

AVALIAÇÃO DA DISPERSÃO DE HIDRÓXIDOS DUPLO LAMELARES EM RESINA EPÓXI

Adilson William Xavier Jargenboski, adilson.j@grad.ufsc.br¹

Gabriel Benedet Dutra, gabriel.d@ufsc.br¹

¹Universidade Federal de Santa Catarina – Campus Joinville, Rua Dr. João Colin, 2700. Bairro América. Joinville – SC – Brasil. 89204-901

Resumo: Materiais compósitos vem sendo cada vez mais utilizados nas mais variadas áreas da engenharia. Dessa forma, o desenvolvimento de materiais com diferentes propriedades e que possam ter resistências para as mais variadas aplicações precisam ser pensados. Neste trabalho serão observadas as influências da adição de hidróxidos duplo lamelares em resina epóxi, com relação à flamabilidade e tração. Com o objetivo de avaliar a melhora das propriedades da resina epóxi, reduzindo a taxa de propagação de chamas e aumentando a tensão máxima de ruptura, foram confeccionados grupos de amostras com material disperso e um grupo de referência. Após a confecção de todas as amostras, as mesmas foram submetidas aos testes de tração e flamabilidade. Também foi realizado a fractografia das mesmas. Com os resultados obtidos, foram construídos gráficos que serviram para comparar os diferentes materiais, e identificar possíveis mudanças nas propriedades, resultado da adição do material particulado.

Palavras-chave: Hidróxidos Duplos Lamelares (HDL), Compósito, Propriedades Mecânicas, Nanocompósito, Propagação de chamas

1. INTRODUÇÃO

Os compósitos mais conhecidos e utilizados são os formados basicamente por resina, como matriz polimérica e fibra de vidro, como reforço estrutural. Os compósitos vêm sendo cada vez mais utilizados devido a sua vasta empregabilidade e suas excelentes propriedades. Quando se compara os materiais compósitos com o aço, por exemplo, esses são mais resistentes a intempéries e corrosão (Nasseh, 2011).

Uma das formas de caracterizar os materiais compósitos formados por fibras, é através da regra das misturas Eq. (1) e Eq. (2). A partir da regra das misturas, é possível notar que a matriz por ter módulo de elasticidade muito menor que o reforço da fibra, por exemplo, é também a parcela com a menor contribuição no módulo de elasticidade total do laminado. O mesmo efeito ocorre para a tensão máxima de ruptura, como pode ser observado na Eq. (2). (Askeland; Phulé, 2008).

$$E_c = V_m \cdot E_m + V_f \cdot E_f \quad (1)$$

Onde:

E_c = módulo de elasticidade do compósito

V_m = fração volumétrica da matriz

E_m = módulo de elasticidade da matriz

V_f = fração volumétrica de reforço

E_f = módulo de elasticidade do reforço.

$$\sigma_c = \sigma_m \cdot V_m + \sigma_f \cdot V_f \quad (2)$$

Onde:

σ_c = tensão de escoamento do compósito

σ_m = tensão de escoamento da matriz

V_m = fração volumétrica de matriz

σ_f = tensão de escoamento do reforço

V_f = fração volumétrica de reforço

Estudos utilizando materiais particulados dispersos em matriz polimérica, apontam para melhorias das propriedades da mesma. Silva (2010), por exemplo, relata um aumento no módulo de elasticidade do poliestireno de até 25%, ao dispersar 3%, em peso, de Hidróxidos Duplo Lamelares (HDL). Botan (2014), relata que para o poliestireno, foi observado um aumento de até 38%, na resistência à flexão, ao dispersar 2% de HDL. Já Suave (2008), menciona sobre um aumento de 22% na resistência à tração da resina epóxi, ao adicionar 0,25% em peso, de Nanotubos de Carbono (NTC).

Ao comparar os HDL's com outros materiais nanoestruturados, utilizados como agentes de reforço da matriz, como os NTC's, a principal observação é com relação aos custos. Os NTC's são muito mais caros do que os HDL's, além

disso, os NTC's têm sua produção dominada por poucas companhias, enquanto que os HDL's podem ser facilmente sintetizados em laboratório (Wypych; Satyanarayana, 2005).

Os HDL's são basicamente materiais dispostos em lamelas compostos por dois cátions, um divalente e um trivalente e uma espécie aniônica disposta no domínio interlamelar. São dois hidróxidos metálicos que formam compostos com uma estrutura octaédrica (Wypych; Satyanarayana, 2005).

Ao utilizar os HDL's, além de uma melhora das propriedades mecânicas, alguns autores comentam também sobre uma melhora nas propriedades térmicas. Nshuti et. Al. (2009), comentam em seu trabalho que os nanocompósitos formados com HDL's e matrizes poliméricas, são mais estáveis termicamente do que aqueles que não tiveram a adição do material particulado, ao serem submetidos à uma análise termogravimétrica. A estabilidade térmica citada pelos autores é referente as temperaturas de perda de 10 e 50% em massa, que serviram de comparação.

Polímeros com propriedades térmicas melhores são úteis em casos onde os materiais possam ser expostos a altas temperaturas ou onde haja a possibilidade de incêndios, que algumas vezes pode trazer riscos a vida humana. Um caso onde o risco de incêndio pode oferecer uma ameaça a vida humana, é com relação à embarcações construídas em plástico reforçado com fibra de vidro (PRFV). Caso haja incêndio em uma embarcação deste tipo, a matriz do compósito será totalmente consumida pelas chamas, restando apenas o reforço, que sozinho não tem função estrutural nenhuma (Greene, 1999).

Com o objetivo de melhorar as propriedades mecânicas e térmicas da resina epóxi, este trabalho teve como proposta dispersar HDL's em resina epóxi variando a quantidade de material disperso em 0,2, 0,5 e 0,8%. Após a dispersão foram realizados ensaios para verificar se houve um aumento das propriedades. Além dos ensaios, também foram realizadas fractografias das amostras para identificar possíveis defeitos.

2. MATERIAIS E MÉTODOS

2.1. Confeccção dos corpos de prova

O processo de obtenção de nanocompósitos é mais complexo do que a obtenção de compósitos simples. Para o processo de fabricação de nanocompósitos é necessário utilizar uma metodologia específica, para que seja realizada uma boa dispersão do material particulado na matriz. Suave (2008) apresentou a metodologia utilizada neste trabalho, que foi modificada em alguns aspectos para se adequar as instalações utilizadas.

Antes da apresentação da metodologia, é interessante apresentar os materiais utilizados, para que seja mais fácil entender o procedimento de obtenção do nanocompósito. Os materiais utilizados são: Resina epóxi AR 260 da marca Barracuda, Acetona da marca Química Fina, Endurecedor AH – 150 da marca Barracuda e Hidróxidos Duplo Lamelares de Zinco e Cromo, sintetizados por Botan (2014) e cedidos pela Universidade Estadual de Campinas.

Os equipamentos utilizados no processo foram: Sonificador da marca Unique modelo USC – 2500, Agitador magnético com temperatura da marca Chang Bioscience modelo HJ-4, e uma balança de resolução de 10^{-4} gramas da marca Bioscale modelo FA2204.

O procedimento de obtenção do nanocompósito pode ser dividido em dez etapas, assim como descrito a seguir.

Etapa 1: Consiste em misturar, manualmente, a porcentagem mássica de HDL, proporcional a massa final do compósito desejado, em 20% de acetona, com relação à massa de resina utilizada.

Etapa 2: Leva-se a mistura da etapa 1 para um sonificador, deixando a mistura para sonificação por 25 minutos.

Etapa 3: Adiciona-se resina epóxi à mistura das etapas anteriores. A proporção de resina adicionada deve respeitar a Eq. (3). Sendo as frações de resina e endurecedor, as sugeridas pelo fabricante.

$$M_{\text{resina}} = (M_{\text{fcompósito}} - (M_{\text{fcompósito}} * \% \text{ de HDL desejada})) * 79\% \quad (3)$$

Onde:

M_{resina} = Massa de resina

$M_{\text{fcompósito}}$ = Massa final do compósito

Etapa 4: Submeter a nova mistura à 25 minutos de agitação magnética.

Etapa 5: Sonificação da mistura por 25 minutos.

Etapa 6: Agitação magnética da mistura, com temperatura de 60°C, durante 90 minutos. Esta etapa é responsável por vaporizar o solvente da solução.

Etapa 7: Adição do endurecedor à mistura, seguindo a Eq. (4).

$$M_{\text{endurecedor}} = (M_{\text{fcompósito}} - (M_{\text{fcompósito}} * \% \text{ de HDL desejada})) * 21\% \quad (4)$$

Onde:

$M_{\text{endurecedor}}$ = Massa de endurecedor

$M_{fcompósito}$ = Massa final do compósito

Etapa 8: Agitação manual da nova mistura, visando a homogeneização da mesma.

Etapa 9: Vazamento da mistura em um molde de silicone, com o formato de corpos de prova para ensaios de tração, que seguiu a norma ASTM D638-14, com relação as dimensões dos corpos de prova.

Etapa 10: Cura do material, em temperatura e atmosfera ambiente, por cerca de 80 horas.

As etapas descritas anteriormente, foram repetidas para 0,2, 0,5 e 0,8% de porcentagem mássica de HDL. Também foi confeccionado um grupo de amostras sem adição de HDL, para controle das propriedades observadas.

2.2. Ensaio mecânico de tração

A caracterização das amostras foi feita com base na norma ASTM D638-14. Os ensaios foram realizados utilizando um equipamento universal de ensaio de tração da marca EMIC, modelo DL 10000, com uma velocidade de 15 mm/min utilizando uma célula de carga de 10 toneladas.

2.3. Ensaio de flamabilidade

Os ensaios de flamabilidade foram realizados segundo a norma ASTM D635, porém, com algumas modificações.

Segundo a norma ASTM D635, os ensaios devem ser realizados colocando-se a amostra em contato direto com a chama de um gás por 30 segundos, com a utilização de um bico de Bunsen. Antes de colocar a amostra em contato com a chama, deve-se mensurar seu tamanho, assim como depois da queima da amostra, dessa forma é possível contabilizar qual a taxa de queima do material.

Caso a chama da amostra não se extinga sozinha, após os 30 segundos, é necessário mensurar o tempo com que a amostra ficou em chamas. Dessa forma é possível calcular a relação do volume de material queimado pelo tempo. A amostra, que inicialmente deve ter 125mm de comprimento, 13mm de largura e 3mm de espessura, deverá ser queimada até atingir um tamanho mínimo de 25mm. Para este trabalho, o tamanho inicial das amostras foi reduzido para 36mm. No caso da não extinção da chama, a amostra deveria queimar até os 15mm. Essa modificação foi necessária devido à escassez de material para os ensaios. As demais medidas foram mantidas as mesmas.

Segundo a norma ASTM D635, a chama deve ficar com um ângulo de 45° com a amostra. Caso isso não seja possível, a amostra deverá ficar inclinada em 45° e em contato com a chama, cujo foi o procedimento utilizado neste trabalho e pode ser observado na Fig. 1.



Figura 1. Teste de flamabilidade.

2.4. Análise de fractografia

Para a realização da fractografia das amostras, foi utilizado uma câmera fotográfica da marca Sony, modelo hdr PJ10. A fractografia tem como objetivo, neste trabalho, capturar imagens das amostras na região da fratura, causada pelo ensaio de tração. As imagens foram obtidas com uma distância média de 40 cm entre a câmera e as amostras. Também foi utilizado zoom para melhor detalhamento da fratura. Todas as imagens obtidas não sofreram nenhum tratamento posterior, com o intuito de obter uma visão melhor dos defeitos.

3. RESULTADOS E DISCUSSÕES

Nesta seção serão apresentados os resultados obtidos através dos ensaios e análises realizadas.

3.1. Ensaio mecânico de tração

O ensaio de tração foi realizado com o objetivo de avaliar a influência da adição dos HDL's na resina epóxi. Desta forma, foram observadas as tensões máximas do material, para a caracterização. O resultado esperado é um aumento na tensão de ruptura, conforme se aumenta a porcentagem de material particulado na matriz (Camargo et. Al., 2009).

A Fig. 2 apresenta um gráfico com os resultados obtidos para os ensaios de tração realizados nas amostras de resina pura e nos nanocompósitos.

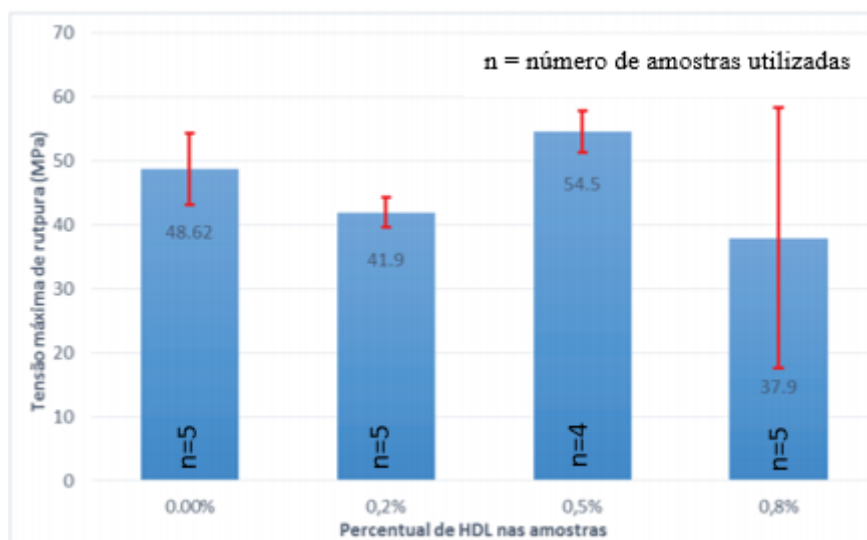


Figura 2. Resultado do ensaio de tração, apresentando a tensão máxima de ruptura, para a resina epóxi pura e nanocompósitos.

A partir da Fig. 2 pode-se verificar que o compósito formado com 0,8% em massa de HDL, obteve o menor valor de tensão de ruptura, 37,90 MPa, e também os maiores valores de erro, $\pm 20,39$ MPa, para um índice de confiança de 95%, o que evidencia algum problema com as amostras, devido a grande variação dos valores em torno da média. Os resultados obtidos também mostram que as amostras com 0,2% obtiveram uma dispersão ineficiente, pois houve uma redução do valor da tensão máxima de ruptura, quando comparado com as amostras sem reforço. O valor para a tensão de ruptura das amostras com 0,2% de HDL foi de 41,90 MPa, com um erro de $\pm 2,34$ MPa. Song e Youn (2005) observaram que ao adicionar reforços nanométricos em matriz epóxi obtém-se um aumento da tensão máxima de ruptura, desde que estes sejam bem dispersos. Dispersões mal realizadas reduzem as propriedades da matriz polimérica. Logo, o resultado obtido para as amostras com 0,2% de HDL, apontam para uma dispersão má realizada.

O mecanismo de aumento das propriedades mecânicas de um nanocompósito é obtido de maneira com que o material particulado evite a movimentação das cadeias poliméricas. Dessa forma, espera-se que ao adicionar mais material particulado as propriedades mecânicas do compósito melhorem, até que o limite de solubilidade do polímero seja atingido. Caso o limite de solubilidade do polímero seja ultrapassado, ou haja aglomeração do material particulado, isso pode fazer com que haja uma redução nas tensões de ruptura do material (Camargo et. Al., 2009).

O grupo de amostras com 0,5% de HDL obtiveram os melhores resultados, 54,50 MPa, com um erro de $\pm 5,58$ MPa, mostrando que a dispersão foi melhor realizada. Apesar de o aumento ser de apenas 11%, com relação as amostras de referência. Suave (2008), relatou um aumento de 22% na tensão de ruptura, ao adicionar 0,25% de NTC em matriz epóxi. Silva (2010), obteve um aumento de 38% na resistência à tração ao adicionar 2% em massa de HDL em uma matriz de poliestireno, dimensões próprias para o poliestireno. O que ocasionou o aumento singular, para as amostras com 0,5% de HDL, pode ter sido a forma como os HDL's foram dispersos na matriz. Por se tratar de um material lamelar não houve a delaminação do HDL o que formou um microcompósito ao invés de um nanocompósito, dessa forma as propriedades do material final, ficaram prejudicadas. Outro motivo pode ter sido a adesão incompleta entre a matriz e o reforço, assim como cita Song e Youn (2005).

3.1.1 Análise de fractografia

A análise da fractografia das amostras teve como objetivo identificar pontos de propagação de trincas nas amostras, e que dessa forma, possam ter reduzido o valor médio da tensão de ruptura das amostras.

A Fig. 3 apresenta as fractografias realizadas no grupo de referência, com a identificação de bolhas, inclusão de material do molde ou defeitos gerados pelo molde, devido o mesmo ser de silicone.

As imagens com circunferências vermelhas indicam defeitos encontrados nas amostras. Após a fractografia de todos os grupos serem apresentadas, será feito um comparativo entre os resultados médios da tensão de ruptura, utilizando todas as amostras e utilizando somente as amostras que não apresentaram defeitos.

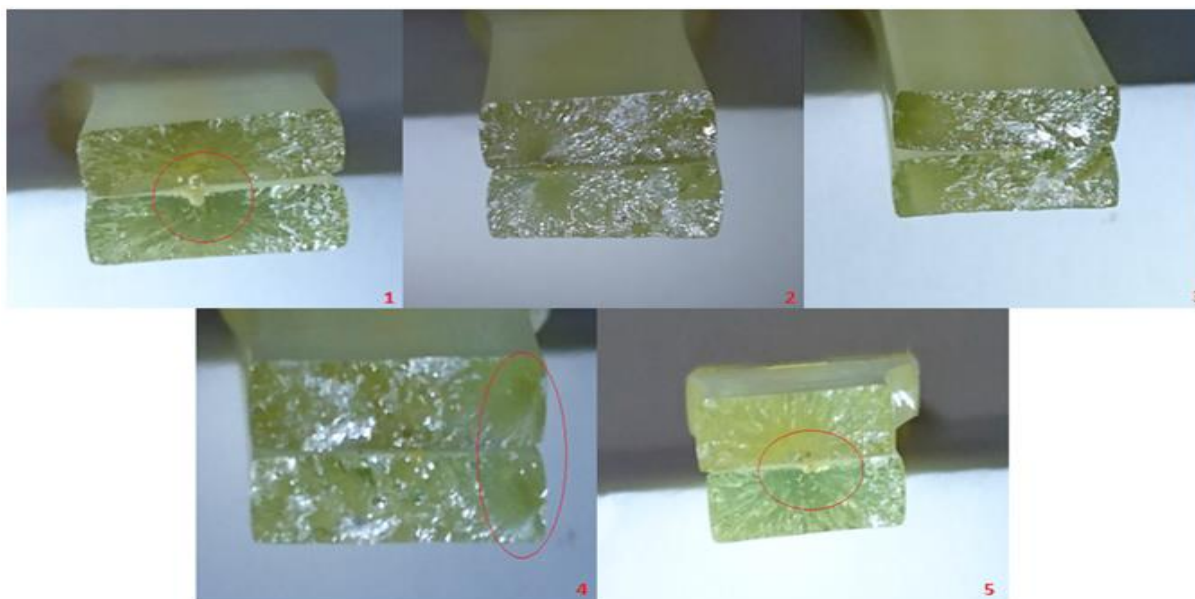


Figura 3. Fractografia das amostras de referência (0,0% de HDL).

A Fig. 4, Fig. 5 e Fig. 6 apresentam, respectivamente, as fractografias das amostras com 0,2%, 0,5% e 0,8% de HDL. Os defeitos encontrados também serão sinalizados com circunferências vermelhas.

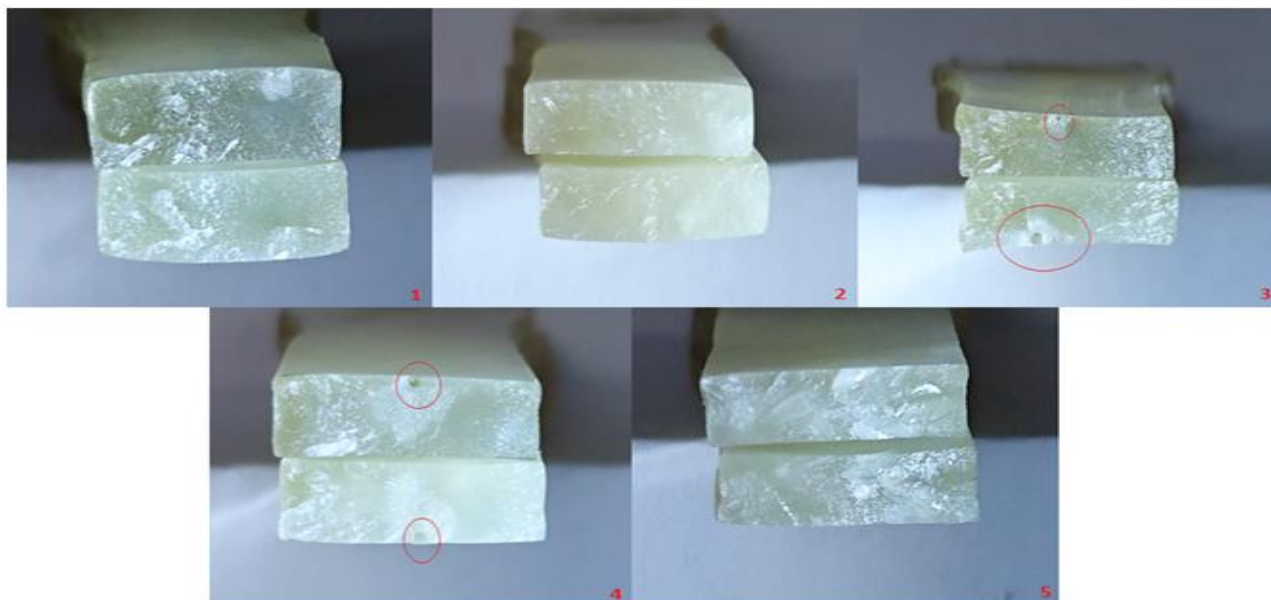


Figura 4. Fractografia das amostras com 0,2% de HDL dispersos.

Para o grupo de amostras sem adição de HDL, ou grupo de referência, as amostras 1 e 5 apresentaram bolhas, enquanto que a amostra 4 apresentou um defeito causado pelo molde.

O grupo com 0,2% de HDL, as amostras 3 e 4 apresentaram bolhas. Já para o grupo com 0,5% de HDL o mesmo aconteceu para a amostra 2. Ainda tratando do grupo com 0,5% de HDL, a amostra 4 apresentou um defeito causado pelo molde.

O grupo de amostras mais prejudicado pelas características do molde foi o que teve 0,8% de HDL disperso. Neste grupo houve um defeito causado pelo molde na amostra 2, a inclusão do material do molde na amostra 3 e bolhas nas amostras 1 e 5.

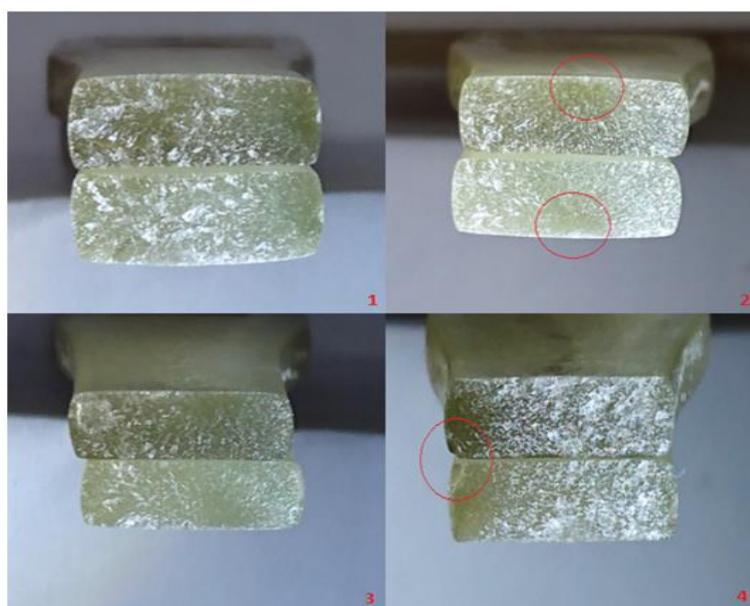


Figura 5. Fractografia das amostras com 0,5% de HDL dispersos.

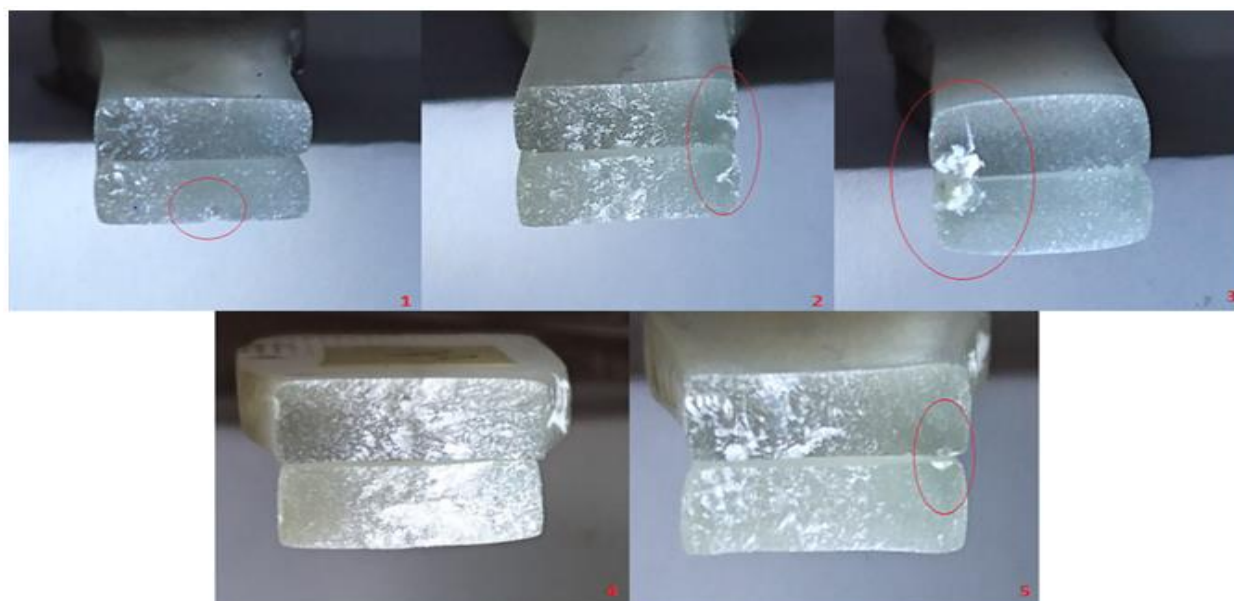


Figura 6. Fractografia das amostras com 0,8% de HDL dispersos.

A Fig. 7 apresenta um gráfico comparativo dos resultados. Em laranja estão os valores médios das amostras que não apresentam bolhas nem defeitos, enquanto que as barras em azul apresentam os valores médios quando utilizados os resultados de todas as amostras, sem descartar nenhuma. Pode-se observar, a partir da Fig. 7, que todos os resultados médios dos ensaios de tração tiveram melhoras, ao descartar as amostras que apresentaram defeitos.

O valor médio da tensão máxima de ruptura, do grupo de amostras de referência, passou de 48,62 MPa, com um erro de $\pm 2,43$ MPa, para 52,5 MPa, com um erro de $\pm 5,57$ MPa. Para o grupo de amostras com 0,2% de HDL disperso, o valor médio da tensão de ruptura passou para 42,93 MPa, com um erro padrão de $\pm 2,34$ MPa. O grupo de amostras com 0,5% de material particulado apresentou a nova média, da tensão máxima de ruptura, como sendo 59 MPa, com um erro padrão de $\pm 9,73$ MPa. O grupo com 0,8% de HDL teve apenas uma amostra sem defeitos, e seu valor máximo da tensão de ruptura foi de 54,7 MPa. Tratando-se apenas de uma amostra, não é matematicamente possível calcular o erro padrão do grupo.

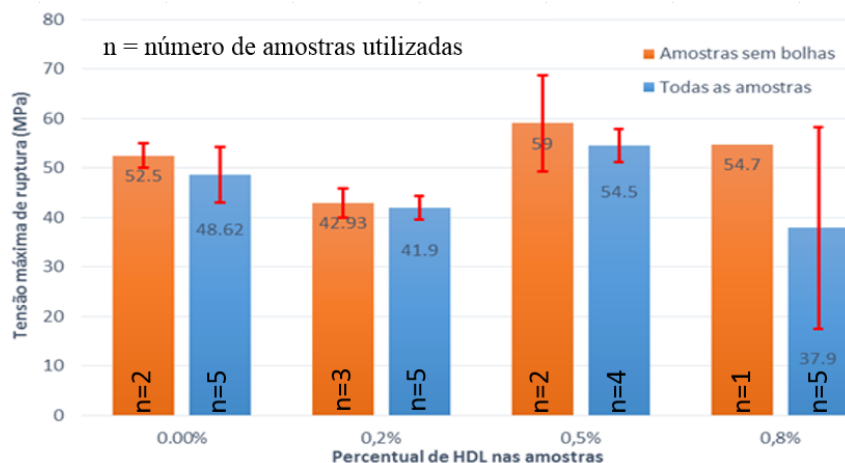


Figura 7. Comparação dos resultados do ensaio de tração, apresentando a tensão máxima de ruptura, para a resina epóxi pura e nanocompósitos.

3.2. Análise de flamabilidade

Os HDL's podem ser utilizados como retardantes de chamas, assim como afirma Botan (2014). Desta forma foi realizado o ensaio de flamabilidade em todos os grupos de amostras, com o objetivo de analisar o comportamento do material como retardante de chamas.

Na Fig. 8 é apresentado um gráfico com os resultados do ensaio de flamabilidade, para todos os grupos de amostras, com um intervalo de 95% de confiança. Os resultados foram padronizados por volume queimado da amostra / tempo (mm^3/s).

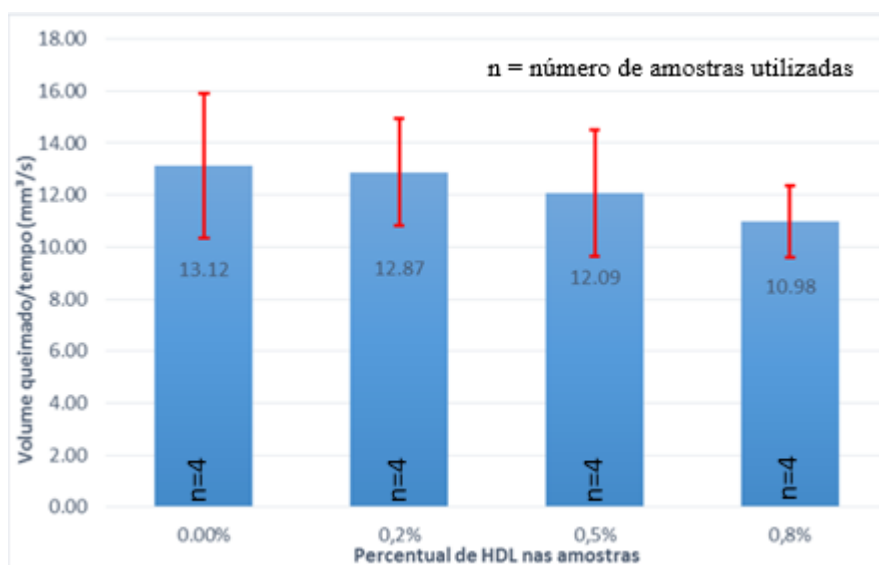


Figura 8. Resultado dos ensaios de flamabilidade, apresentando volume queimado/tempo (mm^3/s).

Apesar de a melhora como retardante de chamas ter sido modesta, observa-se que o grupo de amostras com 0,8% de HDL disperso, obteve os melhores resultados quando comparado com os demais grupos de amostras. Em seguida observa-se que a redução da porcentagem de HDL nas amostras tornou as mesmas menos eficientes, no quesito propagação de chamas.

O melhor comportamento do grupo com 0,8% de HDL, com relação aos demais grupos de amostras, pode ser explicado por dois diferentes fatores. O primeiro deles é com relação aos mecanismos de movimentação das cadeias poliméricas. O material particulado evita o movimento das cadeias poliméricas, isso faz com que o polímero necessite ser aquecido por um período maior, para que propague uma mesma quantidade de chamas, assim como comenta Camargo (2009). O segundo fator, é relacionado a estabilidade térmica dos HDL's. Segundo Botan (2014), os HDL's podem resistir até uma temperatura de 600°C , ou até que sua estrutura entre em colapso. Sendo assim, a estabilidade térmica dos HDL's auxilia na estabilidade térmica do polímero. A estabilidade térmica dos polímeros é um dos mais

relevantes fatores no processo de decomposição, o que influencia no tempo com que o polímero irá se degradar. Dessa forma, a dispersão de uma maior quantidade de material particulado, fará com que a estabilidade térmica do polímero melhore (Rabello, 2007).

4. CONCLUSÕES

A dispersão de HDL em resina epóxi foi benéfica, quando se trata da propagação de chamas na resina. A taxa de queima observada indica uma redução da flamabilidade do polímero, quando se compara a média dos resultados. A melhora desta propriedade indica que, o grau de dispersão dos HDL's na matriz não é um fator muito relevante, o que não ocorre nas propriedades mecânicas dos nanocompósitos.

Para as propriedades mecânicas, pode-se observar que o grau de dispersão dos HDL's na matriz é um dos fatores determinantes, quando se espera uma melhora das mesmas, o que pode ser observado ao fazer a análise estatística das amostras que não demonstraram defeitos aparentes.

Os defeitos encontrados em algumas amostras tornaram a análise da influência da dispersão dos HDL's prejudicados, o que impossibilitou a completa certeza de que os mesmos são benéficos no aumento das propriedades mecânicas da resina epóxi.

Apesar da fractografia realizada e dos resultados dos testes de tração, não é possível ter certeza sobre o grau de dispersão dos HDL's, pois a mesma teve o objetivo de visualizar somente defeitos que as amostras apresentavam. Para investigar a dispersão dos HDL's na resina epóxi, deveria ser realizada uma análise de microscopia eletrônica de varredura, o que não ocorreu por falta de recursos.

A inclusão de bolhas nas amostras, juntamente com os defeitos oriundos do molde, foram fatores que não foram levados em conta no planejamento dos experimentos. Para que os defeitos oriundos do molde fossem evitados, deveria ser feito um molde com outro tipo de material, diferente do silicone, que não se desgasta com uso. As bolhas que foram encontradas em algumas amostras poderiam ter sido evitadas se fosse utilizado um mecanismo de vácuo no período de cura das mesmas.

Sendo assim, não existe a possibilidade de afirmar com certeza, que os HDL's foram relevantes na melhora das propriedades mecânicas dos nanocompósitos obtidos. O que não ocorreu para os efeitos de evitar a propagação de chamas em resina epóxi.

5. REFERÊNCIAS

- AMERICAN SOCIETY FOR TESTING MATERIALS. D635: Standard Test Method for Rate of Burning and/or Extent and Time of Burning of Plastics in a Horizontal Position. West Conshohocken: Astm, 2014
- AMERICAN SOCIETY FOR TESTING MATERIALS. D638M-93: Standard Test Method for Tensile Properties of Plastics (Metric). West Conshohocken: Astm, 1993. Communication, University of Michigan, Ann Harbor.
- ASKELAND, Donald R.; PHULÉ, Pradeep P.. Polímeros. In: ASKELAND, Donald R.; PHULÉ, Pradeep P. Ciência e Engenharia dos Materiais. São Paulo: Cengage Learning, 2008. p. 478-515.
- BOTAN, Rodrigo. Síntese e Caracterização de Nanocompósitos de Poli(estireno) com Materiais Lamelares – Hidróxido Duplo Lamelar e Hidroxissal Lamelar – Via Polimerização In Situ. 2014. 212 f. Tese (Doutorado) - Curso de Doutorado em Engenharia Química, Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2014.
- CAMARGO, Pedro Henrique Cury; SATYANARAYANA, Kestur Gundappa; WYPYCH, Fernando. Nanocomposites: Synthesis, Structure, Properties and New Application Opportunities. Materials Research. São Carlos, p. 1-39. mar. 2009.
- GREENE, Eric. Marine Composites. 2. ed. Anapolis: Eric Greene Associates, Inc., 1999. p. 223-258.
- MANZI-NSHUTI, Charles et al. Polymer Nanocomposites Using Zinc Aluminum and Magnesium Aluminum Oleate Layered Double Hydroxides: Effects of LDH Divalent Metals on Dispersion, Thermal, Mechanical and Fire Performance in Various Polymers. Polymer. New York, p. 3564-63574. jun. 2009.
- NASSEH, Jorge. Manual de Construção de Barcos. 4. ed. Rio de Janeiro: Barracuda, 2011. p. 93-119.
- RABELLO, Marcelo. Aditivação de Polímeros. 2. ed. São Paulo: Arliber Editora Ltda., 2007. Cap. 6.
- SILVA, Susana. Estudo das Propriedades Mecânicas e de Reação ao Fogo de Nanocompósitos Poliméricos. 2010. 67 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Mestrado em Engenharia Química, Universidade do Porto, Porto, 2010.
- SONG, Young Seok; YOUN, Jae Ryoun. Influence of Dispersion States of Carbon Nanotubes on Physical Properties of Epoxy Nanocomposites. Carbon. Amsterdam, p. 1378-1385. fev. 2005.
- SUAVE, Jaqueline. Compósitos de Epóxi com Nanotubos de Carbono de Parede Simples Carboxilados: Influência da Adição de Solventes e das Condições de Sonificação do Processamento e nas Propriedades. 2008. 123 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Mestrado em Ciência e Engenharia de Materiais, Universidade do Estado de Santa Catarina, Joinville, 2008.
- WYPYCH, Fernando; SATYANARAYANA, Kestur Gundappa. Functionalization of Single Layers and Nanofibers: a New Strategy to Produce Polymer Nanocomposites with Optimized Properties. Journal Of Colloid And Interface Science. New York, fev. 2005. p. 532-543.

EVALUATION OF THE DISPERSION OF LAYERED DOUBLE HYDROXIDES IN EPOXY RESIN

Adilson William Xavier Jargenboski, adilson.j@grad.ufsc.br¹

Gabriel Benedet Dutra, gabriel.d@ufsc.br¹

¹Universidade Federal de Santa Catarina – Campus Joinville, Rua Dr. João Colin, 2700. Bairro América. Joinville – SC – Brasil. 89204-901

Abstract: *Composites have been used, more and more, in different areas of engineering. Therefore, the development of materials with distinct properties and behaviors for varied applications has to be done. In this paper, the dispersion of layered double hydroxides (LDH) will be evaluate in order to improve the epoxy properties with respect to flammability and strength. The new material was tested to verify if these properties were increased, for that, samples were made with LDH varying the percentual of weight of the LDH (0.2, 0.5 and 0.8%). In addition, to control the information, was made a group without LDH. The samples with LDH were made using a specific methodology, which will be describe in this paper. This methodology was necessary due the difficult processing of nanocomposites. All samples were tested with for flammability and strength. With the test results, graphics were made to compare the differences between the materials. In addition, a fractography analysis was performed to identify any possible problem that occurred at the fracture surface.*

Keywords: *Layered Double Hydroxides (LDH), Composites, Mechanical Properties, Nanocomposites, Flame Spread*