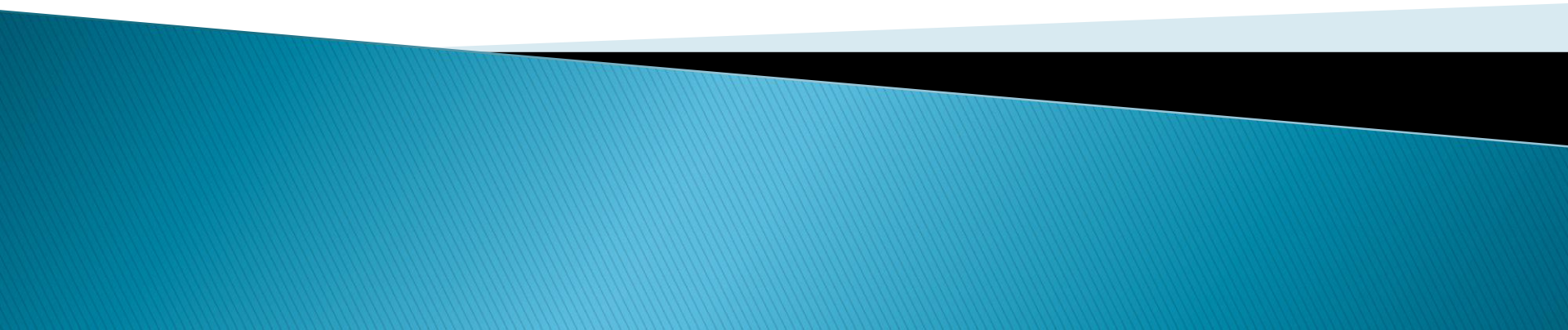


UNIVERSIDADE POSITIVO
PÓS GRADUAÇÃO EM MATERIAIS COMPÓSITOS POLIMÉRICOS

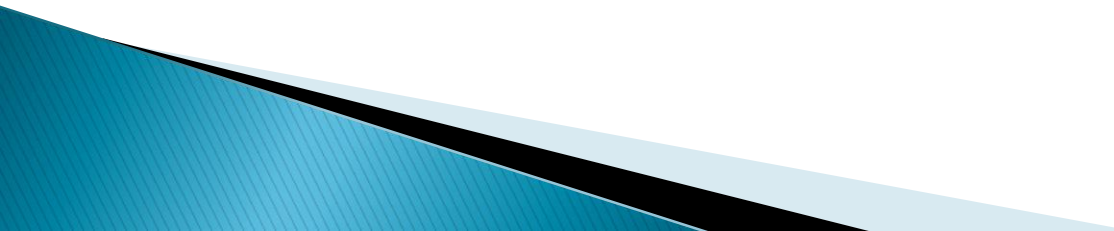
**PREPARAÇÃO DA COMPOSIÇÃO ARGILA/ RESINA
DE POLIÉSTER VISANDO APLICAÇÃO NO
PROCESSO DE INFUSÃO**

ÍCARO VINÍCIUS PAULICHEI
JULIANA CORREA ARENT



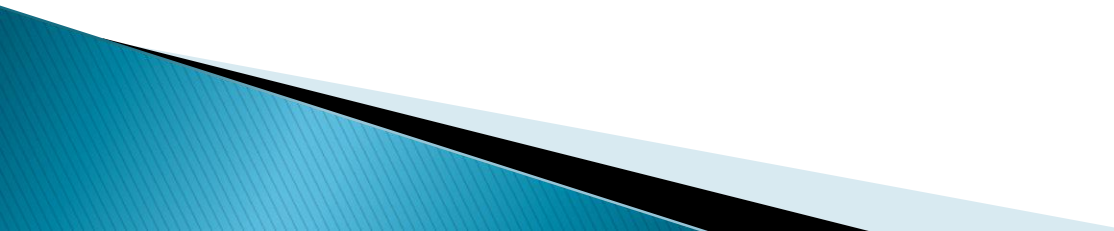
OBJETIVOS



- ▶ Redução da temperatura de pico da resina poliéster com a utilização de argila na composição final;
 - ▶ Aplicação no processo de infusão;
 - ▶ Realizar ensaios físico-químicos nas composições;
 - ▶ A demanda pela utilização de materiais compósitos ;
 - ▶ Novas propriedades e melhorias de processos;
 - ▶ Métodos de fabricações disponíveis atualmente;
 - ▶ A nanotecnologias como grande potencial;
 - ▶ A área de compósitos necessitada de uma evolução constante.
- 

MATERIAIS COMPÓSITOS



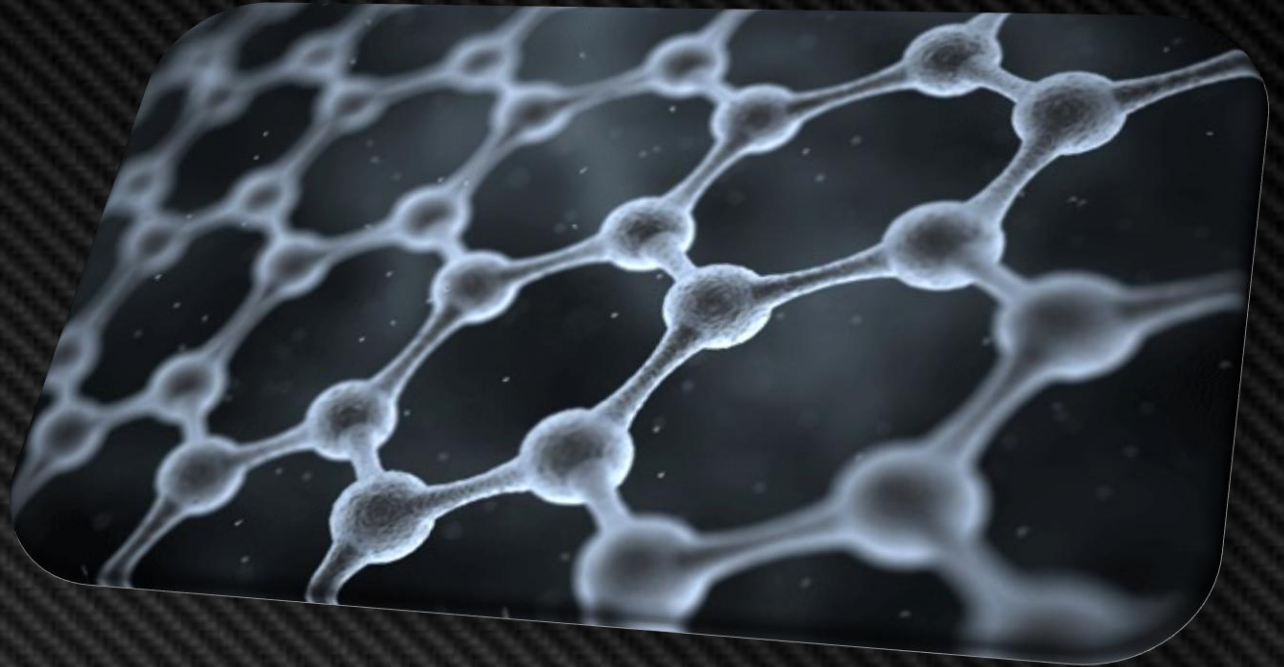
- ▶ O uso de material compósito vem desde os tempos remotos;
 - ▶ Utiliza-se materiais compósitos reforçados com fibra para se obter alta resistência, tenacidade e rigidez em relação ao seu peso e flexibilidade de design;
 - ▶ Os materiais compósitos surgiram para atender estas características as quais muitas vezes não podem alcançadas por metais, cerâmicas e materiais poliméricos convencionais;
 - ▶ O material compósito é considerado um material multifásico;
 - ▶ Identificação do material compósito;
 - ▶ Matrizes e reforços.
- 

RESINAS



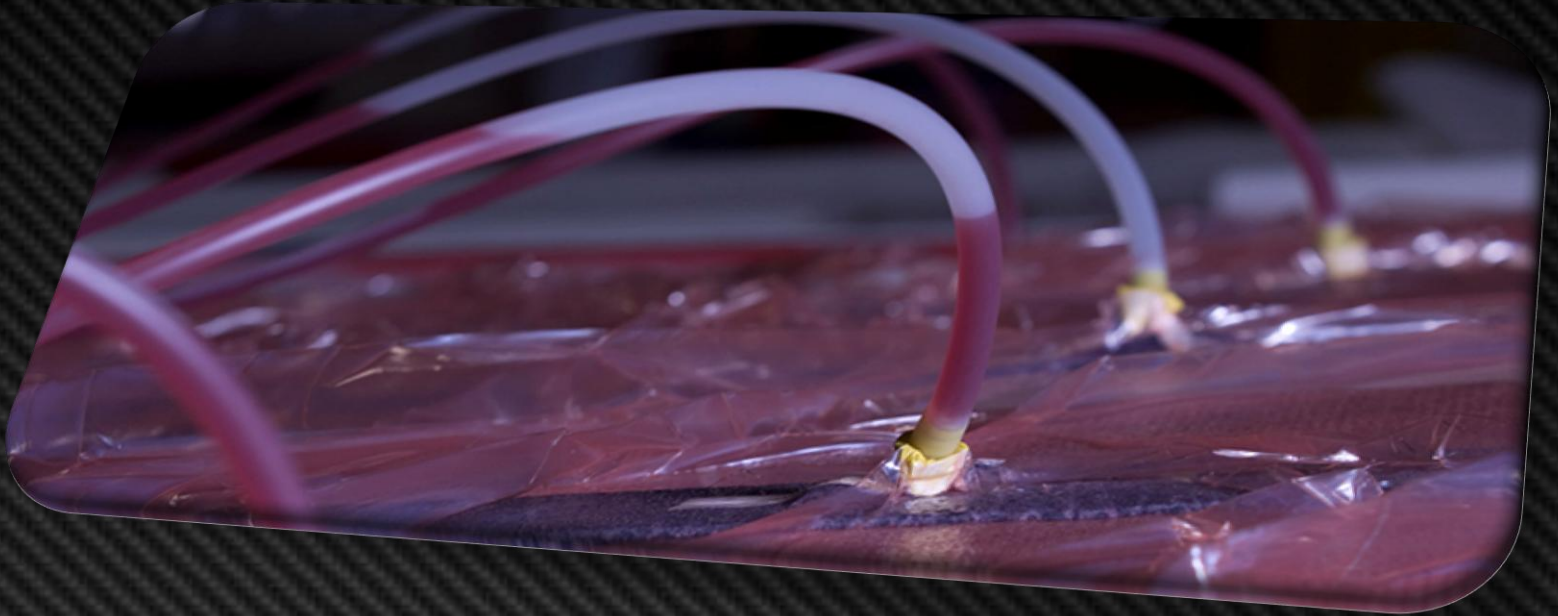
- ▶ Obtenção da resina poliéster insaturada;
- ▶ É possível utilizar a resina poliéster insaturada com ou sem reforço para diversas aplicações;
- ▶ Tipos de resinas:
 - Poliésteres Ortoftálicas e Isoftálicas;
 - Epoxys;
 - Fenólicas;
 - Poliuretânicas;
 - Éster-vinílicas
- ▶ O *shelf life* ou vida útil de uma resina,
- ▶ Os iniciadores, aceleradores e inibidores de reação.

NANOPARTÍCULAS

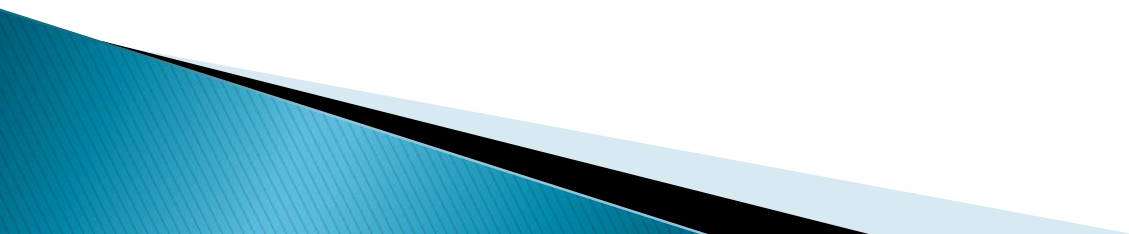


- ▶ A utilização do termo nanotecnologia;
- ▶ Materiais poliméricos de alto rendimento por meio da nanotecnologia;
- ▶ Comparativo entre nanocompósitos e compósitos:
 - Os teores de carga são aproximadamente de 1 a 5% em nanocompósitos, podendo apresentar propriedades semelhantes à de compósitos tradicionais que chegam a receber 20 a 40% de carga.
- ▶ Baixos níveis de utilização de cargas;
 - Ganhos de processabilidade,
 - Baixo desgaste de equipamentos;
 - Menor consumo de energia.

PROCESSO DE INFUSÃO



- ▶ Possibilidade de fabricação de peças de grandes dimensões;
- ▶ Propriedades mecânicas específicas em determinados pontos da peça;
- ▶ Os moldes e contra moldes;
- ▶ O tempo de ciclo;
- ▶ Comparado os processos de projeção ou laminação manual;

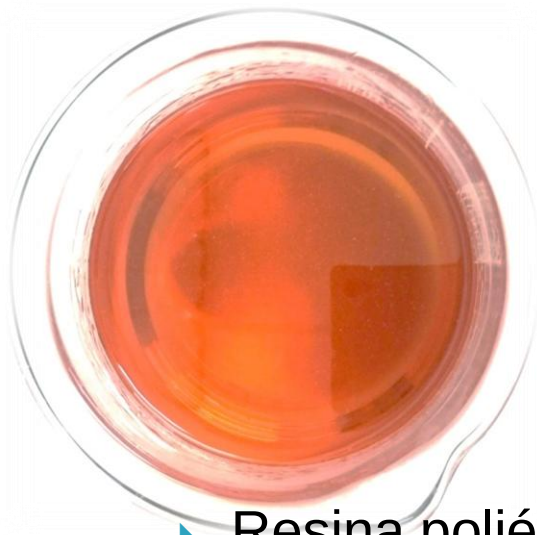


- ▶ O processo de infusão pode exemplificado de acordos com as etapas citadas abaixo:
 - Preparação do molde com seladores e desmoldantes;
 - Aplicação de *gel coat*;
 - Corte e montagem manual de tecidos núcleos;
 - Acomodação do filme para fechamento do molde;
 - Construção de canais de vácuo e fluxo de resina;
 - Fixação e vedação do filme já como os canais de vácuo e fluxo resina prontos;
 - Transferência da resina vai bomba de vácuo;
 - É aguardada a cura da peça dentro molde
 - Após o desmolde, é iniciado as fases de corte, refile, colagem de ferragem.

- ▶ Otimização de processo.

MATERIAIS



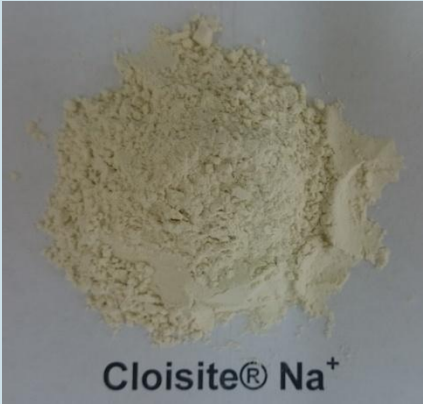


- ▶ Resina poliéster ortoftálica insaturada;
- ▶ Iniciador de cura de resina AAP (peróxido de acetil acetona);
- ▶ Acelerador de cura de resina DMA (dimetil anilina);
- ▶ Argila nanoparticulada.



Argilas nanoparticuladas

Material	Descrição	Imagem
Novaclay®	Argila bentonita organofílica livre de sal de amônio	
Bentonita pura	Argila bentonita natural	

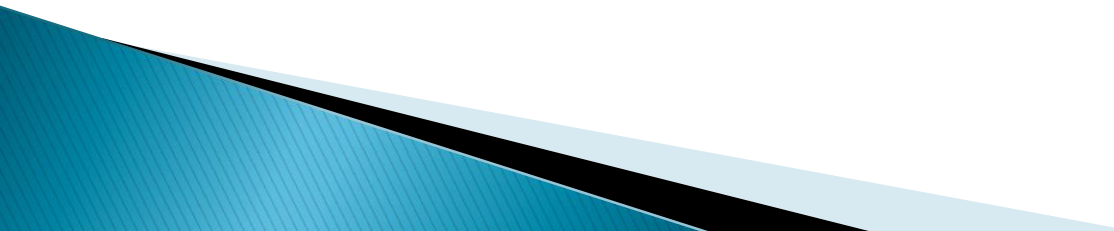
Material	Descrição	Imagem
Cloisite® Na ⁺	Argila bentonita natural com superfície modificada por cátions de sódio [8]	 Cloisite® Na⁺
Cloisite® 30B	Argila bentonita natural modificada com sal quaternário de amônio [9]	 Cloisite® 30B

MÉTODOS



- ▶ Testes realizados em duas etapas:
 - 1ª etapa: 3%, 6% e 9% das argilas Novaclay[®] e Bentonita pura em relação à massa total do composto (resina/argila);
 - 2ª etapa: 0,5%, 1% e 3% das argilas Novaclay[®], Bentonita pura, Cloisite[®] Na⁺ e Cloisite[®] 30B em relação à massa total do composto (resina/argila).

Nas duas etapas, realizou-se:

- ▶ Homogeneização por 1 hora, em homogeneizador mecânico com rotação de 1000 RPM;
 - ▶ Preparação do filme de resina com 500 microns de espessura;
 - ▶ Determinação da curva exotérmica;
 - ▶ Avaliação de quais os compostos apresentaram menor sedimentação.
- 

RESULTADOS E DISCUSSÕES



Determinação da curva exotérmica da resina de poliéster, sem a adição das nanopartículas

Parâmetro	Resultado
Tempo de gel (minutos)	7'00"
Tempo de pico (minutos)	12'20"
Temperatura de pico (°C)	190

PRIMEIRA ETAPA

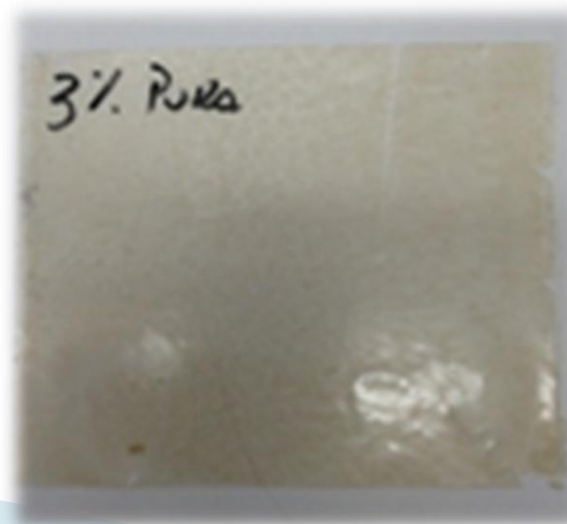
► Decantação

- Com as porcentagens de 3,0 e 9,0%, as argilas Novaclay® e Bentonita Pura apresentaram uma decantação acelerada, antes do início de gelatinização do composto.



► Extensão de filme

- Todas as amostras com argila, Novaclay® e Bentonita pura, com as porcentagens de 3,0 e 9,0%, quando aplicadas na resina poliéster, apresentaram um comportamento de craqueamento.



► Curva exotérmica

Parâmetros	Resultado			
	Resina Pura	Composto 1	Composto 2	Composto 3
Tempo de gel (minutos)	7'00"	8'02"	7'55"	7'34"
Tempo de pico (minutos)	12'20"	13'31"	12'24"	11'57"
Temperatura de pico (°C)	190	198	197	199
Legenda				
Composto 1	97,0% Resina poliéster + 3,0% Novaclay®			
Composto 2	94,0% Resina poliéster + 6,0% Novaclay®			
Composto 3	91,0% Resina poliéster + 9,0% Novaclay®			

- ▶ Com as porcentagens de 3,0, 6,0 e 9,0% das argilas Novaclay® e Bentonita pura, não foram observados alterações na curva exotérmica da resina poliéster, ou seja, material manteve suas propriedades.

SEGUNDA ETAPA

► Decantação

- Com as porcentagens de 0,5, 1,0 e 3,0%, as argilas Novaclay® e Cloisite® Na⁺, apresentaram separação dos materiais após 1 hora da homogeneização;
- Nas amostras preparadas com a argila Cloisite® 30B, observou-se que houve melhor homogeneização e não houve decantação.

► Extensão de filme

- Todas as amostras com as argilas, Novaclay[®], Cloisite[®] Na⁺ ou Cloisite 30B, com as porcentagens de 0,5, 1,0 e 3,0%, quando aplicadas na resina poliéster, não apresentaram um comportamento de craqueamento, conforme os testes da primeira etapa.

► Curva exotérmica

○ Argila Novaclay®

Parâmetro	Resultado		
	Resina Pura	Composto 1	Composto 2
Tempo de gel (minutos)	7'00"	6'46"	9'02"
Tempo de pico (minutos)	12'20"	11'52"	14'59"
Temperatura de pico (°C)	190	206	206
Legenda			
Composto 1	99,5% Resina poliéster + 0,5% Novaclay®		
Composto 2	99,0% Resina poliéster + 1,0% Novaclay®		

- Argila Cloisite® Na⁺

Parâmetro		Resultado		
	Resina Pura	Composto 1	Composto 2	Composto 3
Tempo de gel (minutos)	7'00"	10'10"	10'09"	>30
Tempo de pico (minutos)	12'20"	15'37"	16'14"	---
Temperatura de pico (°C)	190	204	204	---
Legenda				
Composto 1	99,5% Resina poliéster + 0,5% Cloisite® Na ⁺			
Composto 2	99,0% Resina poliéster + 1,0% Cloisite® Na ⁺			
Composto 3	97,0% Resina poliéster + 3,0% Cloisite® Na ⁺			

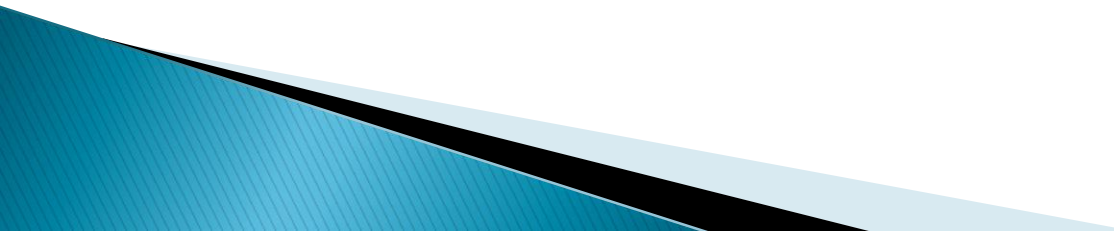
- Argila Cloisite® 30B

Parâmetro		Resultado		
	Resina Pura	Composto 1	Composto 2	Composto 3
Tempo de gel (minutos)	7'00"	11'30"	10'18"	40'00"
Tempo de pico (minutos)	12'20"	17'02"	15'11"	45'07"
Temperatura de pico (°C)	190	202	203	187
Legenda				
Composto 1	99,5% Resina poliéster + 0,5% Cloisite® 30B			
Composto 2	99,0% Resina poliéster + 1,0% Cloisite® 30B			
Composto 3	97,0% Resina poliéster + 3,0% Cloisite® 30B			

- A argila Cloisite® 30B não atendeu o objetivo de diminuição da temperatura da resina, além de apresentar tempo superior a 30 minutos para iniciar a cura do material (tempo de gel), o que também o torna inviável para a aplicação proposta.

CONCLUSÃO

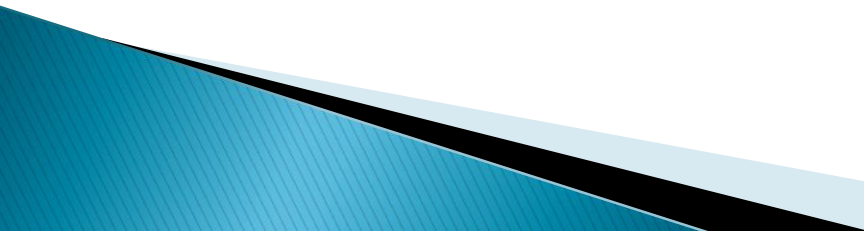


- ▶ Nenhuma das argilas testadas apresentou o objetivo requerido;
 - ▶ As argilas Bentonita pura, Novaclay[®] e Cloisite[®] Na⁺, além de não apresentarem alteração na curva exotérmica da resina, também apresentaram dificuldade na homogeneidade;
 - ▶ Por a argila se tratar de um nanomaterial, para garantir a qualidade em seu manuseio em produção, a inserção do nanomaterial na matriz polimérica ocasionará investimentos em balanças com maior precisão, homogeneizadores mais eficientes e de mão-de-obra especializada.
- 

- ▶ A Cloisite® 30B apresentou boa homogeneização com a resina poliéster, porém o material não apresentou a diminuição da temperatura de pico. Observou-se que quando adicionado 3,0% deste material, ocorreu um retardamento significativo no tempo de gel da resina e, conseqüentemente, na cura da mesma.
- ▶ Com as proporções de 0,5 e 1% a Cloisite® 30B apresentou boa homogeneização na resina poliéster, logo como estudo futuro, pode-se avaliar se há alterações nas demais propriedades da resina, como por exemplo, propriedades mecânicas.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS



- [1] BLOG SOBRE NANOTECNOLOGIA. **Nanotecnologia.** Disponível em <http://nanotecnologiananotecnologia.blogspot.com.br/>. Acesso em 07/10/2015
- [2] AMARAL, L. do, JAIGOBIND, A. G. A., JAISINGH, S. Fabricação de Peças em fibra de vidro (compósitos). **Dossiê técnico do Instituto Tecnológico do Paraná.** Curitiba, 44p., 2007.
- [3] SILVA, A. L. S. da. **Compósito.** Disponível em <http://www.infoescola.com/materiais/composito/>. Acesso em 13/10/2015.
- [4] ASSOCIAÇÃO LATINO AMERICANA DE MATERIAIS COMPÓSITOS – ALMACO. **Compósitos.** Disponível em <http://www.almaco.org.br/compositos.cfm>. Acesso em 09/11/2015.
- [5] ZARBIN, A. J. G. Química de (nano)materiais, **Química nova**, v. 30, n. 6, p. 1469-1479, 2007.
- [6] WASCHBURGER, M. R. Compósito de Polipropileno com Nanocarga. **Dissertação do Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Minas e de Materiais, UFRGS.** Porto Alegre, 75p., 2006.
- [7] LONGO, E. **Nanotecnologia.** Disponível em http://www.sbpcnet.org.br/livro/56ra/banco_conf_simp/textos/ElsonLongo.htm. Acesso em 06/05/2015.
- [8] BYK ADDITIVES & INSTRUMENTS. **Cloisite® Na⁺.** BOLETIM TÉCNICO. Disponível em <https://www.byk.com/en/additives/additives-by-name/cloisite-na.php>. Acesso em 28/09/2015.
- 

[9] NEUTRINO. **Cloisite® 30B.** BOLETIM TÉCNICO. Disponível em http://www.neunano.com/index.php?option=com_content&view=article&id=72&Itemid=83. Acesso em 28/09/2015.

[10] AMICO, S. C., PORTELLA, E. H, ROMANZINI, D., ZATTERA, A. J. **Influência da Adição de Nanocargas Montmorilonita em Nanocompósitos Poliéster / Fibra de Vidro.** Disponível em http://www.jovenspesquisadores.com.br/2013/restrito/uploads/posters/2013/Emanoel_Henrique_Portella_1375750422.pdf. Acesso em 12/12/2014.

[11] OLIVEIRA, A. D., CASTRO, L. D. C., JUNG, M. K., & PESSAN, L. A. **Influência da modificação da argila montmorilonita nas propriedades mecânicas, termo-mecânicas e morfológicas de nanocompósitos de blendas de poliamida 6/Acrilonitrila-EPDM-estireno, Polímeros**, vol. 25, n. 2, p. 219-228, 2015.

[12] SILVA, E. M. ET AL. - **Influência da concentração e purificação da argila na estrutura e permeação ao vapor de água de nanocompósitos PEBDL/bentonita, Polímeros**, vol. 23, n. 1, p. 108-114, 2013.

[13] SILVA, R. F. ET AL. - **Compósitos de poliestireno e argila aniônica funcionalizada com cinamato com propriedade de absorção de UV, Polímeros**, vol. 23, n. 6, p. 778-783, 2013.

[14] NANOTECNOLOGIA E O MEIO AMBIENTE: Perspectivas e Riscos, **Química Nova**, Vol. 27, No. 6, 1028-1029, 2004.

[15] COMPÓSITOS 1 – **Materiais, Processos, Aplicações, Desempenhos e Tendências** – ABMACO – Associação Brasileira de Materiais Compósitos.

[16] COMPÓSITOS 2 – **Tecnologia de Processos** – ABMACO – Associação Brasileira de Materiais Compósitos.

OBRIGADO !



ALMACO

ASSOCIAÇÃO LATINO-AMERICANA DE MATERIAIS COMPÓSITOS