	58,7	21,1
PEAD/FM 10%	131,6	59,1	22,4
PEAD/FM 20%	132,9	52,6	22,4
PEAD/FM/Ag 5%	134,5	63,95	23,0
PEAD/FM/Ag 10%	131,9	54,9	20,8
PEAD/FM/Ag 20%	136,8	90,8	38,7

ENSAIO DE TRAÇÃO

RESULTADOS E DISCUSSÃO

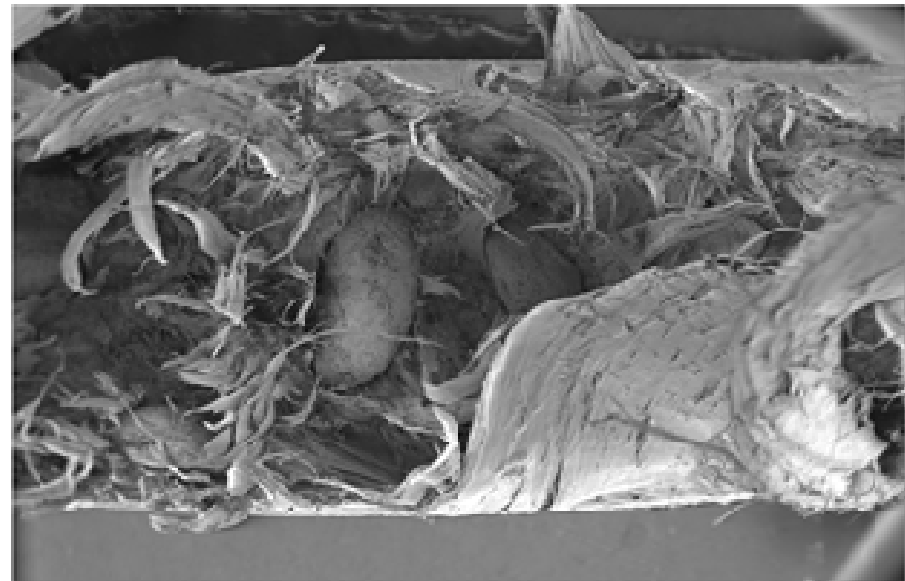
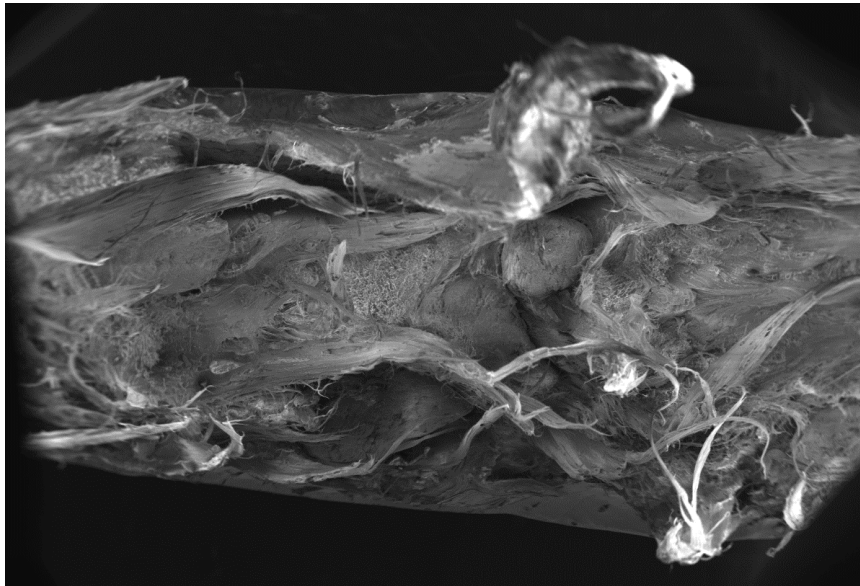
AMOSTRAS	Alongamento até à tensão máxima (%)	Limite de resistência à tração (MPa)	Módulo de Elasticidade (MPa)
PEAD	$0,41 \pm 0,02$	$12,8 \pm 0,05$	$394,6 \pm 17,3$
PEAD/FM 5%	$0,32 \pm 0,03$	$13,4 \pm 0,13$	$557,0 \pm 36,75$
PEAD/FM 10%	$0,32 \pm 0,02$	$12,4 \pm 0,66$	$495,0 \pm 92,1$
PEAD/FM 20%	$0,24 \pm 0,02$	$12,5 \pm 0,63$	$893,0 \pm 191,3$
PEAD/FM/Ag 5%	$0,33 \pm 0,02$	$12,5 \pm 0,08$	$405,9 \pm 57,7$
PEAD/FM/Ag 10%	$0,26 \pm 0,04$	$12,9 \pm 0,18$	$502,7 \pm 112,1$
PEAD/FM/Ag 20%	$0,28 \pm 0,01$	$13,3 \pm 0,3$	$729,5 \pm 296,7$



ANÁLISE DA FRATURA

RESULTADOS E DISCUSSÃO

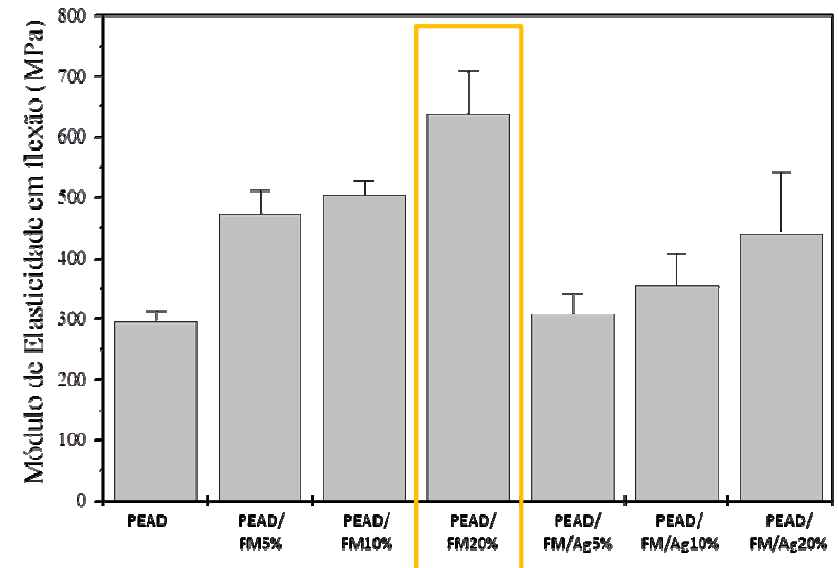
COMPÓSITOS QUE APRESENTARAM MELHOR ADESÃO



ENSAIO DE FLEXÃO

RESULTADOS E DISCUSSÃO

AMOSTRAS	Limite de resistência à flexão (MPa)	Módulo de Elasticidade (MPa)
PEAD	$14,2 \pm 1,2$	$296,2 \pm 17,1$
PEAD/FM 5%	$19,4 \pm 0,97$	$473,6 \pm 39,0$
PEAD/FM 10%	$19,9 \pm 1,3$	$504,1 \pm 23,4$
PEAD/FM 20%	$21,2 \pm 0,95$	$638,3 \pm 71,1$
PEAD/FM/Ag 5%	$15,5 \pm 0,67$	$308,3 \pm 34,5$
PEAD/FM/Ag 10%	$17,0 \pm 0,38$	$355,8 \pm 52,7$
PEAD/FM/Ag 20%	$19,6 \pm 0,90$	$442,6 \pm 98,1$



CONCLUSÕES PRELIMINARES



- ❖ AS FIBRAS PROVENIENTES DA CASCA DA NOZ MACADÂMIA APRESENTARAM CARACTERÍSTICA DE UM MATERIAL SEMICRISTALINO;
- ❖ A MORFOLOGIA DA FIBRA EVIDENCIOU UMA SUPERFÍCIE HOMOGÊNEA;
- ❖ OS RESULTADOS DA CARACTERIZAÇÃO QUÍMICA DAS FIBRAS EVIDENCIARAM ELEVADOS TEORES DE LIGNINA;
- ❖ COM A ADIÇÃO DAS FIBRAS HOUE UM LIGEIRO AUMENTO NA TEMPERATURA DE DEGRADAÇÃO DO MATERIAL;
- ❖ COM A ADIÇÃO DAS FIBRAS A MATRIZ DE PEAD, OBTEVE-SE UM MATERIAL COM ATÉ 20% MENOS POLÍMERO E ONDE MATERIAIS MAIS RESISTENTES E COM MENOS CUSTOS SEJAM SOLICITADOS;
- ❖ O USO DO AGENTE COMPAATIBILIZNATE NÃO INFLUENCIOU, OS COMPÓSITOS COM O AGENTE COMPATIBILIZNATE NÃO APRESENTARAM MELHORIAS NAS PROPRIEDADES MECÂNICAS.