

MESTRADO PROFISSIONAL EM MATERIAIS

ALUNO: SÉRGIO TEODORO DE OLIVEIRA

**ORIENTADOR: PROF. DR. BRUNO CHABOLI
GAMBARATO**

**OBTENÇÃO E CARACTERIZAÇÃO DE UM
COMPÓSITO POLIMÉRICO COM PEAD
RECICLADO E BAGAÇO DE CANA TRATADO
HIDROTERMICAMENTE**

SUMÁRIO

- ➔ **Introdução**
- ➔ **Objetivos**
- ➔ **Plásticos e compósitos**
- ➔ **Materiais e métodos**
- ➔ **Resultados e discussão**
- ➔ **Conclusões**

INTRODUÇÃO

Trabalho realizado de material reciclado



OBJETIVOS

OBJETIVO GERAL:

Desenvolver e caracterizar um compósito polimérico de matriz de PEAD reciclado reforçado com bagaço de cana de açúcar tratado via tratamento hidrotermico.

OBJETIVO ESPECÍFICO 1:

Avaliar as propriedades mecânicas e térmicas do PEAD reciclado e comparará-las com um material virgem disponível no mercado;

OBJETIVOS

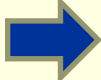
➔ OBJETIVO ESPECÍFICO 2:

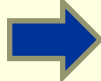
Avaliar a influência da adição do PEAD reciclado nas propriedades mecânicas de misturas de PEAD virgem e PEAD reciclado;

➔ OBJETIVO ESPECÍFICO 3:

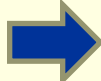
Avaliar as propriedades mecânicas e térmicas do compósito produzido a partir do PEAD reciclado com bagaço de cana tratado hidrotermicamente.

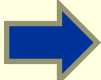
POLÍMEROS

 **POLI (MUITOS)**

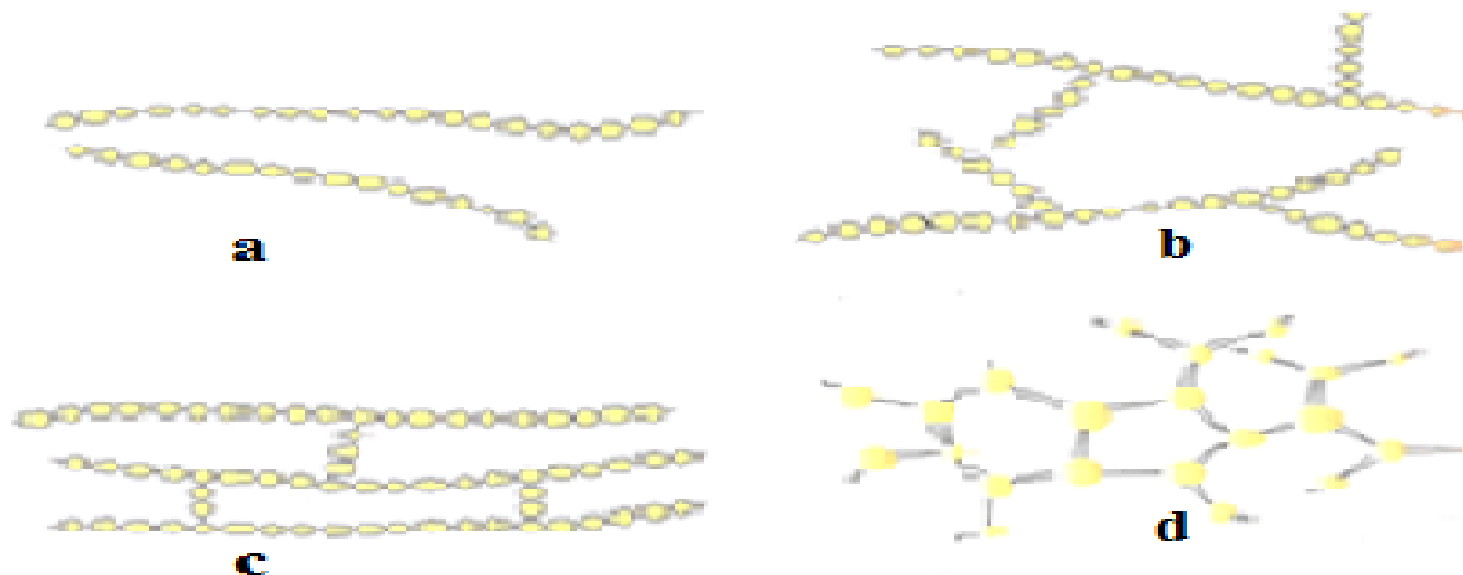
 **MEROS (UNIDADE DE REPETIÇÃO)**

 **MONÔMERO (MATERIA PRIMA PARA PRODUÇÃO DE UM
POLÍMERO)**

 **TIPO DE LIGAÇÃO: COVALENTE**

 **CLASSIFICAÇÃO: ORIGEM, GRAU DE CRISTALINIDADE**

DIFERENTES TIPOS DE CADEIAS POLIMÉRICAS



- a** - CADEIA LINEAR
- b** - CADEIA RAMIFICADA
- c** - CADEIA CRUZADA
- d** - CADEIA EM REDE TRIDIMENSIONAL

CLASSIFICAÇÃO DOS POLÍMEROS QUANTO AO COMPORTAMENTO TÉRMICO

 **Termoplásticos**

 **Termorrígidos**

CLASSIFICAÇÃO DOS POLÍMEROS QUANTO AO COMPORTAMENTO MECÂNICO



PLÁSTICOS



FIBRAS POLIMÉRICAS



ELASTÔMEROS OU BORRACHAS

POLIETILENO

MATERIAIS FEITOS DE PEAD



BOLSAS

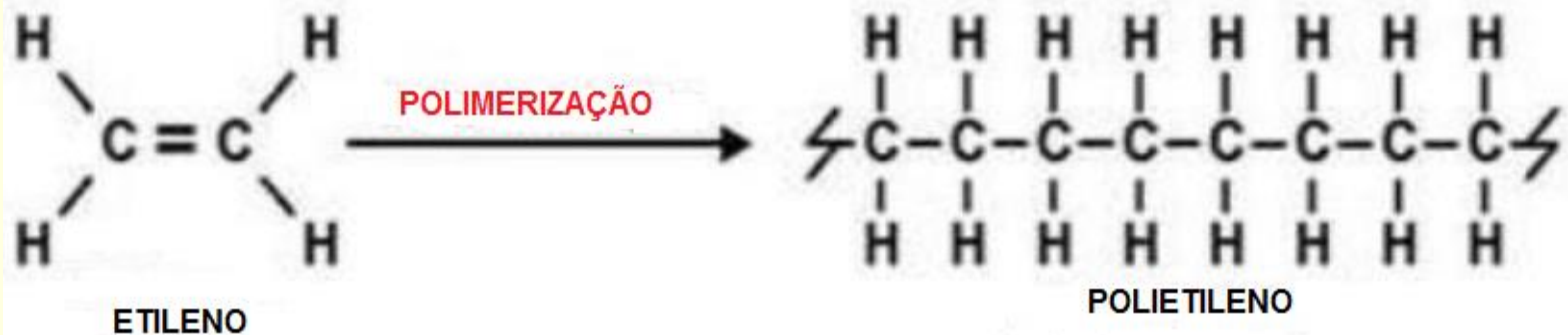
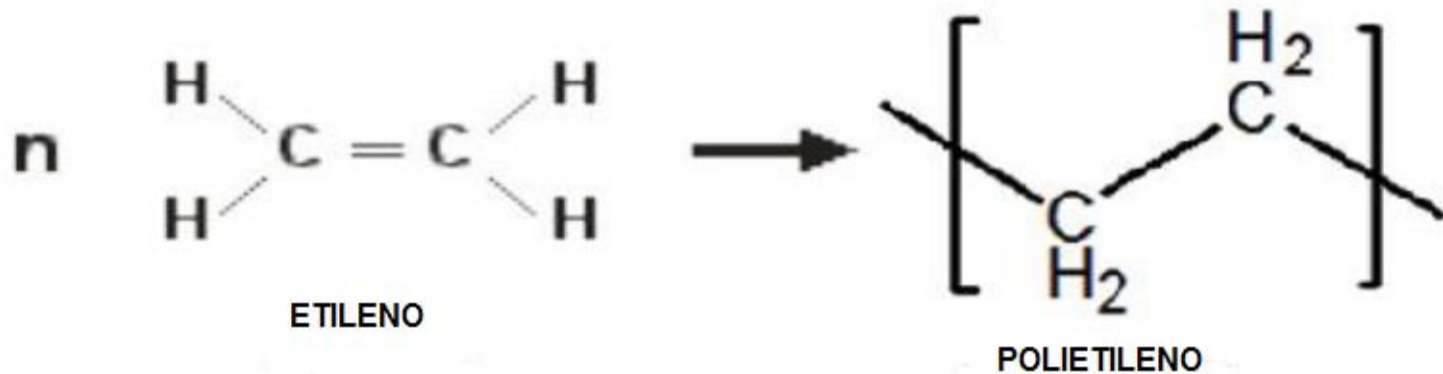


SACOLAS



BALDES

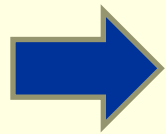
ESTRUTURA MOLECULAR DO POLIETILENO



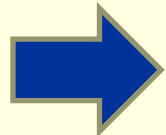
COMPÓSITOS POLIMÉRICOS

Segundo CALLISTER (2013), compósito é “qualquer material multifásico que exiba uma proporção significativa das propriedades de ambas as fases que o constitui de tal modo que é obtida uma melhor combinação de propriedades”. São materiais em que sua origem é de cargas minerais ou fibras em uma matriz. Portanto, um compósito é um material formado pela combinação de dois ou mais micro ou macro constituintes, diferentes na forma e na composição química, além de serem, na maioria dos casos, insolúveis um no outro. Geralmente, são formados por uma fase contínua, que é a matriz e por outra fase dispersa, que é o reforço

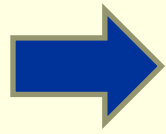
MATERIAIS



PEAD RECICLADO



BAGAÇO DE CANA (BIOMASSA)



PEAD VIRGEM (HC7260-LS)

PEAD VIRGEM



MATERIAL

PEAD RECICLADO, HIGIENIZADO E TRITURADO

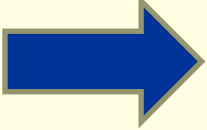


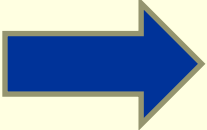
MATERIAL

BAGAÇO DE CANA MOÍDO E PENEIRADO MALHA 50 (MESH)

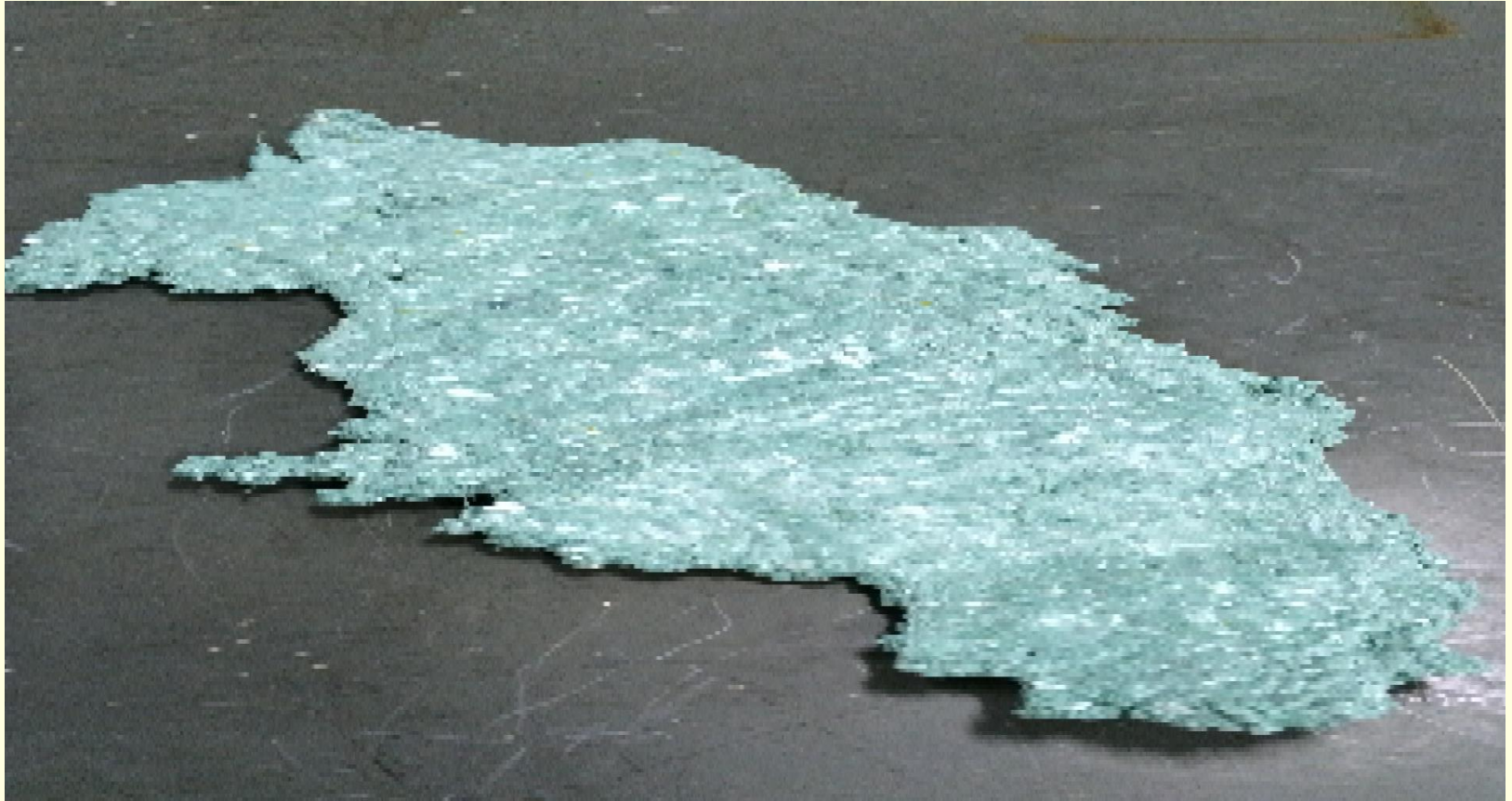


PROCESSAMENTO DOS MATERIAIS

 *Mistura de plásticos (virgem + reciclado)*

 *Compósitos com bagaço de cana*

PEAD RECICLADO E HOMOGENEIZADO



TRATAMENTO HIDROTÉRMICO

- ➔ **Bagaço de cana + água destilada**
- ➔ **Relação sólido:líquido (1:10)**
- ➔ **121°C, 45 minutos em autoclave**

COMPOSIÇÃO DAS MISTURAS DE PEAD VIRGEM E RECICLADO

Amostra	PEAD virgem	PEAD reciclado
PEAD virgem	100%	-
30% reciclado	70%	30%
50% reciclado	50%	50%
70% reciclado	30%	70%
PEAD reciclado	-	100%

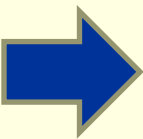
COMPOSIÇÃO DAS MISTURAS DE PEAD RECICLADO E BAGAÇO DE CANA

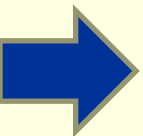
AMOSTRA	PEAD RECICLADO	BAGAÇO DE CANHA
CP 5%	95%	5%
CP10%	90%	10%

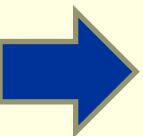
COMPOSIÇÃO DAS MISTURAS DE PEAD VIRGEM, PEAD RECICLADO E BAGAÇO DE CANA

Amostra	PEAD virgem	PEAD reciclado	Bagaço de cana
CP 30REC + 10BAG	60%	30%	10%
CP 50REC + 10BAG	40%	50%	10%
CP 70REC + 10BAG	20%	70%	10%

CARACTERIZAÇÕES

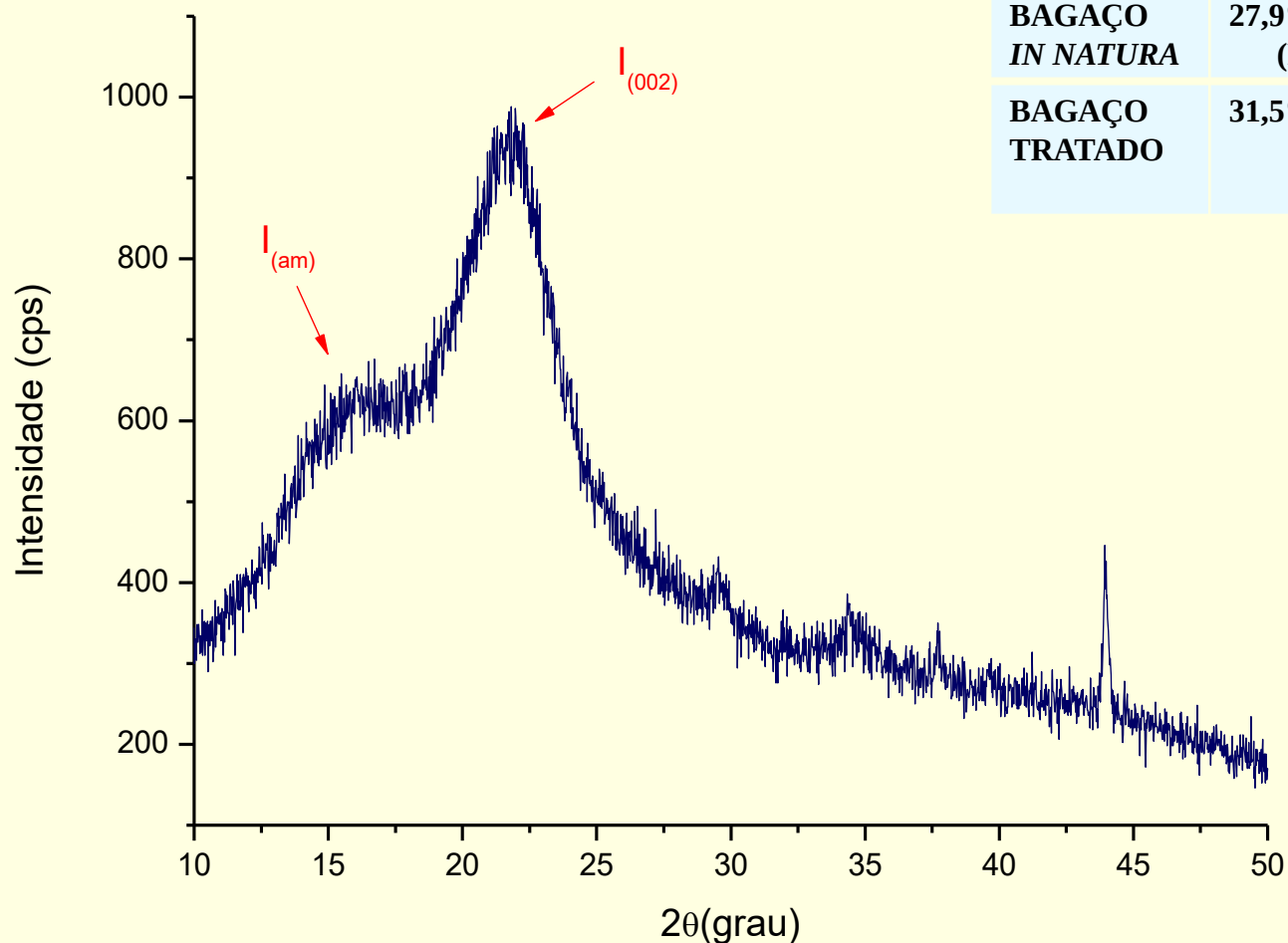
 Difractometria de Raios X (DRX)

 Ensaios de Tração e Flexão

 Análise térmica (DSC)

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Difratometria de Raios X



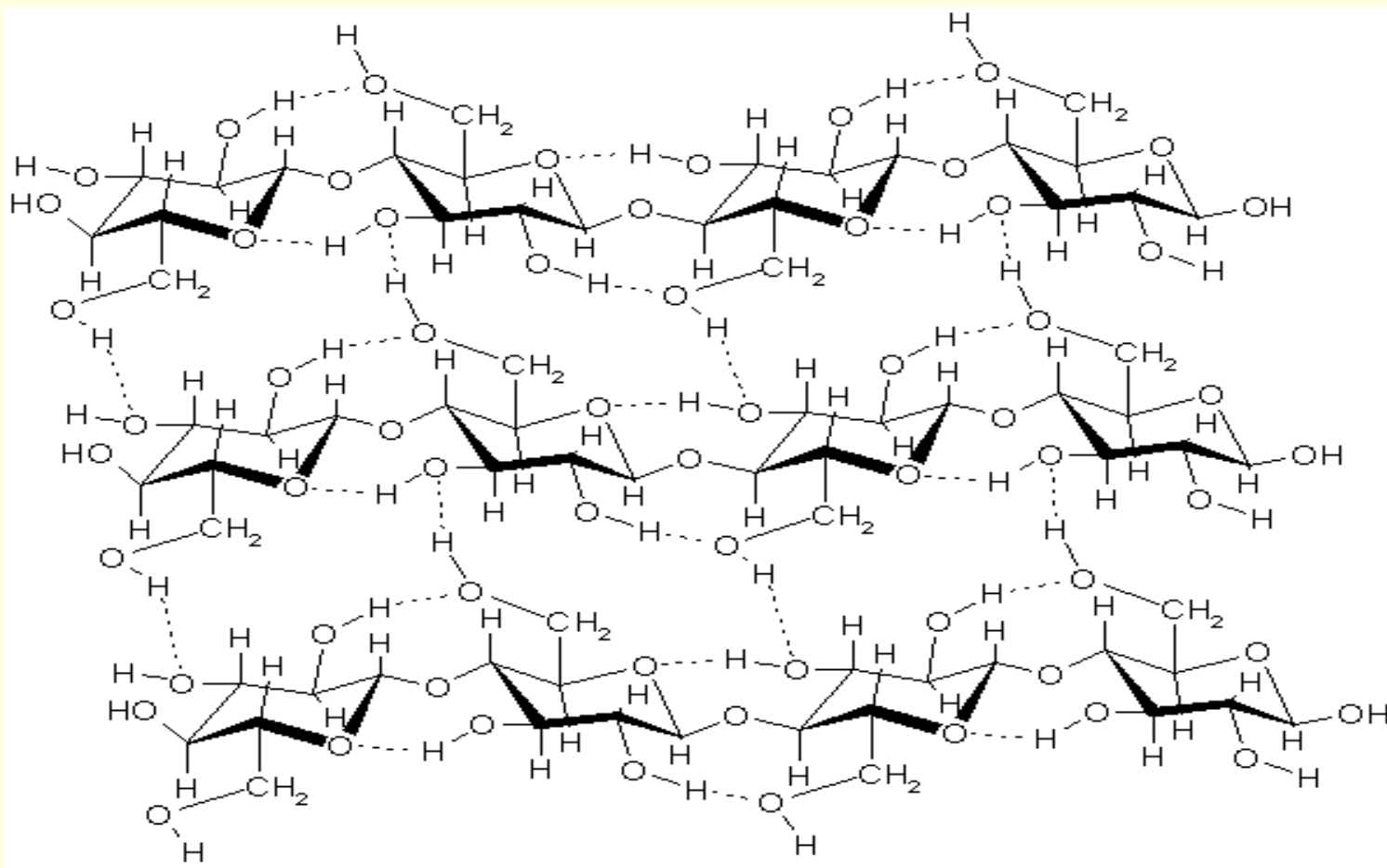
**BAGAÇO
IN NATURA**

**27,9% CRISTALINIDADE
(FERNANDA, 2016)**

**BAGAÇO
TRATADO**

**31,5% CRISTALINIDADE
(AUTOR, 2017)**

ESTRUTURA CRISTALINA DA CELULOSE



Fonte: HENRIKSSON e LENNON

TABELA DOS RESULTADOS DOS ENSAIOS DE TRAÇÃO DOS PEAD VIRGEM E RECICLADO

AMOSTRA	MÓDULO DE YOUNG(MPa)	TENSÃO MAXIMA(MPa)
PEAD virgem	157,3 ± 9,0	18,8 ± 0,3
PEAD reciclado	145,1 ± 5,5	18,5 ± 0,1

GRÁFICO DOS RESULTADOS DE TRAÇÃO DOS PEAD VIRGEM E RECICLADO

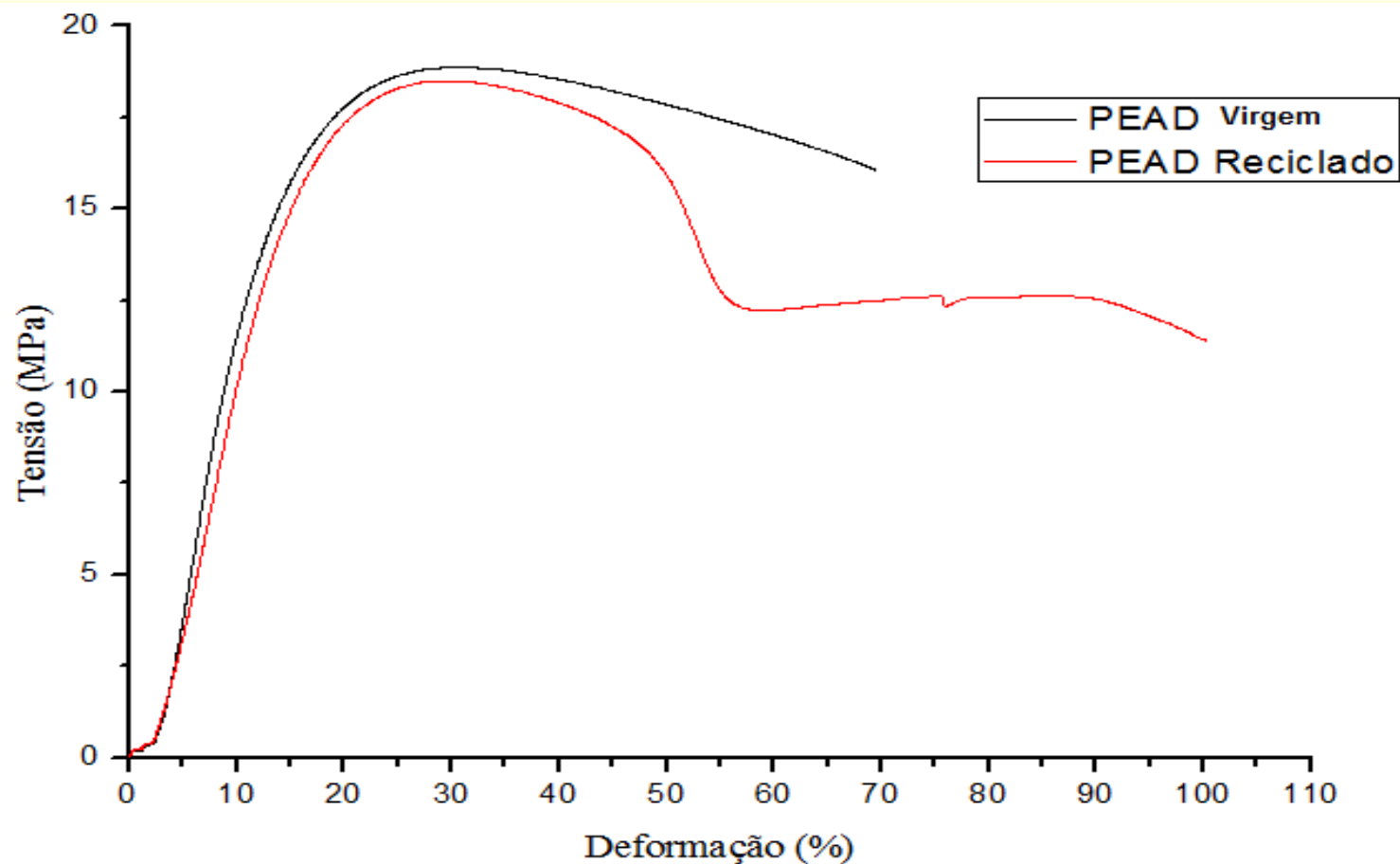
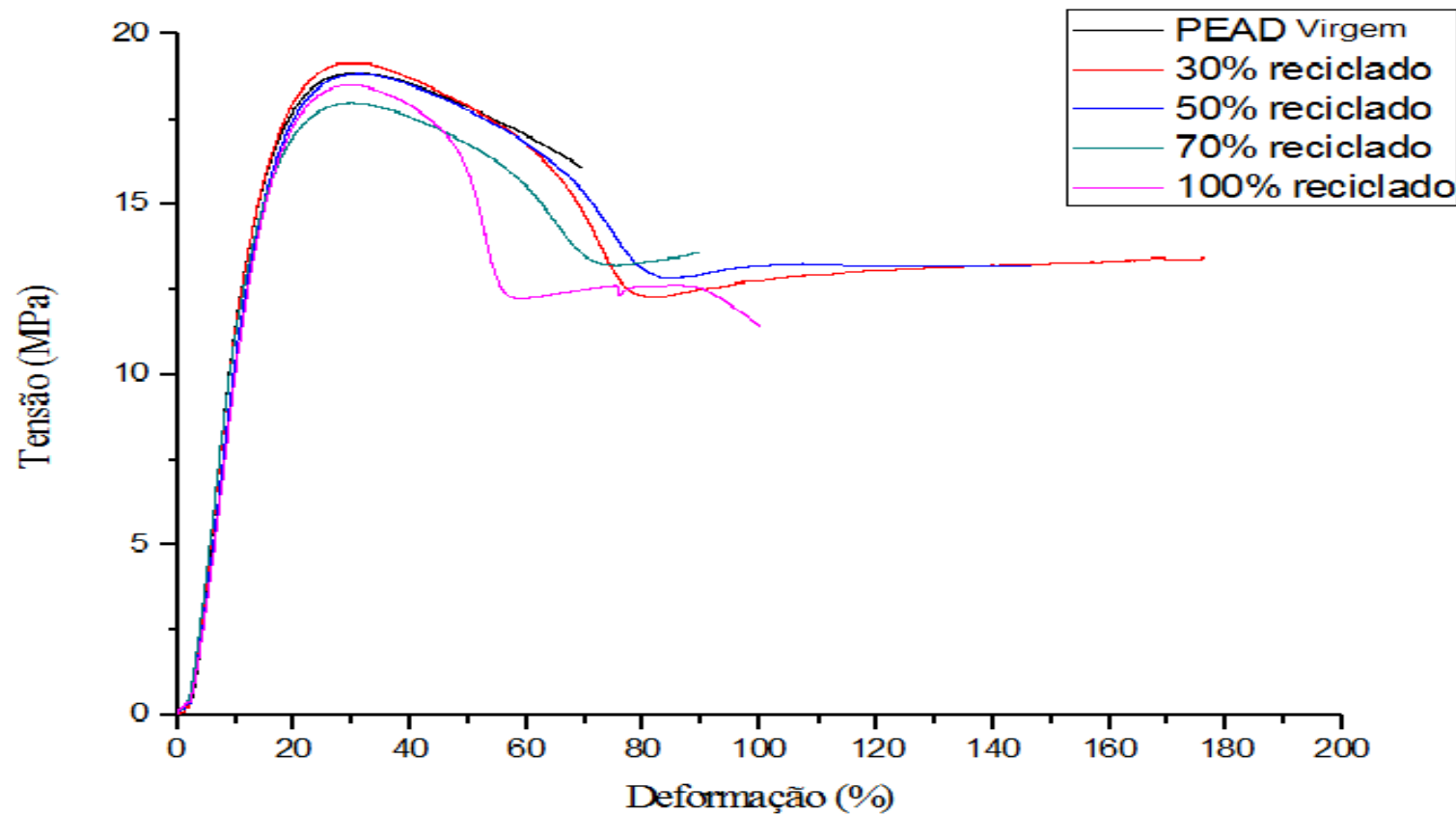


TABELA DOS RESULTADOS DOS ENSAIOS DE TRAÇÃO DOS PEAD VIRGEM E RECICLADO

Amostra	Módulo de Young (MPa)	Tensão máxima (MPa)
PEAD virgem	157,3 ± 9,0	18,8 ± 0,3
30% reciclado	152,8 ± 13,2	19,6 ± 0,4
50% reciclado	148,8 ± 8,1	18,5 ± 0,7
70% reciclado	153,8 ± 7,5	18,1 ± 0,3
PEAD reciclado	145,1 ± 5,5	18,5 ± 0,1

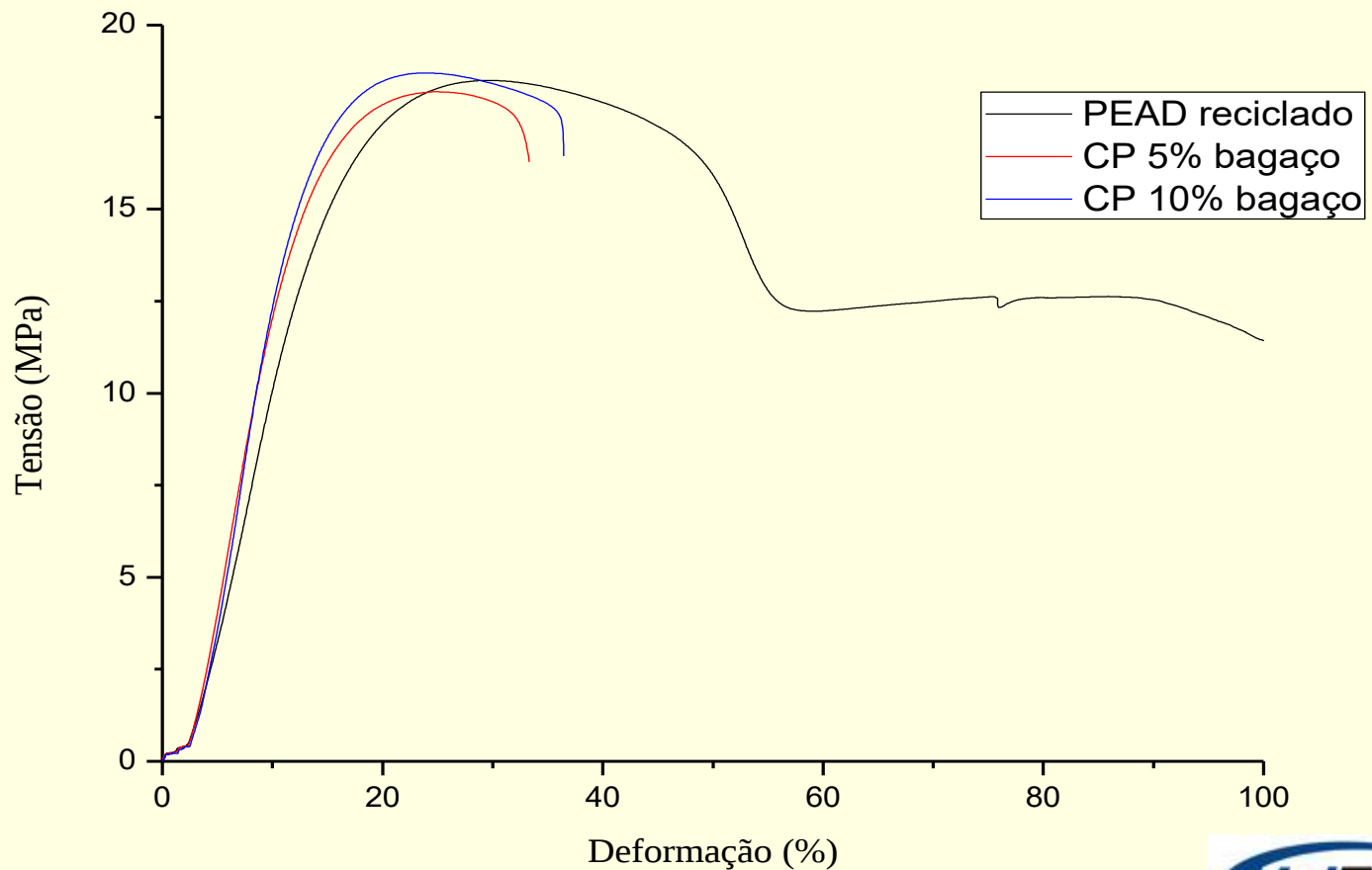
GRÁFICO DOS RESULTADOS DE TRAÇÃO DOS PEAD VIRGEM E RECICLADO EM DIFERENTES PORCENTAGENS



RESULTADOS OBTIDOS DOS ENSAIOS DE TRAÇÃO REFERENTES AOS COMPÓSITOS COM 5% E 10% DE BAGAÇO DE CANA

AMOSTRA	MÓDULO DE YOUNG (MPa)	TENSÃO MÁXIMA (MPa)
PEAD reciclado	145,1 ± 5,5	18,5 ± 0,1
CP 5% bagaço	173,0 ± 8,1	18,3 ± 0,5
CP 10% bagaço	193,8 ± 6,1	18,4 ± 0,2

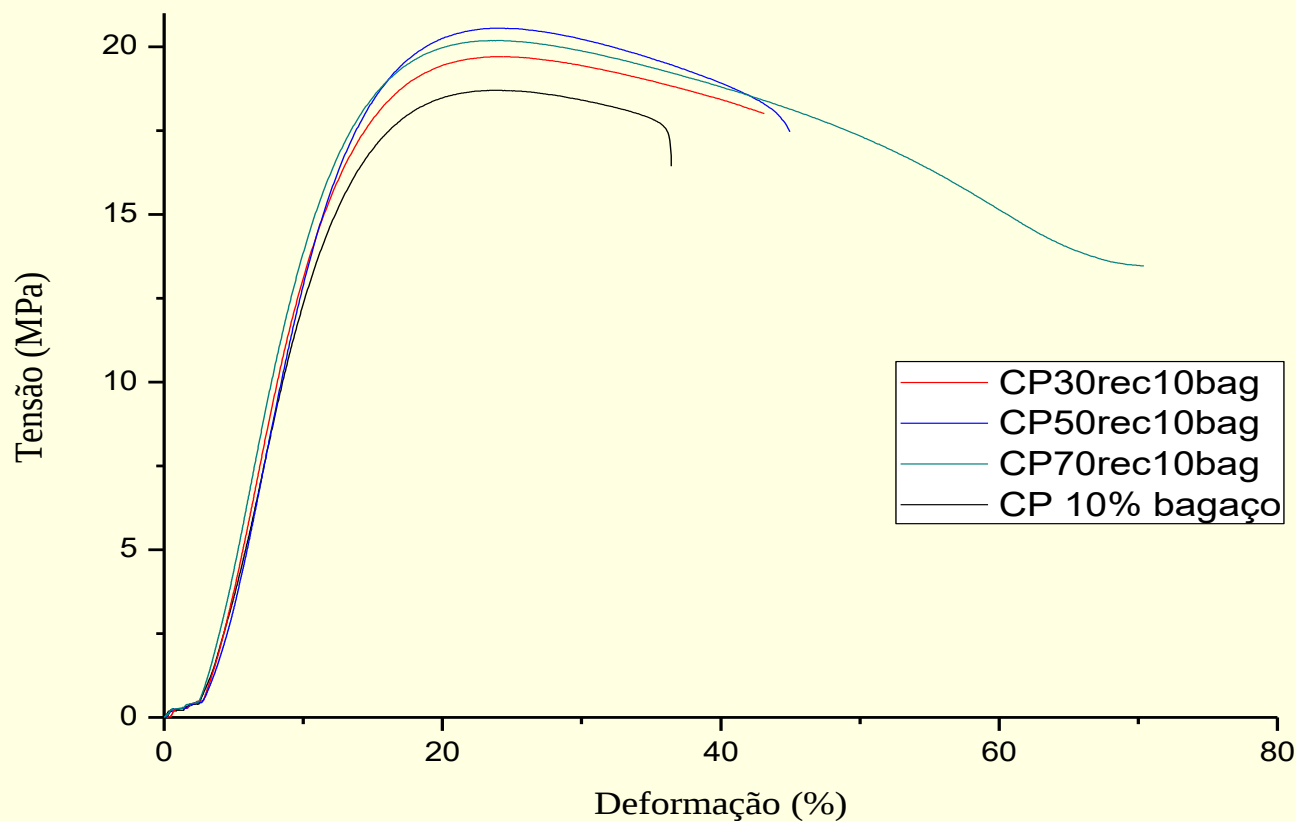
GRÁFICO DOS RESULTADOS OBTIDOS DOS ENSAIOS DE TRAÇÃO REFERENTES AOS COMPÓSITOS COM 5 E 10% DE BAGAÇO DE CANA E PEAD RECICLADO



RESULTADOS OBTIDOS DOS COMPÓSITOS UTILIZANDO PEAD VIRGEM, RECICLADO E BAGAÇO DE CANA.

AMOSTRA	MÓDULO DE YOUNG (MPa)	TENSÃO MÁXIMA (MPa)
CP 30REC 10BAG	204,7 ± 1,2	19,5 ± 0,2
CP 50REC 10BAG	206,9 ± 4,7	20,5 ± 0,1
CP 70REC 10BAG	210,1 ± 7,2	20,2 ± 0,2
CP 10% bagaço	193,8 ± 6,1	18,4 ± 0,2

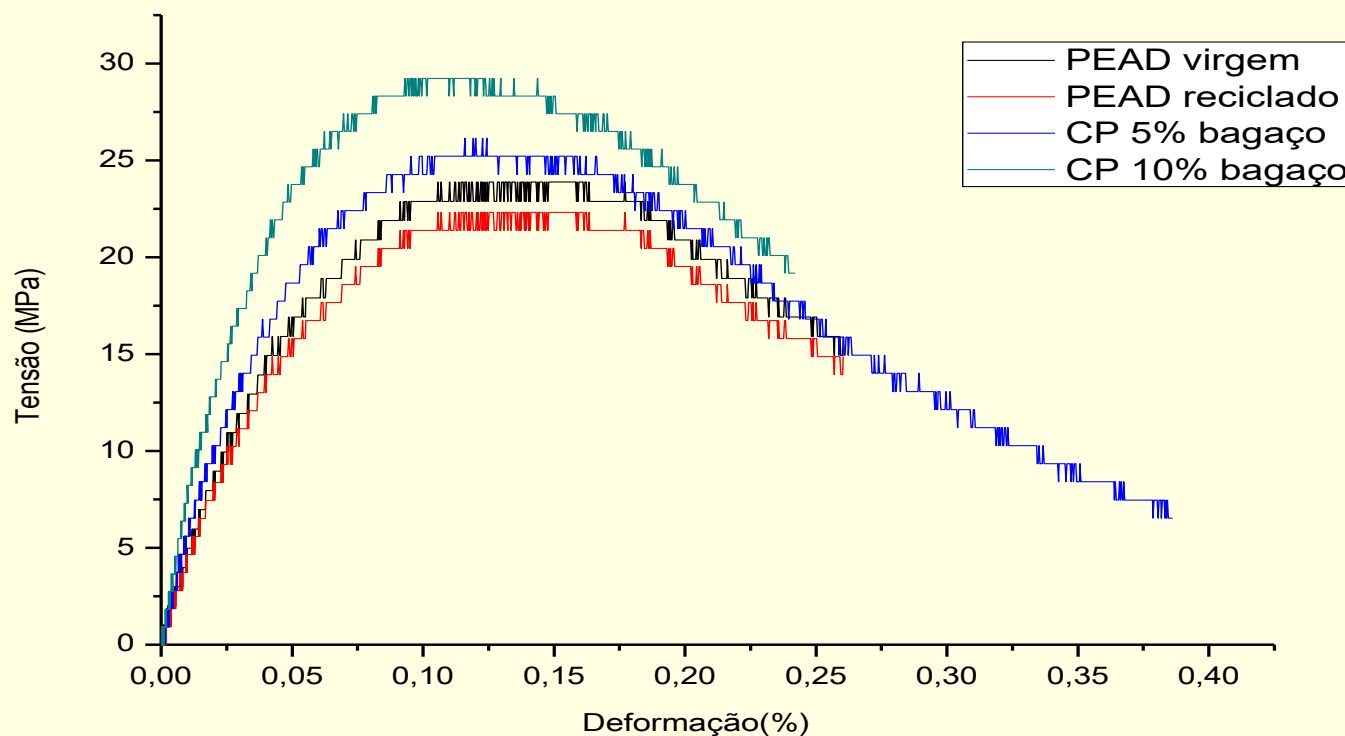
RESULTADOS OBTIDOS DOS COMPÓSITOS UTILIZANDO PEAD VIRGEM, RECICLADO E BAGAÇO DE CANA.



**RESULTADOS OBTIDOS DOS ENSAIOS DE FLEXÃO
REFERENTES AOS COMPÓSITOS COM 5% E 10%
DE BAGAÇO DE CANA E PEAD RECICLADO**

Amostra	Módulo de Flexão (MPa)	Resistência à Flexão (MPa)
PEAD virgem	697 ± 33	$23,1 \pm 0,4$
PEAD reciclado	642 ± 84	$22,3 \pm 0,9$
CP 5% bagaço	858 ± 9	$25,2 \pm 0,7$
CP 10% bagaço	1135 ± 64	$28,6 \pm 1,3$

GRÁFICO DOS RESULTADOS OBTIDOS DOS ENSAIOS DE FLEXÃO REFERENTES AOS COMPÓSITOS COM 5% E 10% DE BAGAÇO DE CANA + PEAD VIRGEM E PEAD RECICLADO



PARÂMETROS OBTIDOS NA ANÁLISE DE DSC

Amostra	Temperatura Fusão, Tm (°C)	Entalpia Fusão, ΔH (J.g⁻¹)	Cristalinidade (%)
PEAD virgem	144,63	121,63	41,5%
PEAD reciclado	135,83	77,55	26,5%
CP 5% bagaço	136,21	74,05	25,3%
CP 10% bagaço	138,01	67,51	23,0%
CP 30REC10BAB	140,50	95,68	32,7%
CP 50REC10BAG	136,67	80,48	27,5%
CP 70REC10BAG	139,54	74,29	25,4%

CONCLUSÃO

O tratamento hidrotérmico aplicado ao bagaço de cana removeu parte dos compostos amorfos presentes na biomassa, como a hemicelulose e a lignina, evidenciado pelos resultados de DRX;

Após as sucessivas misturas do PEAD reciclado, foi possível obter um material homogêneo que não apresentou diferença significativa nas propriedades mecânicas em tração quando comparado ao PEAD virgem;

A introdução do bagaço de cana na composição do material promoveu um aumento no módulo de Young dos compósitos, evidenciado nos resultados do ensaio de tração. Este aumento ocorreu nas formulações utilizando o PEAD reciclado (de 145,1 MPa para 193,8 MPa), quanto nas misturas do PEAD virgem com reciclado (210,1 MPa para o CP70REC10BAG).

CONCLUSÃO

Quanto às propriedades mecânicas em flexão, o PEAD virgem e reciclado apresentaram, respectivamente, módulo de flexão de 697 e 642 MPa. A adição de bagaço de cana à formulação promoveu um aumento significativo nesta propriedade e os compósitos com 10% de bagaço atingiram valores superiores a 1000 MPa.

As análises térmicas mostraram que o PEAD virgem possui uma maior cristalinidade (41,5%) e temperatura de fusão (144,63°C) que o PEAD reciclado (26,5% e 135,83°C). A adição do bagaço de cana às formulações promoveu uma redução na cristalinidade dos compósitos, associada à interação entre o bagaço