



MESTRADO PROFISSIONAL EM MATERIAIS
APRESENTAÇÃO DO PRODUTO



DESENVOLVIMENTO E CARACTERIZAÇÃO DE FORMULAÇÕES COM RESINA EPÓXI E BIOMASSA VEGETAL PARA A APLICAÇÃO COMO PORCELANATO LÍQUIDO

ALUNA: ANA CAROLINE GONÇALVES GUARIZI

ORIENTADOR: PROF. DR. BRUNO CHABOLI GAMBARATO

VOLTA REDONDA, 2021

Sumário

- Introdução
- Objetivos
- Justificativa
- Revisão Bibliográfica
- Materiais e métodos
- Resultados e Discussão
- Conclusões

Introdução

- Conscientização dos consumidores da preservação ambiental.
- A diversidade de resinas utilizadas com propósito de reaproveitar materiais que seriam descartados tem se tornado cada vez maior.
- Na construção civil, as resinas têm se destacado cada vez mais com novas descobertas.
- Criação de novos materiais.

Introdução

- Estética;
- Materiais com melhores propriedades;
- Compósitos;



Introdução

- Dificuldade no processo de reciclagem;
- Uso devido do material;
- Grande quantidade de material desperdiçado;
- Busca por sustentabilidade;



Acúmulo de serragem em uma marcenaria de pequeno porte

Introdução

- Estabilidade térmica;
- Resistência a solventes;
- Boa adesão;
- Resistência em altas temperaturas;



Estabilidade térmica Resina Epóxi 2004 com Endurecedor SQ 3140 (Primer Epoxi) Fonte: <https://www.redelease.com.br/resina-epoxi-2004-com-endurecedor-sq-3140-02-kg.html> ;

Objetivos

Este trabalho tem como objetivo, desenvolver e caracterizar um compósito baseado em resina epóxi e serragem de madeira. Pretende-se avaliar seu potencial na substituição do porcelanato líquido na construção civil.

- Objetivos Específicos
 - Obter formulações de compósitos com resina epóxi e serragem de madeira em diferentes granulometrias;
 - Realizar ensaios de tração e flexão para caracterizar as propriedades mecânicas do material;
 - Determinar a dureza dos compósitos obtidos e avaliar sua utilização na substituição do porcelanato líquido;

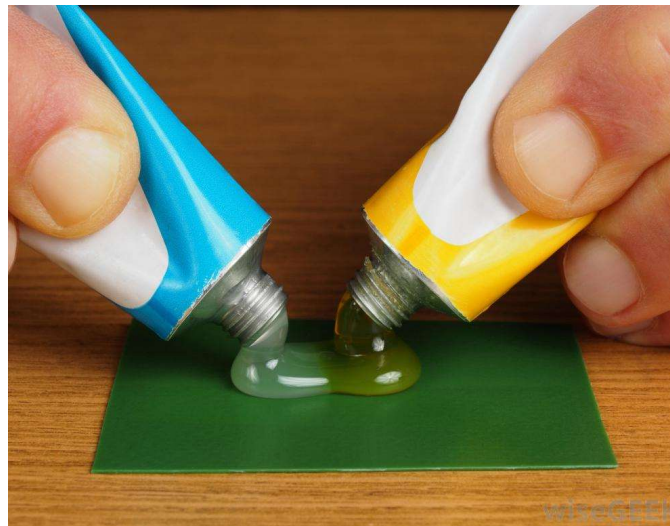
Justificativa

- A evolução da utilização dos compósitos
- Valor da resina encontrada no mercado;
- Materiais com melhores propriedades;
- Busca por sustentabilidade;
- Resina já é usada como porcelanato líquido;

Revisão Bibliográfica

RESINA EPÓXI

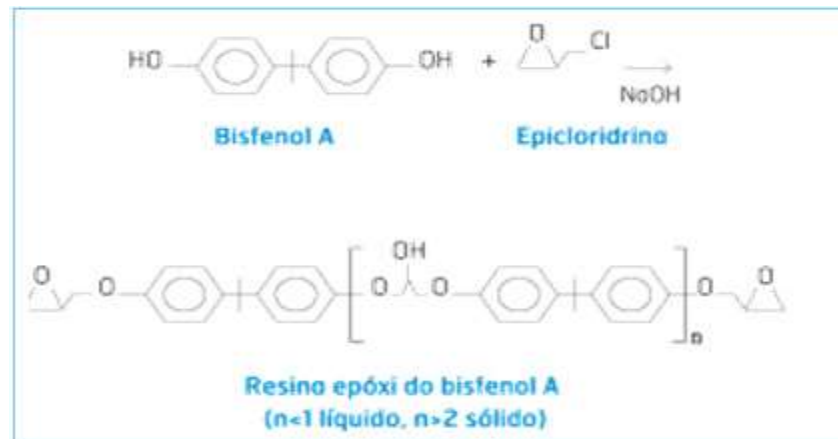
- As Resinas Epóxi vêm cada vez mais conquistando o seu espaço devido à versatilidade de seu uso e por serem compostas basicamente de dois materiais, sendo um conhecido como araldite e o outro como catalisador, levando à facilidade de manipulação e polimerização.



Revisão Bibliográfica

RESINA EPÓXI

- As resinas epóxicas são resinas sintéticas que abrangem inúmeras propriedades, desde líquidas de baixa viscosidade sem solvente até sólidas de alto ponto de fusão.
- Os agentes de cura ou endurecedores reagem com as resinas originando cadeias das mais variadas composições, formando um material termoendurecível com excelentes propriedades mecânicas, químicas e de isolamento elétrico.



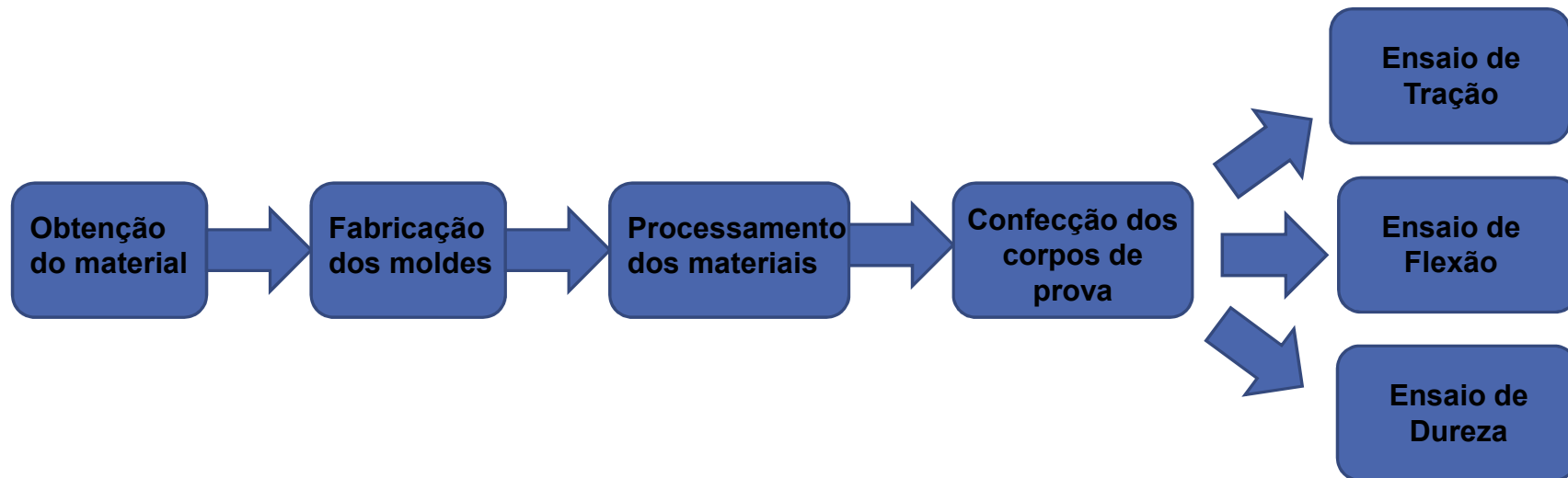
FONTE: Cadeia Molecular da resina epóxida (adaptado de <https://www.baserevest.com.br/novo/artigos/os-primordios-da-resina-epoxi/>)

Revisão Bibliográfica

RESINA EPÓXI

- A resina epóxi vem sendo muito empregada nas indústrias e em construções para reconstrução de estrutura de concreto, como material para revestimento, anticorrosivo, manutenção de máquinas, e como infinitos modelos de estrutura.
- Na indústria naval, é utilizado na manutenção e construção de barcos de corrida, à vela; pois possuem alta resistência e peso reduzido (RIBEIRO, 2016). Já na indústria automotiva é utilizado em painéis, veículos de corrida e componentes, pois possuem uma resistência à corrosão e baixo peso.

Materiais e métodos



Materiais

- A resina utilizada neste trabalho é a Resina Epoxi 2004 com Endurecedor SQ 3140, da fabricante Redelease Ltda.



- O reforço utilizado neste trabalho foi a serragem.



Métodos – Processo de Granulometria

- Inicialmente, serragem passou por um processo de granulometria, separando a fibra em média e fina de acordo com a NBR NM 248.
- Após o material devidamente separado, as fibras foram colocadas na estufa por três horas a 80º C, para os resultados não sofrerem influência da umidade.



Métodos – Fabricação dos Moldes

- Para a fabricação dos moldes, utilizou-se a borracha de silicone azul PS e o catalisador da marca Redelease .
- Para a obtenção de cada molde foram utilizados, 300g da borracha azul e 9g de catalisador.



Métodos – Preparação do compósito

- **Proporções do material**

| Amostra | Resina (g) | Endurecedor (g) | Fibra(Serragem) (g) |
|--------------------------|-------------------|------------------------|----------------------------|
| Puro | 10,0 | 5,0 | - |
| Epóxi Fino à 10% | 9,0 | 4,5 | 1,5 (10%) |
| Epóxi Fino à 20% | 8,0 | 4,5 | 3,0 (20%) |
| Epóxi Médio à 10% | 9,0 | 4,5 | 1,5 (10%) |
| Epóxi Médio à 20% | 8,0 | 4,5 | 3,0 (20%) |

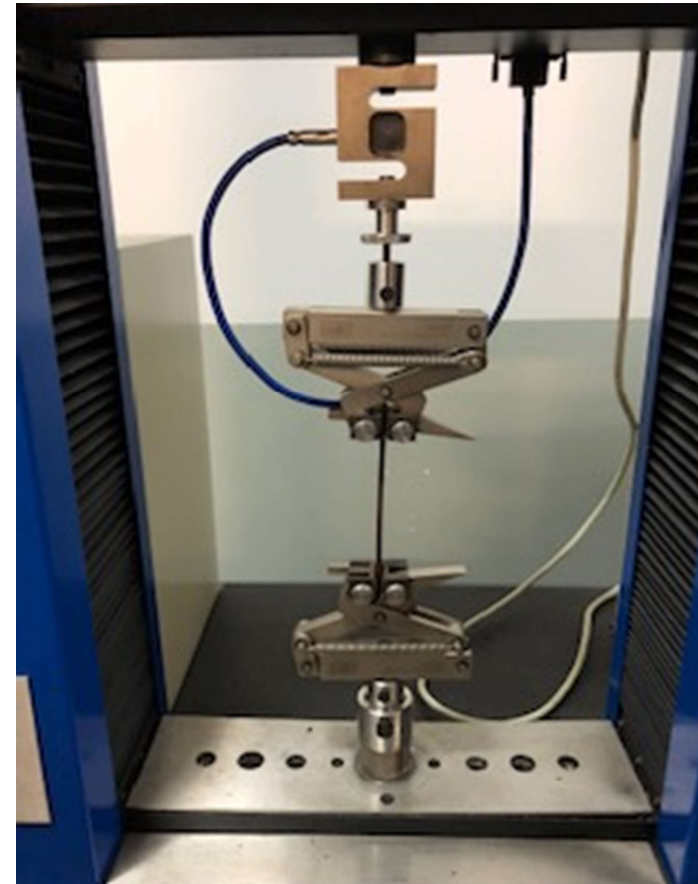
Métodos – Confecção dos Corpos de Prova

- Para a fabricação dos corpos de prova, as composições foram devidamente pesadas em uma balança analítica, após as pesagens, os materiais foram misturados lentamente com a ajuda de uma espátula, em seguida foram colocados nos moldes.



Métodos – Caracterização do compósito

- **Ensaio de Tração**
- O equipamento utilizado foi da marca EMIC DL-10000, com célula de carga de 5 kN, em temperatura ambiente e a uma velocidade de 5 mm.min^{-1} . Para cada compósito avaliado foram ensaiados cinco corpos de prova com dimensões baseado na norma ASTM D 638.



FONTE: Autora (2021).

Métodos – Caracterização do compósito

- **Ensaio de Flexão**
- Foi utilizado um equipamento da marca EMIC, com célula de carga de 100 kN, distância entre apoios de 80 mm, em temperatura ambiente e a uma velocidade de $5 \text{ mm}\cdot\text{min}^{-1}$. Foram analisados cinco corpos de prova, com dimensões em milímetros (mm) baseado na norma ASTM D 790-03.



FONTE: Autora (2021).

Métodos – Caracterização do compósito

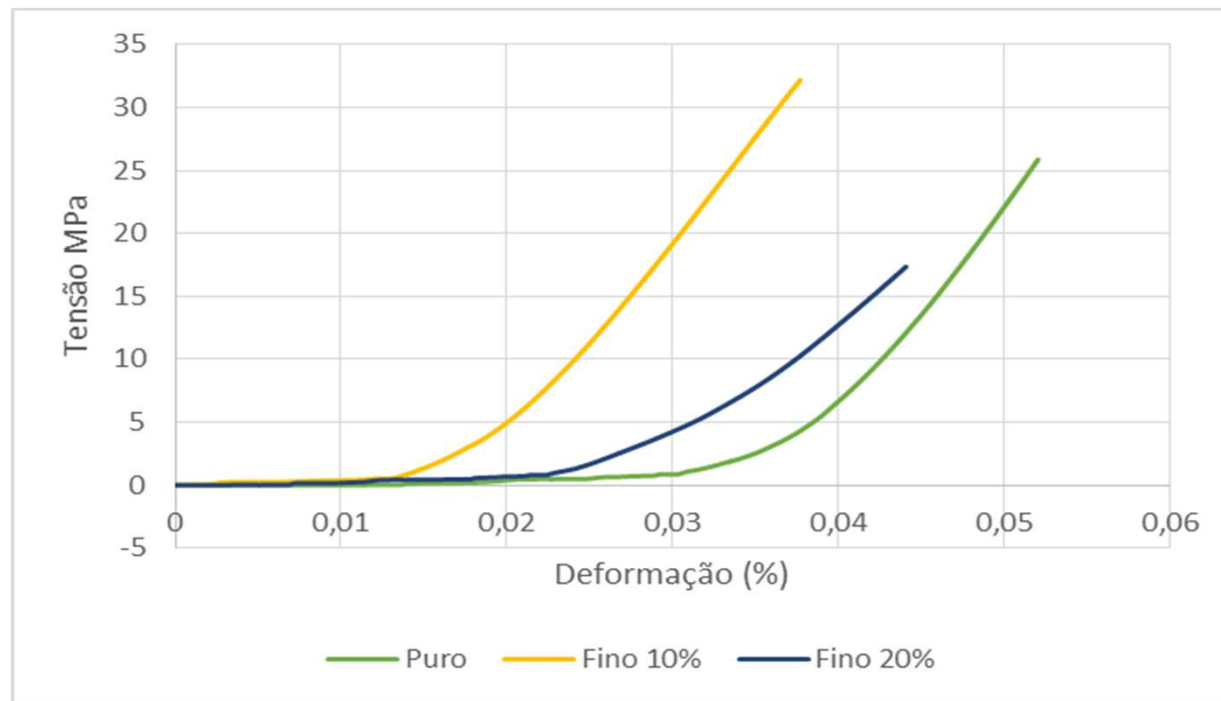
- **Ensaio de dureza Shore D**
- O equipamento utilizado foi da marca DIGIMESS com capacidade de 0 a 100 Shore D; resolução de 0,1 Shore D; e exatidão de ± 1 Shore D.



FONTE: Autora (2021).

Resultados e discussão - Tração

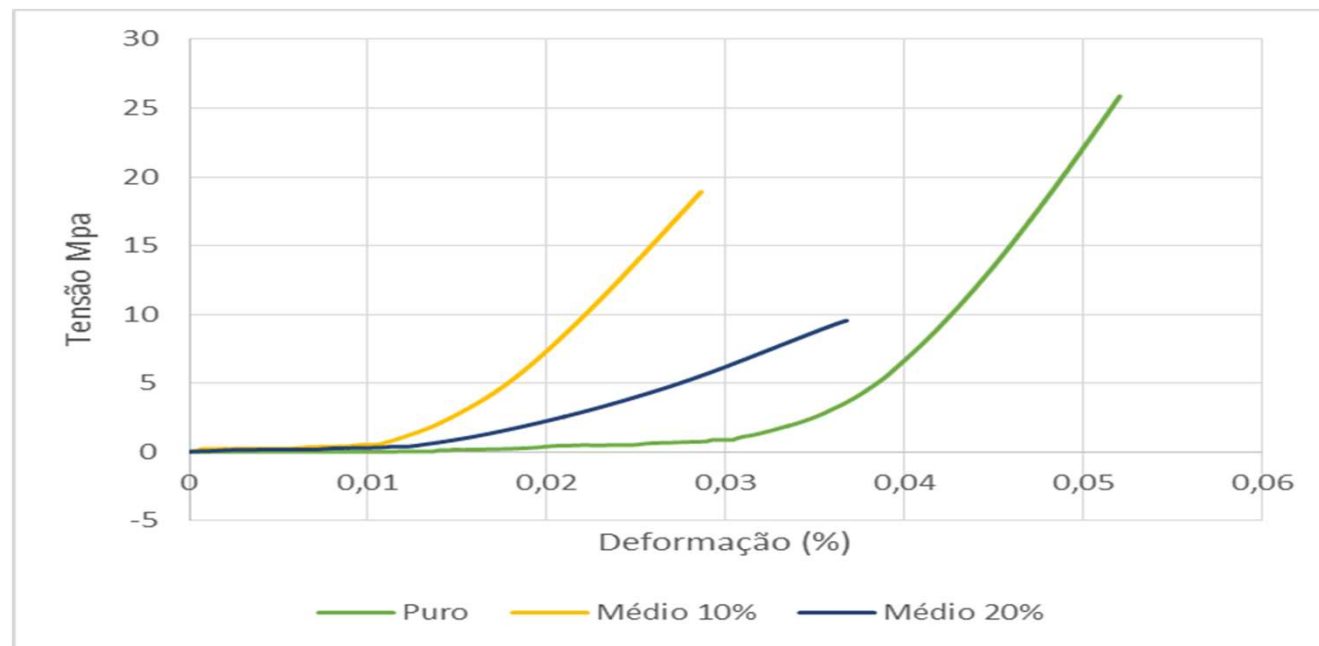
- Comportamento mecânico da resina epóxi pura e com adições de compósitos, fibras naturais de serragem fina à 10% e 20% em tração.



FONTE: Autora (2021).

Resultados e discussão - Tração

- Comportamento mecânico em tração da resina epóxi pura e com adições de compósitos, fibras naturais de serragem média à 10% e 20%.



FONTE: Autora (2021).

Resultados e discussão - Tração

- Houve um pequeno aumento no módulo de elasticidade, porém uma redução na tensão máxima suportada em tração, que não é tão significativa para o estudo.

| Amostra | Deformação Máxima (%) | Tensão Máxima (MPa) | Módulo de Young (MPa) |
|------------------|------------------------------|----------------------------|------------------------------|
| Puro | 6 ± 0,8 | 42 ± 3 | 1520 ± 65 |
| Fino 10% | 4 ± 0,4 | 27 ± 2 | 1564 ± 83 |
| Fino 20% | 4 ± 0,7 | 15 ± 3 | 945 ± 39 |
| Médio 10% | 4 ± 0,4 | 21 ± 3 | 1303 ± 57 |
| Médio 20% | 3 ± 0,7 | 7 ± 2 | 334 ± 49 |

FONTE: Autora (2021).

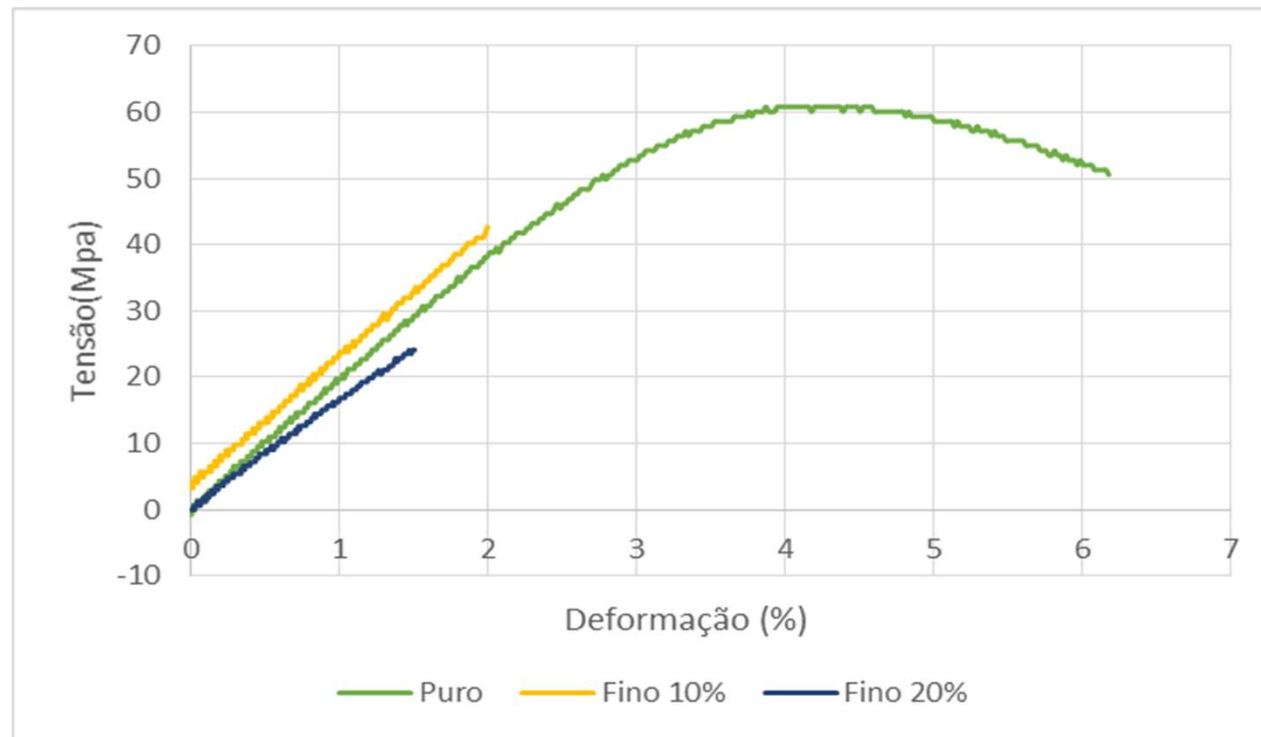
Resultados e discussão - Tração

- Cavalcanti et al (2020), houve um aumento no Módulo de Elasticidade com a adição das fibras, comportamento também observado neste trabalho para a amostra com 10% de serragem fina, mas não para as demais composições. Aparentemente, a adição do óleo epoxidado no trabalho de Cavalcanti et al (2020) promoveu uma interação melhor entre a fibra e a matriz de resina. Sendo assim, para trabalhos futuros, sugere-se o estudo da utilização de aditivos que possam contribuir para essa compatibilização

FONTE: Autora (2021).

Resultados e discussão - Flexão

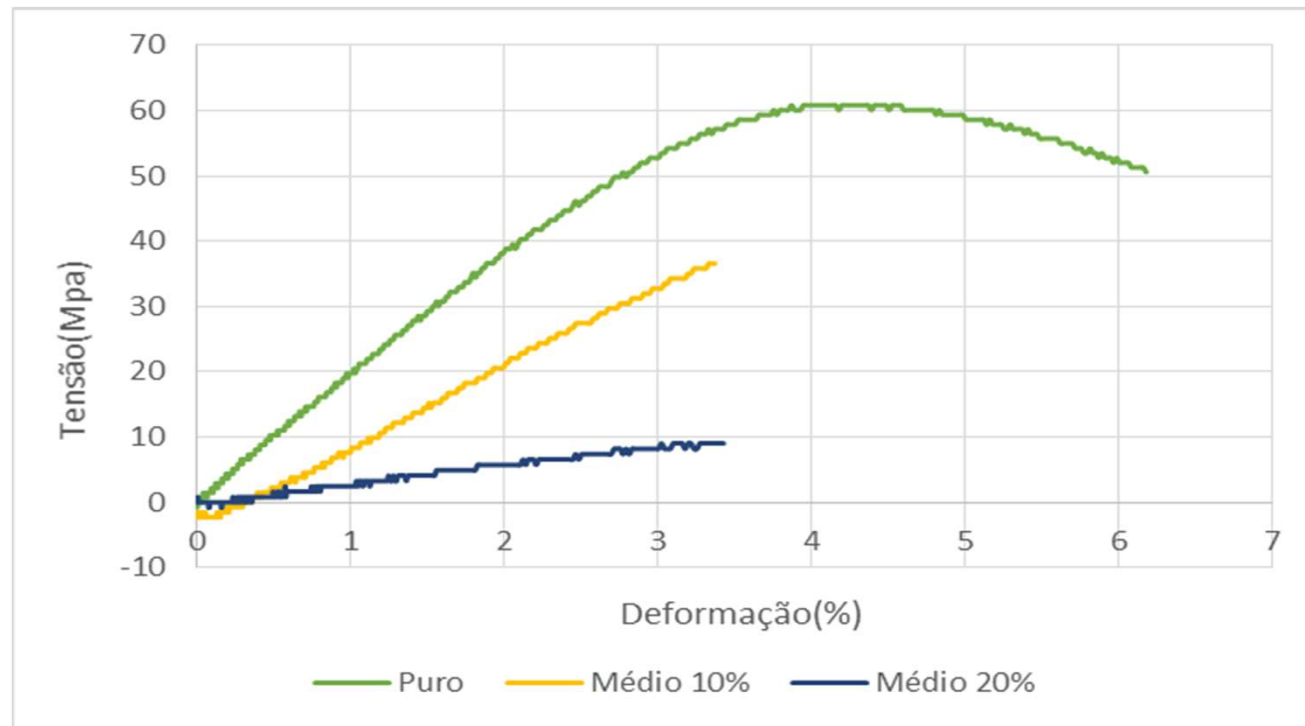
- Comportamento mecânico da resina epóxi pura e com adições de compósitos fibras naturais de serragem fina à 10% e 20% no ensaio de Flexão.



FONTE: Autora (2021).

Resultados e discussão - Flexão

- Comportamento mecânico da resina epóxi pura e com adições de compósitos fibras naturais de serragem média à 10% e 20% no ensaio de Flexão.



FONTE: Autora (2021).

Resultados e discussão - Flexão

- É possível verificar, ainda, que, assim como ocorreu para a propriedade de tração, o melhor resultado encontrado entre os compósitos foi o daquele com adição de 10% de serragem fina, que apresentou um aumento de 100% no Módulo de Elasticidade, acompanhada de uma redução de cerca de 33% na Tensão Máxima, quando comparados os resultados apresentados pela resina pura.

| Amostra | Tensão Máxima (MPa) | Inclinação da Tangente | Módulo de Elasticidade (MPa) |
|------------------|----------------------------|-------------------------------|-------------------------------------|
| Puro | 62 ± 12 | 12 ± 3 | 452 ± 27 |
| Fino 10% | 41 ± 5 | 22 ± 6 | 907 ± 75 |
| Fino 20% | 25 ± 3 | 14 ± 3 | 496 ± 72 |
| Médio 10% | 38 ± 3 | 16 ± 5 | 660 ± 35 |
| Médio 20% | 12 ± 3 | 3 ± 3 | 127 ± 29 |

FONTE: Autora (2021).

Resultados e discussão - Flexão

No trabalho de Hillig et al (2008), foram beneficiados resíduos, de chapa de fibra de média densidade (MDF) e madeira de eucalipto (*Eucalyptus grandis*), de madeira de pinus (*Pinus taeda*), de aglomerado, que foram incorporados ao HDPE “virgem”, juntamente com um agente de acoplamento à base de anidrido maléico. Verificou-se que os resultados de Flexão, obtiveram um aumento significativo no módulo de flexão, à medida em que se foi aumentando a proporção de serragem.

FONTE: Autora (2021).

Resultados e discussão - Flexão

A pesquisa de Quinhones (2007) teve como objetivo a produção de placas compostas de serragem de duas espécies operadas em serrarias combinada com polietileno de baixa densidade reciclável (PEBD). Serragem e farinha de madeira de Pinus e Eucalyptus como reforços, avaliando múltiplas composições. Os materiais foram processados por prensagem sob temperatura elevada e o módulo de elasticidade em flexão foi, em geral, superior para as placas que continham serragem de *Eucalyptus*.

FONTE: Autora (2021).

Resultados e discussão - Dureza

- Observar-se que a composição dos materiais apresentou uma grande influência na dureza Shore-D, visto que a variação da dureza shore D foi estatisticamente significativa. Pois o compósito ganhou uma dureza maior que a resina pura, significando maior resistência ao risco, o que favorece a estética do produto.

| DUREZA SHORE D | |
|----------------|---------|
| Puro | 51,7 Hd |
| Fino 10% | 58,4 Hd |
| Fino 20% | 43,0 Hd |
| Médio 10% | 63,3 Hd |
| Médio 20% | 29,4 Hd |

FONTE: Autora (2021).

Resultados e discussão - Dureza

- No trabalho de LEITE (2002), foi utilizada como matriz polimérica uma resina fenólica comercial e, como material de reforço, foram utilizadas fibras mercerizadas de bagaço de cana-de-açúcar, resultante de uma moenda para a extração do caldo. Os resultados mostraram que a dureza dos materiais resultantes diminuiu com a adição de fibra, apesar do aumento em outras propriedades mecânicas de tração e flexão.

Conclusões

O resultado do desenvolvimento deste trabalho mostrou que foi possível obter um material compósito homogêneo. A introdução da serragem na resina epóxi promoveu um aumento no módulo de Young dos compósitos, evidenciado nos resultados do ensaio de tração. Este aumento foi de 1520 ± 65 da resina pura para 1564 ± 83 nas formulações com 10% de serragem fina. Quanto às propriedades mecânicas em flexão, apresentaram respectivamente, módulo de elasticidade de 452 ± 27 da resina pura para 907 ± 75 à 10% de serragem fina. Já na dureza, o maior resultado foi à 10% da serragem média com o valor de 63,3Hd, e o da resina pura foi 51,7Hd.

Conclusões

Após análise dos resultados obtidos, bem como a comparação, no que coube, com outros trabalhos da literatura, entende-se que o produto obtido nesta dissertação com 10% de serragem em granulometria fina (30 mesh), produzido pela mistura simples dos componentes da resina com o reforço, sob temperatura ambiente com cura de 24h pode ser utilizado para pavimentação de ambientes na forma de “porcelanato líquido”. A composição contendo 10% de serragem em granulometria média (10 mesh) também apresentou resultados satisfatórios e pode ser considerada como uma boa opção para esta aplicação.

Conclusões

A conclusão se dá em base de não haver perda na rigidez utilizando a referida composição, tanto em tração quanto em flexão, quando comparado à resina pura. Além disso, houve um aumento na dureza Shore D nos compósitos com esta composição.

Conclusões

Além disso, outra propriedade importante, qualitativa, é a aparência do produto. Por se tratar de uma aplicação cuja estética exerce grande influência, pode-se afirmar que os materiais produzidos com 10% de serragem fina e média apresentaram-se com uma estética bastante interessante do ponto de vista comercial, tendo, dessa forma, um bom apelo mercadológico.

Quanto aos custos, uma vez que a serragem pode, inclusive, ter custo nulo, os compósitos podem apresentar de 10 a 20% de economia quando comparados ao uso da resina pura. Vale ressaltar, ainda, que quando utilizada pura, a resina necessita de pigmentação e, no caso do compósito, não há a necessidade de utilizar este aditivo.

Sugestões para trabalhos futuros

Avaliar a influência do reforço particulado na reticulação das cadeias da resina por Calorimetria Diferencial Exploratória;

Avaliar a estabilidade térmica dos compósitos por meio de Termogravimetria;

Avaliar a morfologia dos compósitos por meio de Microscopia Eletrônica de Varredura;



A VERDADEIRA CORAGEM É IR ATRÁS DE SEU SONHO,
MESMO QUANDO TODOS DIZEM QUE ELE É
IMPOSSÍVEL.

CORA CORALINA
