

# COMPORTAMENTO ANTICHAMA DA RESINA EPÓXI NOVOLACA MODIFICADA COM TRIFENILFOSFATO

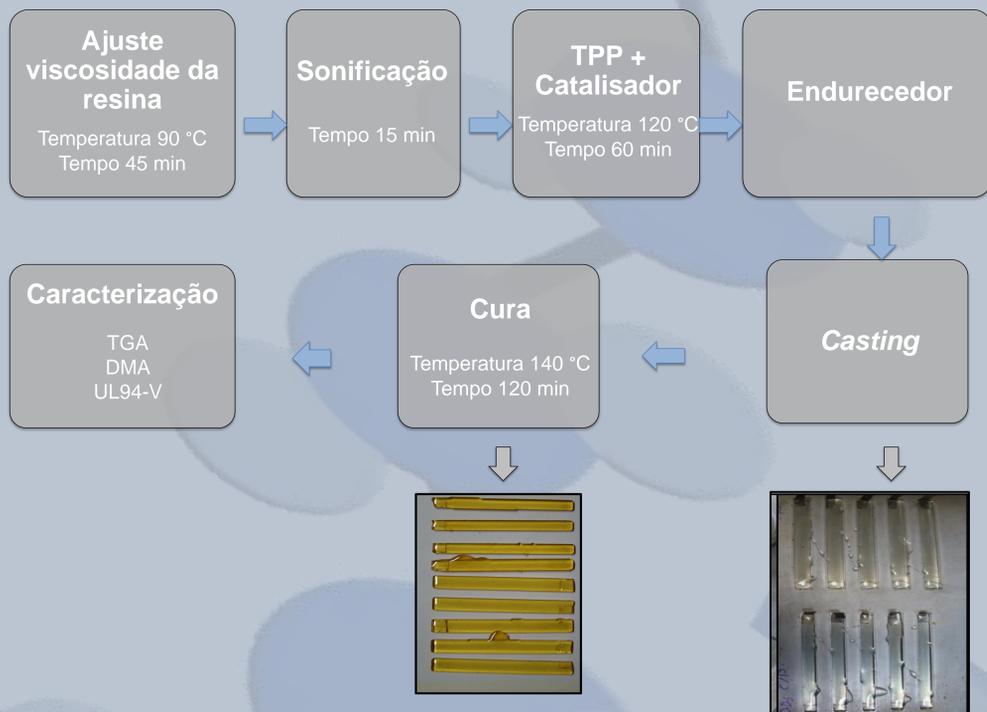
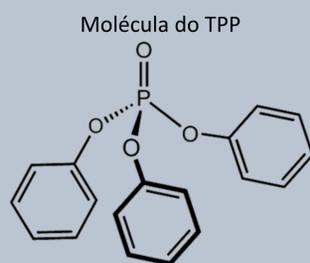
**Autor:** Aline Dressler  
**Orientador:** Carlos A. Ferreira  
**LAPOL – Laboratório de Materiais Poliméricos**

## INTRODUÇÃO

A resina epóxi novolaca é uma resina epóxi multifuncional com recomendação para aplicações em alta temperatura devido a sua estabilidade térmica. Contudo, por se tratar de um polímero, essa resina é inflamável e apresenta rápida propagação de chama. Uma vez que os requisitos de segurança em relação à resistência dos polímeros ao fogo estão tornando-se mais rígidos, o objetivo deste trabalho é estudar a inibição da propagação do fogo na resina epóxi novolaca utilizando um aditivo antichama organofosforado não halogenado.

## EXPERIMENTAL

- Resina epóxi novolaca D.E.N. 438 (EEW= 178,5 g/eq)
- Endurecedor 4,4'Diaminodifenilmetano (DDM)
- Endurecedor 4,4'Diaminodifenilsulfona (DDS)
- Catalisador Trietanolamina
- O composto organofosforado: Trifenil Fosfato (TPP)



## RESULTADOS

### Análise Termogravimétrica

Agente de reticulação: DDM

A perda inicial de massa próxima a 300 °C é causada principalmente pela decomposição térmica do TPP e aumenta conforme a concentração deste na resina. O evento principal observado próximo a 350 °C é relativo a degradação das cadeias poliméricas. Em aproximadamente 450 °C há um evento que diminui com a adição do TPP e pode ser característico das ligações de reticulação;

Agente de reticulação: DDS

A perda inicial de massa próxima a 300 °C não variou com a concentração. Existe a possibilidade do TPP ter interagido com a resina epóxi. A curva 0% P apresentou somente um evento próximo a 450 °C, o que significa maior estabilidade térmica quando comparada as demais formulações.

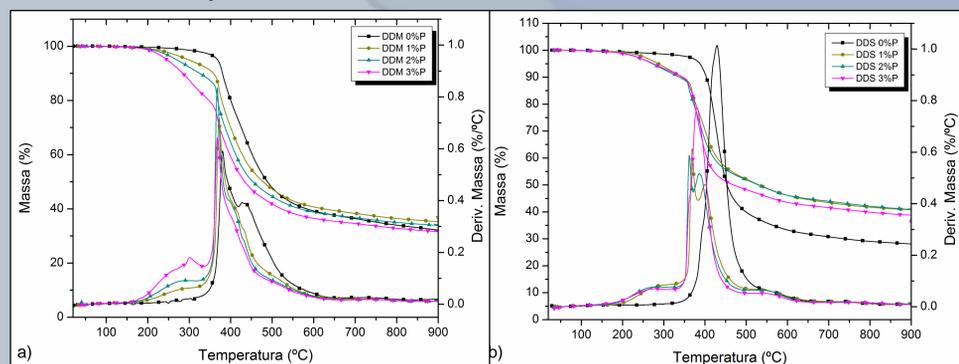


Figura 1 - Análise termogravimétrica das resinas: a) DDM; b) DDS

## RESULTADOS

### Análise Dinâmico-Mecânica

Nas amostras em que o DDM foi utilizado como agente de cura o módulo de armazenamento reduziu de acordo com o aumento da concentração de TPP. Este efeito foi provavelmente causado pela redução da densidade de reticulação, visto que o TPP possui grupos volumosos, acarretando também em uma diminuição na faixa de temperatura de transição vítrea do material. No DDS o comportamento é o mesmo, porém é mais acentuado, com uma redução no módulo de armazenamento superior a 2 GPa entre o DDS 0% P (~2,5 GPa) e o DDS 3% P (~200 MPa).

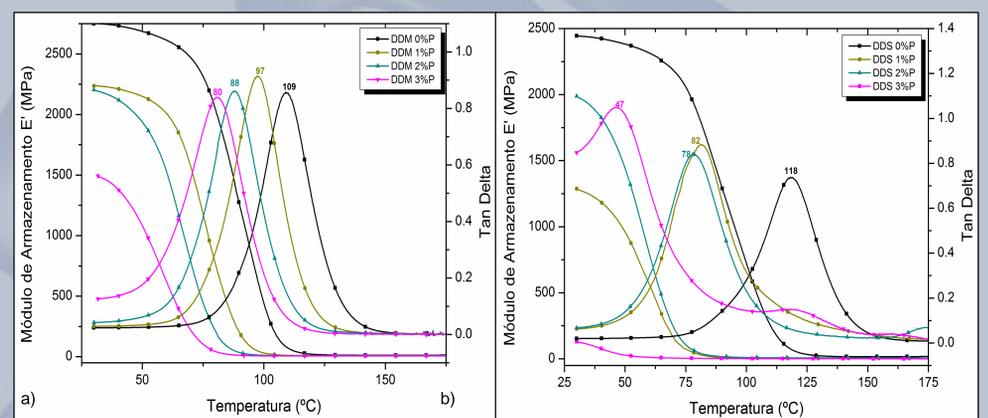


Figura 2 – Comportamento dinâmico-mecânico das resinas: a) DDM; b) DDS

### Teste de Chama UL94-V

O comportamento de retardância de chama foi diretamente associado à quantidade do composto organofosforado na resina modificada. As amostras com DDS não extinguíram a segunda aplicação da chama, sendo classificadas como NR. A amostra 3% P DDM apresentou auto-extinguibilidade e maior retardância à chama do que a resina pura, foi classificada como V-0.



Figura 3 – Amostras DDM 3%

Tabela 1 – Resultados do Teste de Chama UL94-V

Amostras	Maior tempo da 1ª queima	Tempo total de queima dos 5 cp	Queima Total do cp	Queima do algodão	Classe
DDM 0%P	>30 s	>250 s	-----	Não	NR
DDM 1%P	>30 s	>250 s	Sim	Não	NR
DDM 2%P	>30 s	>250 s	Sim	Não	NR
DDM 3%P	1,7 s	28,81 s	Não	Não	V-0
DDS 0%P	>30 s	>250 s	-----	Não	NR
DDS 1%P	>30 s	>250 s	Sim	Não	NR
DDS 2%P	13,6 s	>250 s	Sim	Não	NR
DDS 3%P	4,4 s	>250 s	Sim	Não	NR

NR = Sem classificação.

V0 = Tempo da 1ª queima inferior a 10 segundos e tempo total de queima inferior a 50 segundos.

## CONCLUSÕES

- ✓ O uso do TPP como retardante de chama tornou a resina auto-extingível somente na formulação utilizando 3% P e DDM como agente de cura. Devido também ao fato de que a diminuição na  $T_g$  não foi tão acentuada como no caso do DDS, esta foi a melhor formulação obtida no estudo;
- ✓ O TPP apresenta grupos volumosos e devido a isto age como um plastificante na resina. Este efeito influencia na perda das propriedades mecânicas do material;
- ✓ O estudo foi interessante para avaliar a eficiência do TPP como retardante de chama. Os resultados serão comparados com outros retardantes de chama organofosforados utilizados no LAPOL.

### Agradecimentos

