

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

**CARACTERIZAÇÃO DE COMPÓSITOS HIPS/FIBRA DE  
BAGAÇO DE CANA DE AÇÚCAR PARA POSSÍVEL  
APLICAÇÃO NA INDÚSTRIA DE PET SHOP**

**Aluna: Glayce Cassaro Pereira**

**Orientador: Prof. Dr. Sérgio Roberto Montoro**

**VOLTA REDONDA – 2017**

# MOTIVAÇÃO E PROPOSTA DO TRABALHO



# MOTIVAÇÃO E PROPOSTA DO TRABALHO

- O interesse Mundial, por novas tecnologias para produção de produtos com menor impacto ambiental;
- A preocupação com os materiais plásticos sintéticos, muito utilizados atualmente, que por não serem biodegradável e de difícil reciclagem, geram um grande acúmulo em depósitos, lixões e na própria natureza;
- A quantidade de sobras de bagaço (a indústria açucareira só utiliza metade);
- O crescimento constante e acelerado do mercado pet; Brasil e no mundo;
- A necessidade do mercado pet de se adaptar às novas exigências dos consumidores em termos ambientais;
- O fato da reciclagem ser um assunto novo no ramo pet;
- Não encontramos estudos de compósitos em materiais para animais.



# OBJETIVO GERAL



# OBJETIVO GERAL

- O presente trabalho visa a substituição dos materiais utilizados atualmente na indústria de produtos para pet shop (animais), por compósitos onde a matriz é poliestireno de alto impacto (HIPS) reforçado com fibras de bagaços de cana de açúcar, visando assim à redução do impacto ambiental e o baixo custo do material.

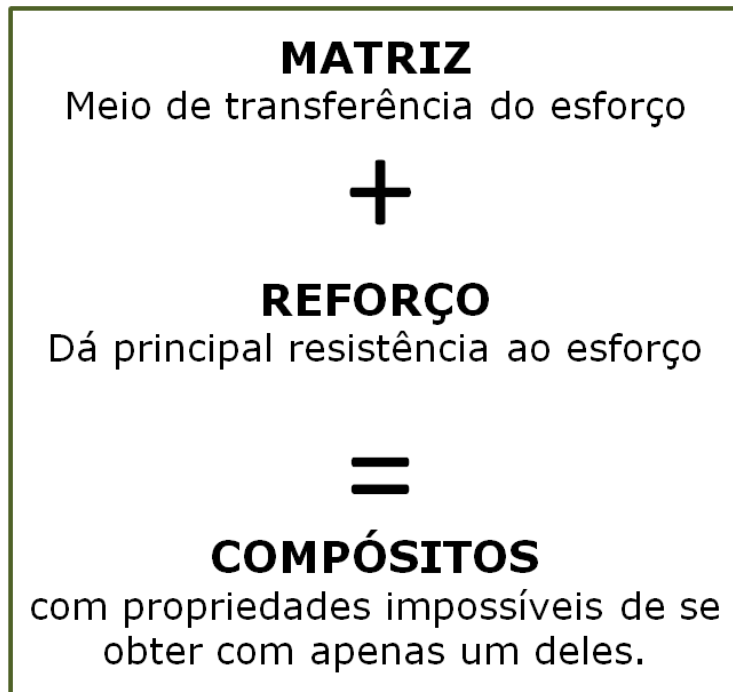


# MATERIAIS COMPÓSITOS



# MATERIAIS COMPÓSITOS

- Compósitos são materiais resultantes da mistura ou combinação de dois ou mais constituintes, que se diferem na forma e composição química e que são insolúveis um no outro;



# MATERIAIS COMPÓSITOS

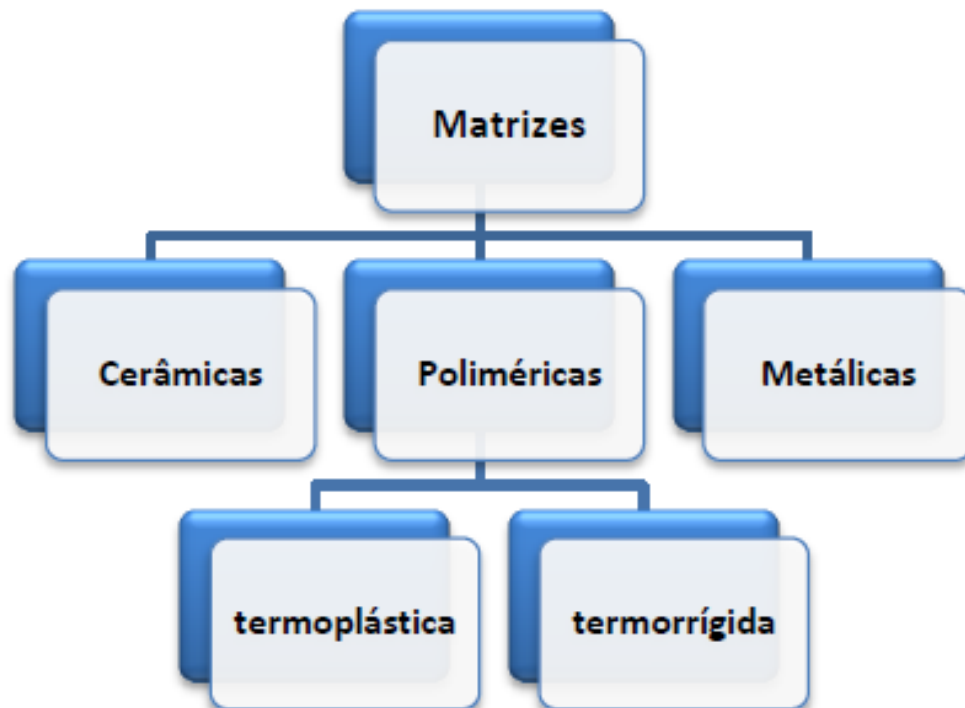
## MATRIZES





# MATRIZES

➤ A matriz é o que confere estrutura ao material compósito, preenchendo os espaços vazios que ficam entre os materiais reforços e mantendo-os em suas posições relativas.



➤ **TERMOPLÁSTICOS** – são polímeros que quando aquecidos são capazes de serem moldados várias vezes e depois se solidificarem quando cai a temperatura;

- **Vantagens:** Apresentam excelente resistência química e mecânica, e baixo preço de mercado.
- **Desvantagens:** derretem em altas temperaturas.

➤ **TERMORRÍGIDOS** - em altas temperaturas sofrem reações químicas irreversíveis;

- **Vantagens:** se mantém em temperaturas onde os termoplásticos teriam se desfeito.
- **Desvantagens:** valor mais elevado.



# HIPS (PSAI)

Polímero Termoplástico  
- Poliestileno (PS) -



adição de borracha (polibutadieno)  
por “grafting” (enxerto)

Poliestireno é de Alto Impacto (PSAI)  
ou Hips (High-Impact Poly Styrene);



- maior resistência ao impacto;  
- menor módulo de elasticidade;  
- menor resistência à tração.



# MATERIAIS COMPÓSITOS

## REFORÇOS



# REFORÇOS – FIBRAS NATURAIS



**Fibras de Sementes**



**Fibras de Caule**



**Fibras de Folhas**



**Fibras de Fruto**



# BAGAÇO DE CANA DE AÇÚCAR

- O Brasil é o maior produtor de cana-de-açúcar do mundo;
- O bagaço de cana é atualmente o resíduo produzido em maior escala na agroindústria brasileira;
- A grande quantidade de bagaço de cana de açúcar gerada tem causado sérios problemas de estocagem e impacto ao meio ambiente;



# FIBRAS NATURAIS - VANTAGENS

- Baixa densidade, aproximadamente a metade da fibra de vidro;
- Não são abrasivas aos equipamentos durante o processamento;
- Podem suportar temperaturas de até 200°C;
- Apresentam baixo custo,
- Alta resistência à tração e alto módulo elástico;
- Levam vantagem quanto ao peso;
- Biodegradáveis;
- Quando incineradas não liberam gases muito tóxicos nem resíduos sólidos.



# FIBRAS NATURAIS - DESVANTAGENS

- Falta de compatibilização com matriz polimérica hidrofóbica;
- Tendência de formar aglomerados durante o processamento;
- Apresentam maior variabilidade de propriedades mecânicas, que dependem de fatores como:

- natureza e porcentagem de reforço e matriz;
- tamanho e forma do reforço;
- condições de processamento;
- interface fibra/matriz.

Com isso, os **tratamentos superficiais** das fibras são necessários uma vez que melhoram as condições de adesão fibras/matriz alterando determinadas características como **hidrofilicidade e rugosidade superficial**.





## ➤ MERCERIZAÇÃO:

- As fibras são imersas em uma solução alcalina de NaOH, visando limpar a superfície da fibra removendo parcialmente os constituintes amorfos solúveis em meio alcalino;
- desta forma, diminui o grau de agregação das fibras e torna a superfície mais rugosa.

## ➤ BRANQUEAMENTO:

- É o processo químico (Clorito de Sódio) aplicado aos materiais celulósicos para elevar alvura, reduzindo ou removendo os constituintes da celulose que possam causar coloração;
- Tem como principal objetivo atacar e remover a lignina residual que apesar de aumentar a rigidez da fibra, é inflexível e impede a reorientação da fibra.



# EFEITOS DOS TRATAMENTOS

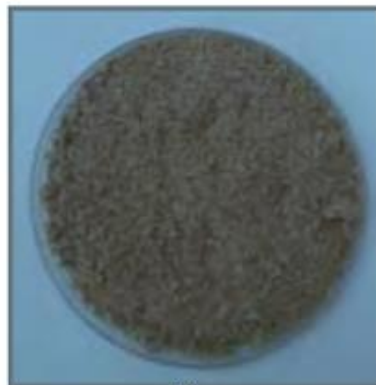
## ➤ FIBRAS DE CANA DE AÇÚCAR:



**“In natura”**



**“In natura”**



**Mercerizadas**

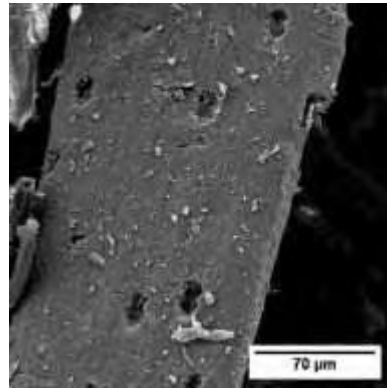


**Branqueadas**

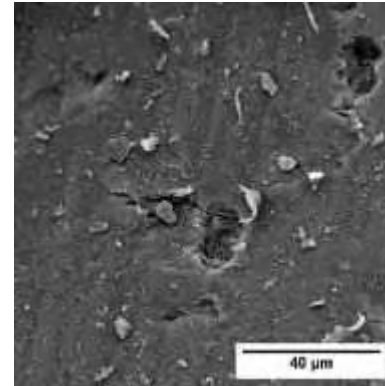


# EFEITOS DOS TRATAMENTOS

## “In natura”

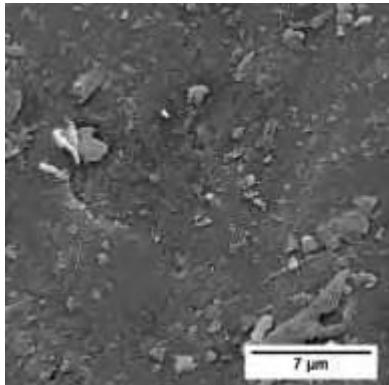


500x

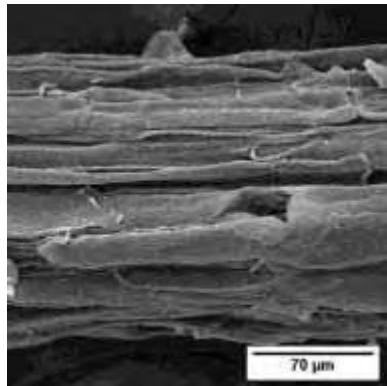


1000x

## Mercerizadas

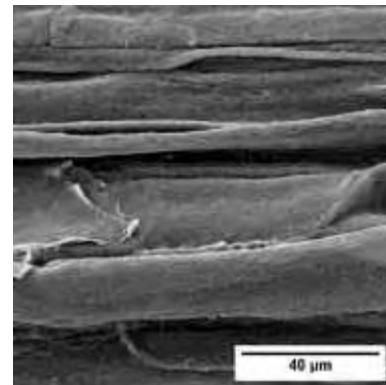


500x

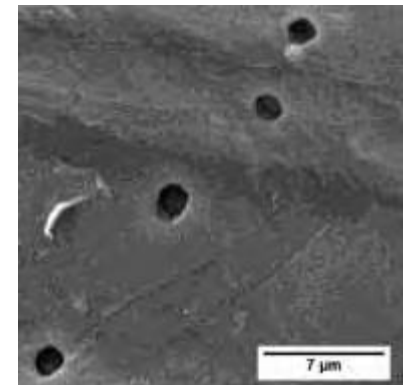


1000x

## Branqueadas



500x



1000x

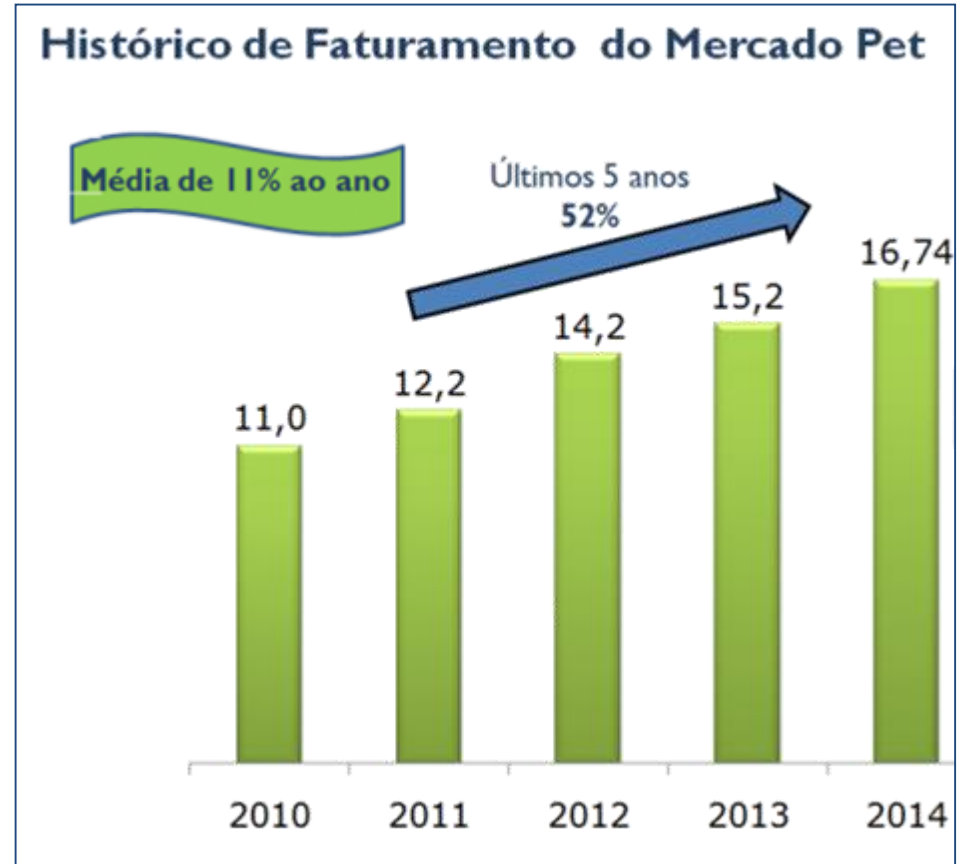
# APLICAÇÃO NO SETOR PET



# APLICAÇÃO NO SETOR PET

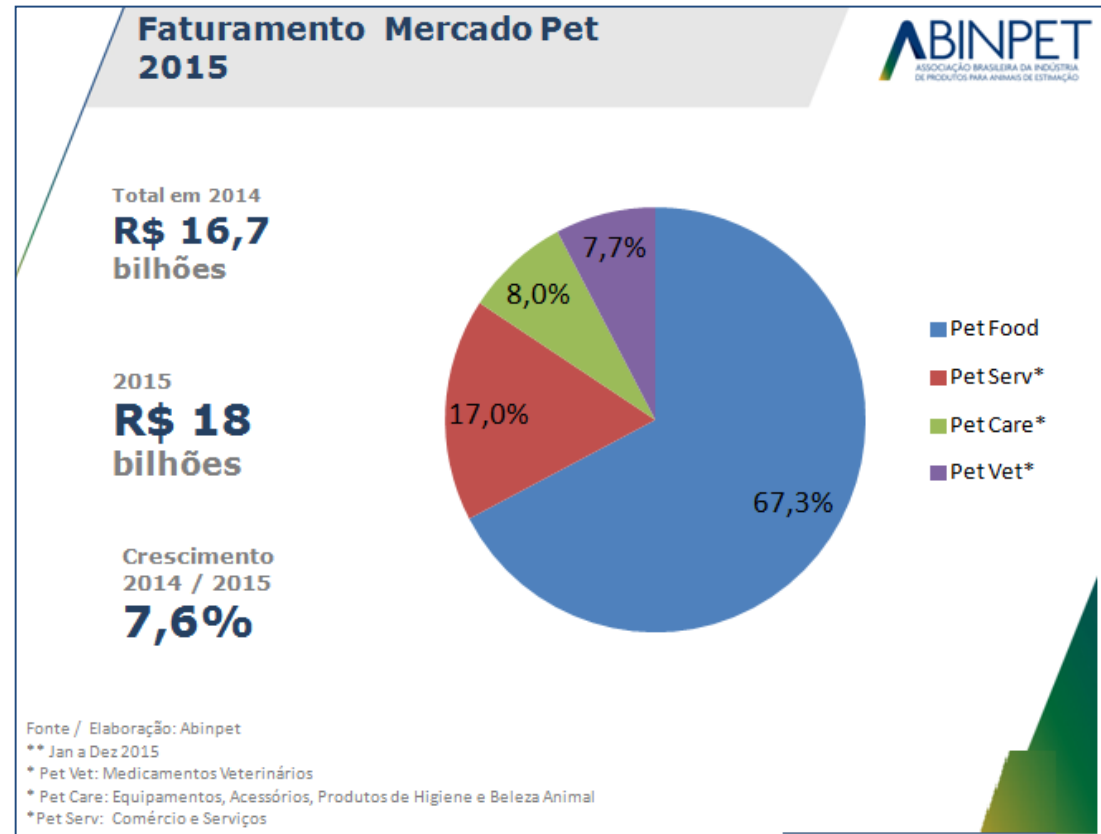
➤ O Brasil é o quarto país no ranking de população de animais de estimação no mundo, com 132,4 milhões de pets;

➤ Em 2014, o setor pet chegou a ocupar 0,38% do PIB nacional, número superior àqueles das geladeiras e freezers, componentes elétricos e eletrônicos e automação industrial;



# APLICAÇÃO NO SETOR PET

- Em 2015, o mercado pet faturou mais de R\$ 18 bilhões, e apresentou um crescimento médio de 11% ao ano;
- É o segundo lugar absoluto no mercado mundial, atrás apenas dos Estados Unidos;



# APLICAÇÃO NO SETOR PET

- O mercado apresenta um quadro otimista para criação de novos produtos que visam buscar inovação para desenvolver soluções mais inteligentes para seus clientes, principalmente quando se tratando de produtos que visam à preservação ambiental;
- O fenômeno da globalização, com o crescimento da preocupação em caráter mundial em se conseguir o desenvolvimento sustentável e o conseqüente aumento do poder de pressão do consumidor, cada vez mais exigente em termos ambientais, tem atingido inclusive o mercado pet, que está começando a adaptar-se aos novos tempos, se adequando a esta tendência ambiental;
- O presente trabalho apresenta como uma potencial alternativa o uso do bagaço da cana de açúcar na produção de compósitos, para serem empregados na fabricação de casas para animais de estimação.

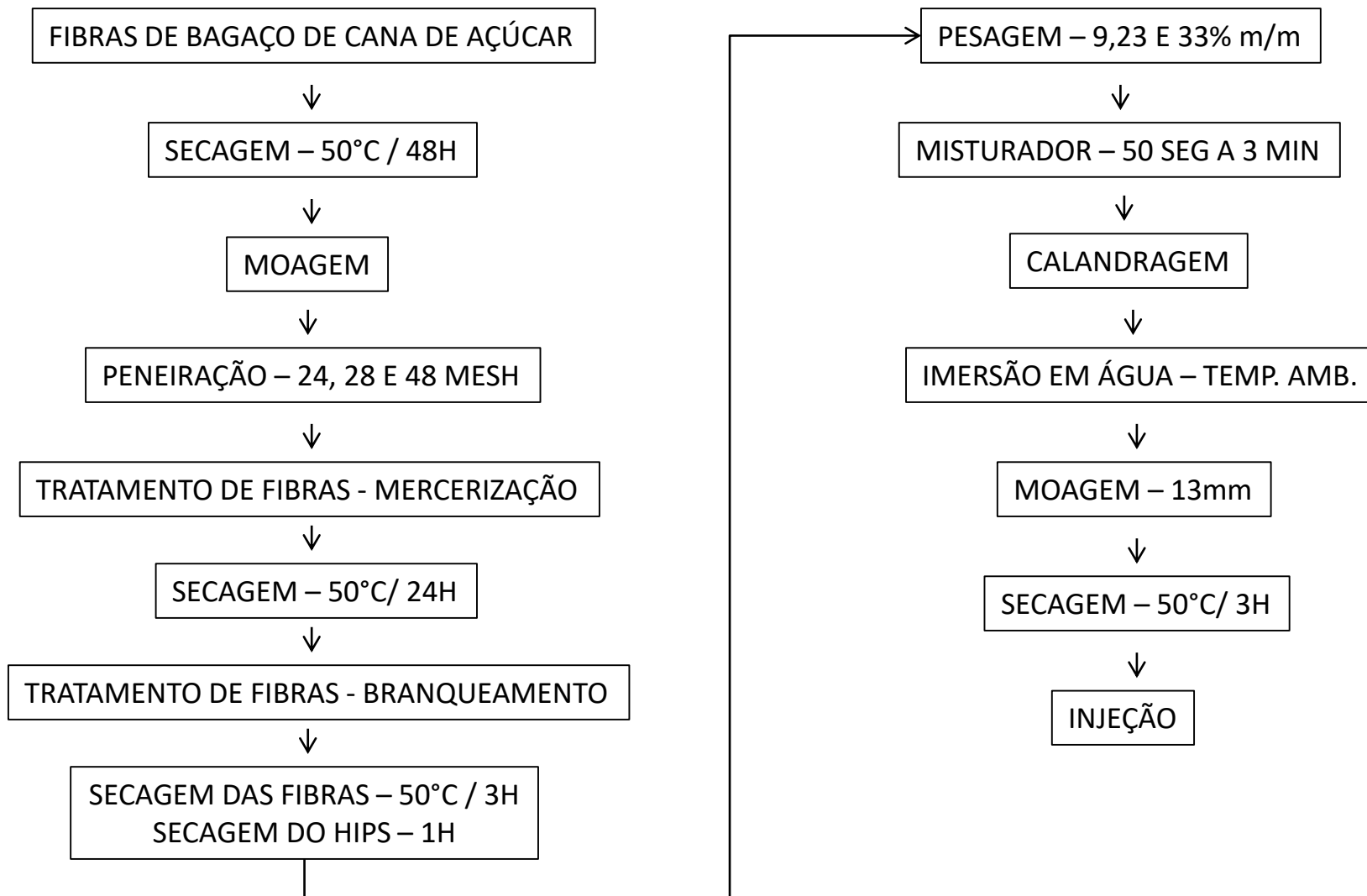


# MATERIAIS



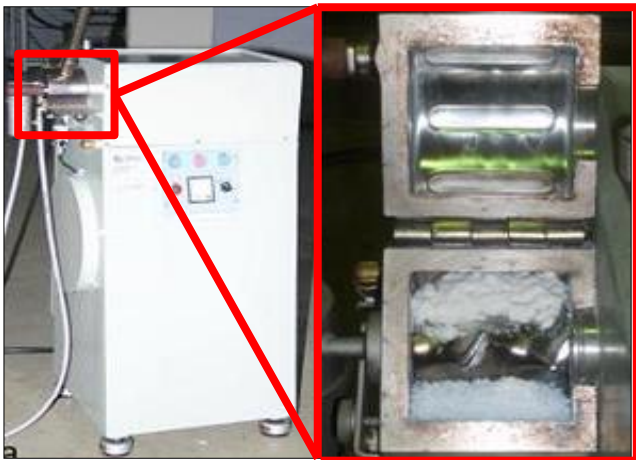


# PROCESSAMENTO DOS COMPÓSITOS



# PROCESSAMENTO DOS COMPÓSITOS

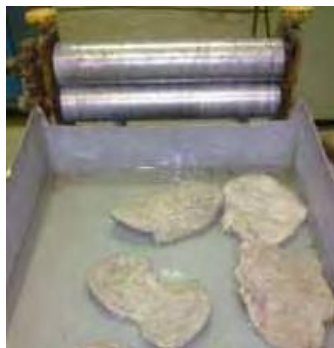
## ➤ MISTURADOR TERMOCINÉTICO:



## ➤ MOINHO GRANULADOR:



## ➤ CALANDRA:



## ➤ MOLDAGEM POR INJEÇÃO:



## ➤ COMPÓSITOS HIPS/FIBRAS DE CANA DE AÇÚCAR:

- Fornecidos pela UNESP/FEG, Guaratinguetá-SP;
- Foram processados no projeto de mestrado da aluna Kelly Benini;
- Foram fornecidos três famílias de compósitos, já na forma de corpos de prova de tração:

- ❖ *HIPS/10% fibras de bagaço de cana tratadas (BT-10)*
- ❖ *HIPS/20% fibras de bagaço de cana tratadas (BT-20)*
- ❖ *HIPS/30% fibras de bagaço de cana tratadas (BT-30)*



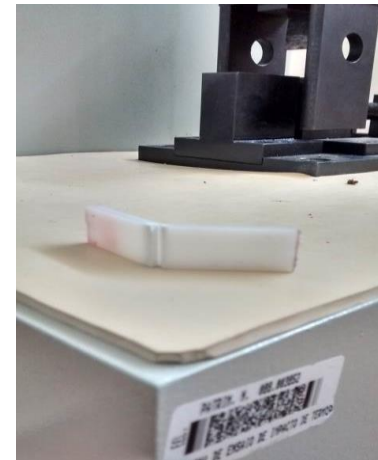
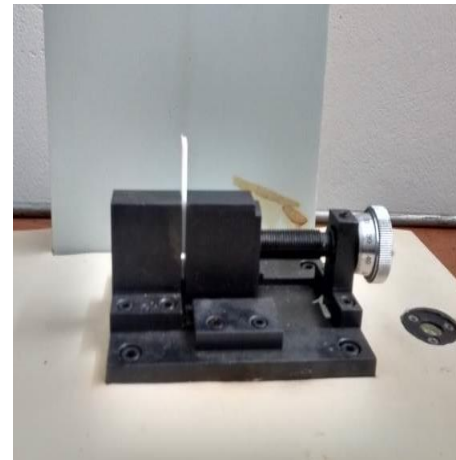
# MÉTODOS E CARACTERIZAÇÕES



# MÉTODOS E CARACTERIZAÇÕES

## ➤ RESISTÊNCIA AO IMPACTO DOS COMPÓSITOS:

- Pode ser definida como a habilidade de um material absorver energia sem que sofra ruptura quando uma força máxima é aplicada repentinamente;
- Equipamento: *PANTEC* para ensaio de impacto Izod – martelo de 5,5 J;
- Amostras HIPS puro e Compósitos HIPS/Fibras de bagaço de cana de açúcar;
- Média de 5 CDP's ensaiados - norma ASTM D 6110-06;
- Temperatura = 20°C;
- LOM/EEL/USP



## ➤ MASSA ESPECÍFICA DOS COMPÓSITOS:

- O picnômetro a gás é usado para determinar o volume da matriz sólida (excluindo os poros) de uma membrana.
- Equipamento: Picnômetro de He - *Quantachrome Instruments*;
- Amostras HIPS puro e Compósitos HIPS/Fibras de bagaço de cana de açúcar;
- Média de 3 corridas;
- Temperatura = 20°C;
- DMT/FEG/UNESP.



## ➤ DUREZA SHORE A DOS COMPÓSITOS:

- O durômetro é um instrumento popular para medir a dureza de endentação de borrachas, plásticos e materiais com comportamento similar.
- Equipamento: Durômetro portátil - *CV Instrument Limited*;
- Amostras HIPS puro e Compósitos HIPS/Fibras de bagaço de cana de açúcar;
- Média de 3 leituras;
- Temperatura = 20°C;
- Empresa Maxion-Cruzeiro/SP



## ➤ ÍNDICE DE FLUIDEZ:

- O Índice de Fluidiez (IF) é uma importante técnica para a análise da viscosidade do polímero fundido, indicando qual a técnica de processamento mais adequada para o mesmo.
- Equipamento: Aparelho para ensaios de Índice de Fluidiez marca DSM, modelo MI-3;
- Amostras HIPS puro e Compósitos HIPS/Fibras de bagaço de cana de açúcar;
- Temperatura = 200°C;
- Peso de 5,0kg;
- Tempo de corte de 30s;
- Instituto de Pesquisas Tecnológicas do Estado de São Paulo (IPT)/SP.



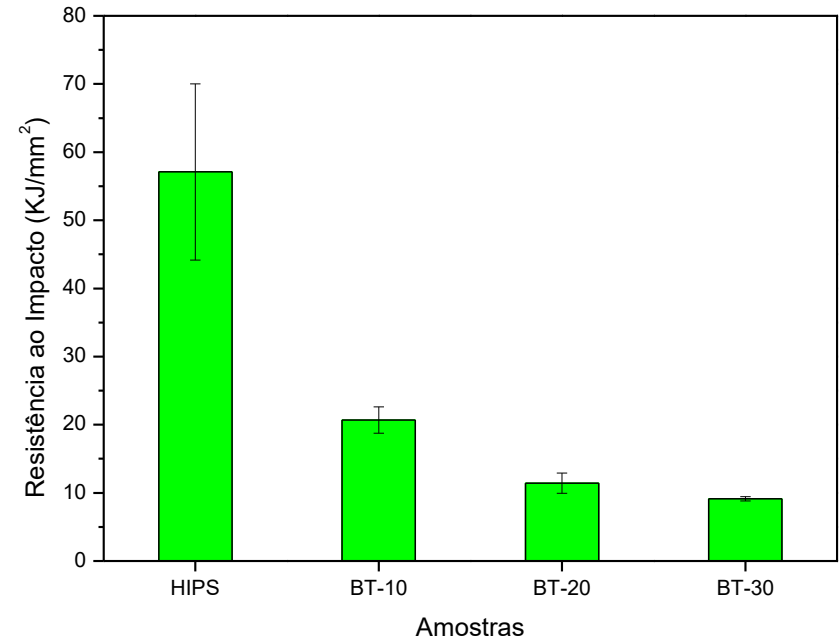
# RESULTADOS



# RESULTADOS

## ➤ RESISTÊNCIA AO IMPACTO DOS COMPÓSITOS:

AMOSTRAS	Energia Absorvida (J)	Resistência ao Impacto (kJ/m <sup>2</sup> )
HIPS PURO	1,887 ± 0,424	57,095 ± 12,917
BT-10	0,680 ± 0,063	20,682 ± 1,918
BT-20	0,376 ± 0,049	11,436 ± 1,481
BT-30	0,300 ± 0,010	9,126 ± 0,296



- Analisando-se a resistência ao impacto do material proposto, este apresentou pouca resistência devido à inserção de fibra, ou seja, quanto mais fibra, menor a resistência ao impacto quando comparada com o HIPS puro.

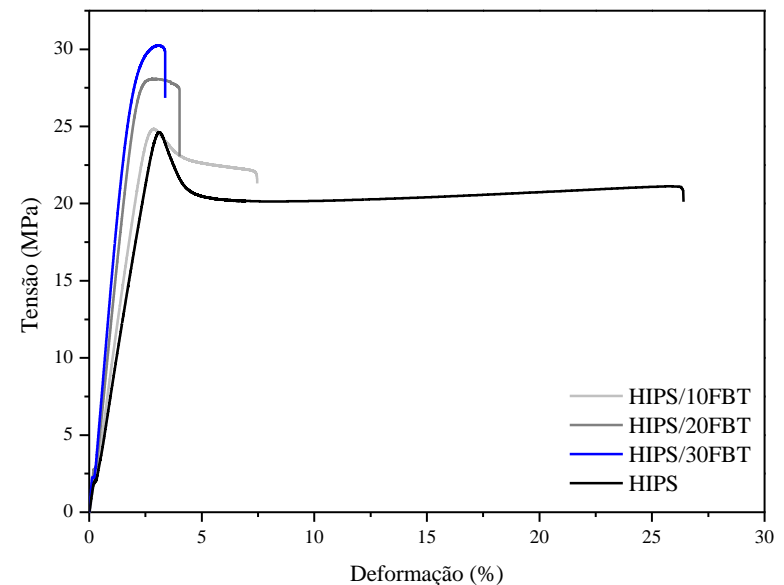
# RESULTADOS

## ➤ RESISTÊNCIA AO IMPACTO DOS COMPÓSITOS:

- Este fenômeno pode ser associado, segundo mencionado no trabalho de BENINI (2011) ao fato de que o reforço promoveu uma redução da ductilidade do material e, conseqüentemente, acarretou a redução da resistência ao impacto.

- Pode-se justificar a redução da resistência ao impacto também pela diminuição da tenacidade dos compósitos com o aumento da adição de fibras. Lembrando que a tenacidade corresponde à capacidade do material de absorver energia até sua ruptura e que pode ser representada pela área sob da curva tensão versus deformação

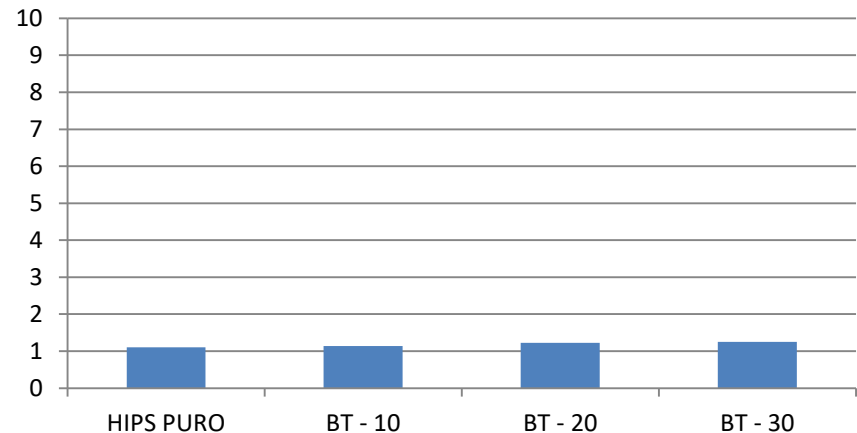
AMOSTRAS	ALONGAMENTO TOTAL (%)
HIPS PURO	26,2 ±8,1
BT-10	7,7 ±0,8
BT-20	4,1 ±0,4
BT-30	3,2 ±0,2



# RESULTADOS

## ➤ MASSA ESPECÍFICA DOS COMPÓSITOS:

AMOSTRAS	Massa Específica (g/cm <sup>3</sup> )
HIPS PURO	1,1064 ± 0,0074
Fibra de Bagaço	1,5962 ± 0,0086
BT-10	1,1359 ± 0,0035
BT-20	1,2228 ± 0,0040
BT-30	1,2473 ± 0,0012

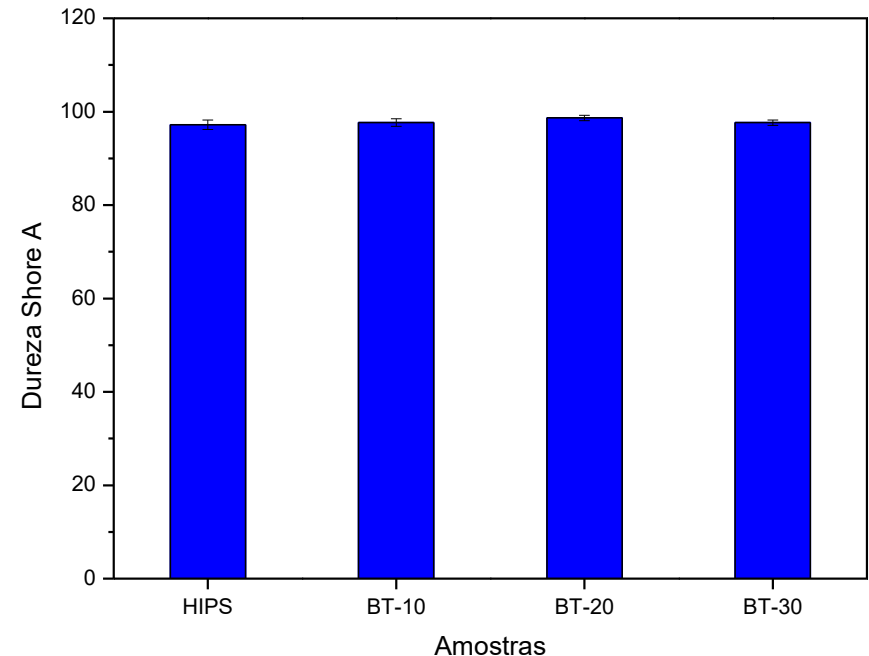


- A partir das análises de Picnometria de Hélio, verificou-se que a adição da fibra de bagaço de cana ao HIPS não acarretou um aumento na massa específica dos compósitos processados, quando comparado ao HIPS puro.

# RESULTADOS

## ➤ DUREZA SHORE A DOS COMPÓSITOS:

AMOSTRAS	DUREZA SHORE A
HIPS PURO	$97,7 \pm 0,8$
BT-10	$98,7 \pm 0,6$
BT-20	$97,0 \pm 0,6$
BT-30	$98,3 \pm 0,5$

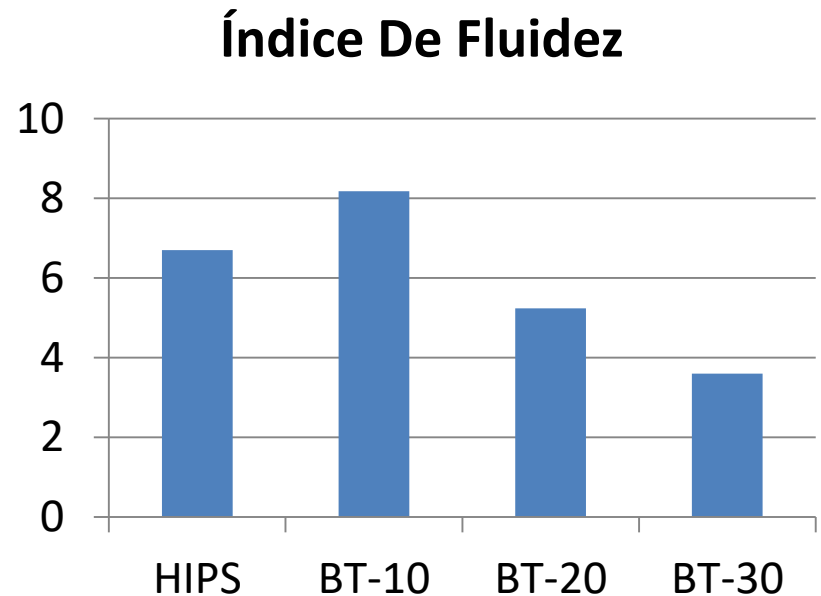


- A partir das análises de dureza Shore A, verificou-se que a adição da fibra de bagaço de cana ao HIPS não acarretou alterações nos valores da dureza nos compósitos quando comparados ao HIPS puro.

# RESULTADOS

## ➤ ÍNDICE DE FLUIDEZ:

AMOSTRAS	ÍNDICE DE FLUIDEZ (g/10min)
HIPS PURO	6,70 ± 0,15
BT-10	8,18 ± 0,17
BT-20	5,24 ± 0,09
BT-30	3,60 ± 0,22



- A partir das análises do Índice de Fluidiez, verificou-se que o baixo índice obtido nos compósitos, com exceção do compósito BT-10, é uma desvantagem técnica em relação aos compósitos convencionais, pois compósitos com maior índice de fluidez, mais fácil o seu processamento em peças maiores e de geometria complexa, exigindo menor pressão nas injetoras e menor número de entradas nos moldes.

# CONCLUSÕES



# CONCLUSÕES

➤ Trata-se de uma análise preliminar, mas os resultados obtidos permitem concluir que:

- nas análises de resistência ao impacto, verificou-se que a adição da fibra de bagaço de cana de açúcar ao HIPS acarretou uma diminuição na resistência ao impacto, quando comparados ao HIPS puro.

- nas análises de picnometria de hélio, verificou-se que a adição da fibra de bagaço de cana de açúcar ao HIPS não acarretou um aumento na massa específica dos compósitos processados, quando comparado ao HIPS puro;

- nas análises de dureza Shore A, verificou-se que a adição da fibra de bagaço de cana de açúcar ao HIPS não acarretou alterações significativas, ou seja, a dureza Shore A permaneceu praticamente a mesma nos compósitos quando comparados ao HIPS puro;





# CONCLUSÕES

- nas análises do Índice de Fluidez, verificou-se que a adição de 20% fibra de bagaço de cana de açúcar ao HIPS não provocou uma redução considerável no IF do HIPS, tornando-se assim viável. Até mesmo a inserção de 30% de BT, ainda pode ser considerado viável;

- Desta forma, a utilização destes compósitos, é uma alternativa atrativa, pois resultou em um material com diferentes propriedades dos componentes puros, constituindo uma opção para a redução de custos em aplicações industriais do ramo pet e também ajudando na preservação do meio ambiente;

- é um caráter inovador no ramo da indústria pet, pois o ramo de reciclagem nesse segmento é algo que ainda está iniciando; fato que não foram encontrados relatos na literatura;



# CONCLUSÕES

- os resultados foram muito satisfatórios para a construção de casinhas para cães, conforme proposto nesse estudo, uma vez que o material da casinha (HIPS puro) comparado com o compósito proposto apresentaram características similares, principalmente no que se refere à durabilidade, valor de dureza, resistência à diferentes condições climáticas, resistência a temperaturas do meio externo, resistência à mordidas e proteção de chuva, sol e vento;

- além disso, como na literatura não há valores de referência para as propriedades dos materiais que são utilizados na confecção de casinhas para cães, este trabalho vem contribuir fornecendo alguns valores de referência, como a resistência ao impacto, dureza, massa específica e fluidez.



# SUGESTÕES PARA TRABALHOS FUTUROS



# SUGESTÕES PARA TRABALHOS FUTUROS

- Análise via Microscopia Eletrônica de Varredura (MEV) das fraturas provenientes dos ensaios de impacto;
- Confeção de uma casinha;
- Análise de custo.



# CONCLUSÕES

- Dessa forma, a ideia será oferecer ao segmento “pet” a opção do HIPS reforçado com fibras de bagaço de cana de açúcar como uma alternativa ecológica e rentável para a confecção de artefatos para animais, como por exemplo, a construção de casinhas para cães.

