

# EFEITO DO ENVELHECIMENTO ARTIFICIAL NO COMPORTAMENTO SHORT BEAM DE HASTES PULTRUDADAS

Giulia Ducatti Rinaldi, Laís Vasconcelos da Silva, Sandro Campos Amico

## 2. INTRODUÇÃO

## 3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Compósitos poliméricos reforçados com fibra de carbono (CFRP) pultrudados têm sido cada vez mais utilizados em inúmeras aplicações por causa de suas propriedades como leveza, elevada resistência e rigidez, baixo custo de manutenção, fácil manuseio e alta resistência à corrosão oxidativa quando comparados à materiais tradicionais, em especial os aços e suas ligas. Existem vários exemplos de aplicações de compósitos como elementos de reforço de estruturas de concreto, madeira e alvenaria e, mais recentemente, hastes pultrudadas tornaram-se interessantes como tendões de fixação de pontes no solo. No entanto, para se utilizar as hastes nestas aplicações, os mecanismos de envelhecimento e degradação sofridos por estes materiais ainda precisam ser melhor compreendidos, particularmente os mecanismos de dano sob condições severas de trabalho, como os relacionados à ambientes de perfuração de petróleo no mar em águas profundas.

Neste contexto, este trabalho investiga como os efeitos de degradação ambiental na resistência short beam de diferentes sistemas (hastes de resina epóxi/fibra de carbono e de resina éster vinílica/fibra de carbono) após diferentes tipos de envelhecimento.

## 2. MATERIAIS E MÉTODOS

### 2.1 Materiais

Na Tab.1 e Tab. 2 estão apresentados os dados dos dois tipos de hastes pultrudadas reforçadas com fibras contínuas, fornecidos pelo fabricante.

Tabela 1. Especificações das hastes como fornecido pelo fabricante.

| Amostras | Fibras  | Matriz         | Diâmetro (mm) |
|----------|---------|----------------|---------------|
| CE30     | Carbono | Epoxi          | 3.0           |
| CV30     | Carbono | Éster-Vinílica | 3.0           |

Tabela 2. Especificações das hastes como fornecido pelo fabricante.

| Amostras | Diâmetro (mm) | $\rho$ (g/cm <sup>3</sup> ) | $V_f$ (%)    |
|----------|---------------|-----------------------------|--------------|
| CE30     | 3.00 ± 0.02   | 1.50 ± 0.04                 | 69.31 ± 0.62 |
| CV30     | 3.02 ± 0.02   | 1.51 ± 0.07                 | 67.59 ± 0.47 |

### 2.2 Envelhecimentos e Caracterização

O envelhecimento foi realizado através da imersão das hastes em água destilada (ASTM D570) e água salina (ASTM D1141) em estufa a 60°C por 1500h e 3000h. Também foram envelhecidas em radiação UV (ISO 4892 – 2) por 1000h e 3000h.

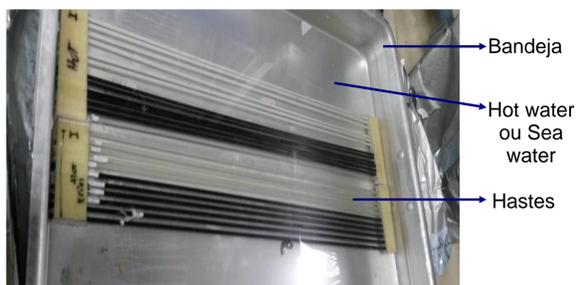


Figura 1. Hastes submersas nas diferentes soluções de envelhecimento.



Figura 2. Hastes submersas nas diferentes soluções de envelhecimento.

Resultados foram obtidos através dos ensaios short beam e técnicas de microscopia óptica e eletrônica de varredura foram utilizadas para examinar os mecanismos de dano no material.

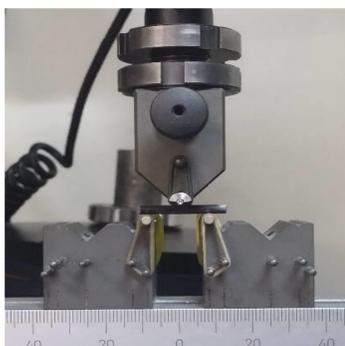


Figura 3. Ensaio short beam.



Figura 4. Exemplo de micrografia de uma haste.

### 3.1 Efeito do condicionamento higrotérmico

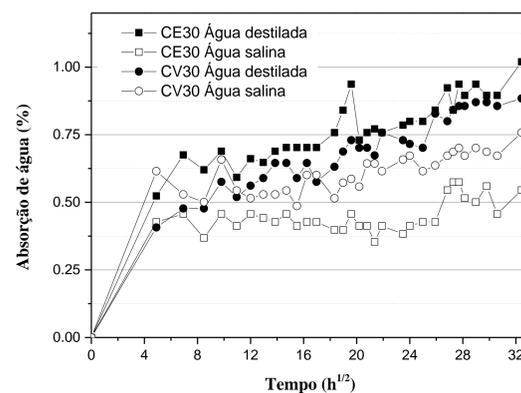


Figura 5. Absorção de água das hastes durante o envelhecimento em águas destiladas e salinas

### 3.2 Efeito do envelhecimento na resistência short-beam

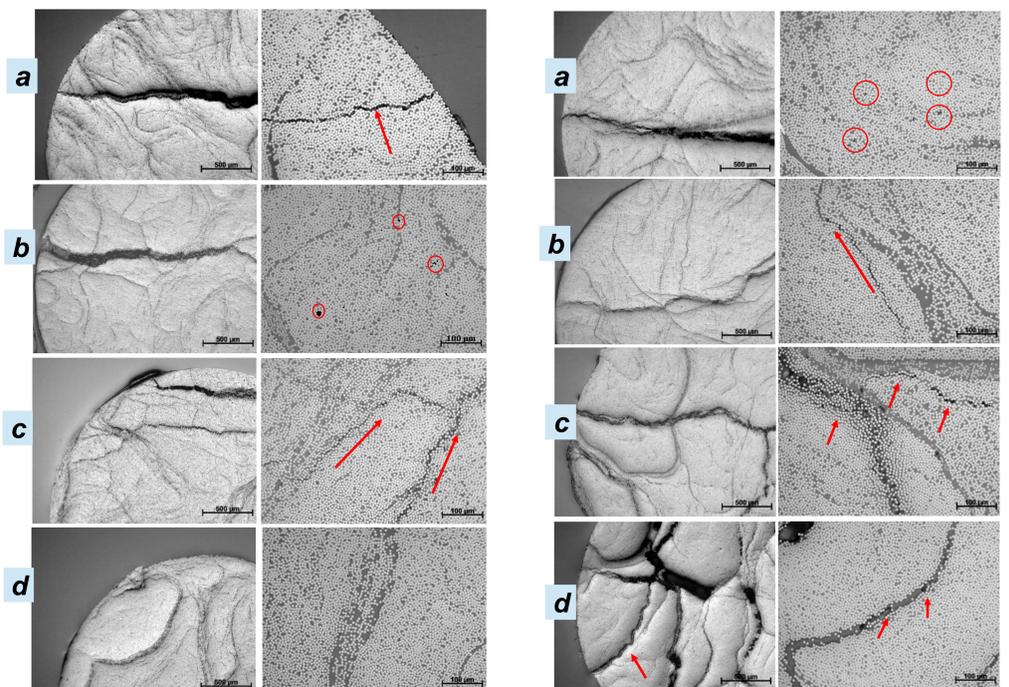


Figura 6. Micrografias das hastes com matriz epóxi (CE30): (a) não-envelhecido, (b) água destilada 3000 h, (c) água salina 3000 h, (d) radiação UV 3000 h.

Figura 7. Micrografias das hastes com matriz éster-vinílica (CV30): (a) não-envelhecido, (b) água destilada 3000 h, (c) água salina 3000 h, (d) radiação UV 3000 h.

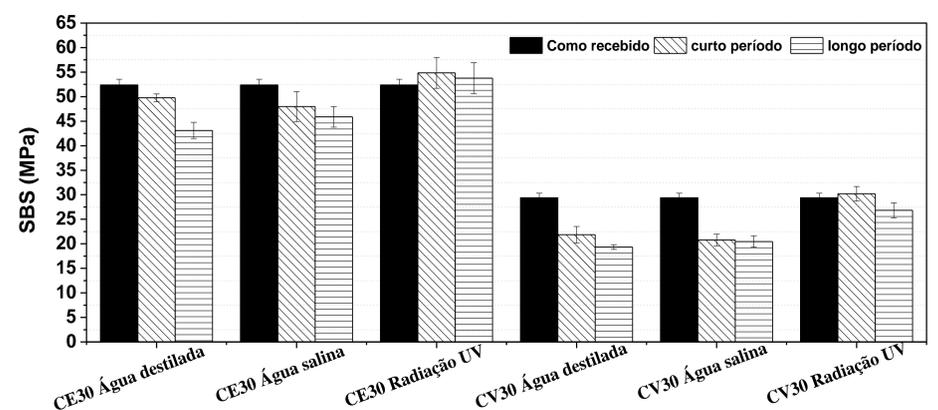


Figura 8. SBS das hastes antes e após o envelhecimento.

## 4. CONCLUSÃO

Em relação à absorção de água das hastes de CFRP pultrudadas, as hastes de CV30 apresentaram maior resistência à absorção de água do que as hastes de CE30, pois a matriz de resina éster-vinílica apresenta uma menor afinidade com água do que a epóxi.

As micrografias evidenciaram os danos gerados pelas diferentes condições de envelhecimento e o maior dano foi encontrado nas hastes CV30. Neste estudo, nenhuma tendência clara foi notada entre a absorção de água e o ensaio short beam.

As hastes CE30 absorveram mais água destilada, mas mesmo assim mostraram maior resistência no ensaio short beam. Ao mesmo tempo, também mostraram alta resistência ao envelhecimento radiação UV e maior resistência à cisalhamento, indicando melhor adesão interfacial fibra / matriz. Assim, a haste de CE30 (com resina epóxi) mostrou características mais apropriadas para aplicações águas profundas.