



VI CONGRESSO NACIONAL DE ENGENHARIA MECÂNICA
VI NATIONAL CONGRESS OF MECHANICAL ENGINEERING
18 a 21 de agosto de 2010 – Campina Grande – Paraíba - Brasil
August 18 – 21, 2010 – Campina Grande – Paraíba – Brazil

DESENVOLVIMENTO DE COMPÓSITOS PP/SISAL EXTRUDADOS: ESTUDO DO EFEITO DO TRATAMENTO ALCALINO DAS FIBRAS NAS PROPRIEDADES MECÂNICAS E TERMOMECÂNICAS

Sueila S. Araújo, sueila@terra.com.br¹
Neyber F. Cavalcanti¹
Izabelle S. Duarte¹
Tiago T. Santos¹
Suédina M. L. Silva, suedina@dema.ufcg.edu.br¹
Laura H. de Carvalho, laura@dema.ufcg.edu.br¹

¹Unidade Acadêmica de Engenharia de Materiais – Universidade Federal de Campina Grande Campus I, Av. Aprígio Veloso, 882, Bodocongó – CEP: 58109-970– Campina Grande – PB – Brasil Telephone: (83) 3310-1180 – Fax: (83) 3310-1178

Resumo: Os compósitos são materiais de grande interesse tecnológico e industrial. Entretanto, é sabido que o comportamento desses materiais depende não somente da composição, morfologia e propriedades dos constituintes, mas também da natureza da região interfacial. A adesão entre carga-matriz é um dos principais fatores que caracterizam o comportamento físico e mecânico de um compósito. A adesão inadequada entre as fases envolvidas poderá provocar o início de falhas interfaciais, comprometendo o desempenho do compósito. A extensão da adesão depende da estrutura e da polaridade entre fibra e matriz. Entretanto, devido à baixa polaridade das fibras naturais, tornando-as incompatível com a matriz polimérica, resultando em uma interface pobre entre as fibras e a matriz, o que afeta negativamente também as propriedades mecânicas. Desta forma, os tratamentos químicos para modificação superficial de fibras visando melhorar a adesão entre a fibra e a matriz é indispensável. Sendo assim, este trabalho tem como objetivo avaliar o efeito da concentração do tratamento químico utilizando NaOH das fibras de sisal na evolução das propriedades mecânicas e termomecânicas. Inicialmente, as fibras de sisal foram modificadas superficialmente através de reação com soluções aquosas de NaOH a 2 e 10%. As fibras natural e tratada foram caracterizadas por FTIR e TG, para avaliar as conseqüências do tratamento adotado no próprio comportamento da fibra. Compósitos de polipropileno com 10% em massa de fibra de sisal foram preparados empregando uma extrusora dupla rosca co-rotativa dotadas com elementos de mistura. Os compósitos obtidos foram moldados por injeção e testados mecanicamente (tração e impacto) e termomecânicamente (temperatura de deflexão térmica – HDT). Os resultados obtidos mostraram que as propriedades dos compósitos estudados foram influenciadas pelo o tratamento químico e que melhores propriedades foram obtidas para os sistemas processados tratados a 10% de NaOH..

Palavras-chave: compósitos, fibras de sisal, tratamento alcalino, propriedades mecânicas e termomecânicas.

1. INTRODUÇÃO

Atualmente diversos setores industriais têm buscado introduzir e desenvolver novos materiais capazes de atender não só as exigências técnicas do produto, mas também as crescentes demandas por materiais e processos competitivos, seguros e menos agressivos ao meio ambiente (Albano et al., 1996; Alsina et al., 2007; Burgueño et al., 2004; Bledzki et al., 1999; Chow et al., 2007; Fung et al., 2002; Lu et al., 2004; George et al., 1998). Entretanto, à medida em que as aplicações tornam-se mais sofisticadas, fica mais difícil um único material satisfazer a todas as expectativas. Este dilema tem obrigado o homem a conjugar diferentes materiais visando não só aliar suas propriedades individuais, mas também para alcançar as características finais desejadas e não disponíveis nos mesmos materiais separadamente (Hage Jr., 1989). Esses materiais são conhecidos como materiais compósitos e possuem grande interesse tecnológico e industrial. São formados pela combinação de dois ou mais materiais onde estão presentes a fase contínua (constituída pela matriz) e a fase descontínua (a carga, sob forma de fibras, partículas esféricas ou plaquetas) embebida na matriz, onde cada qual permanece com suas características individuais (Callister, 2005; Ferrante, 2002; Nwabunma & Kyu, 2007). Na produção dos compósitos, cientistas e engenheiros combinam metais, polímeros e cerâmicas formando materiais com características otimizadas e/ou diferenciadas.

Nos últimos anos, compósitos poliméricos contendo fibras naturais têm recebido atenção considerável, uma vez que a crise energética e uma maior preocupação com o meio ambiente levaram cientistas do mundo inteiro a estudar a viabilidade da utilização de fibras naturais na produção de compósitos com o intuito de substituir, pelo menos parcialmente, as fibras sintéticas, que além de constituírem recursos não-renováveis, em geral, são dispendiosas (Callister, 2005; Nwabunma & Kyu, 2007). Dentre as várias fibras vegetais disponíveis, as mais empregadas são: sisal, juta, abacaxi, curauá e coco. A fibra de sisal se destaca entre as fibras foliares, em termos de qualidade e de aplicação comercial, e também por possuir um dos maiores valores de módulo de elasticidade. Dentre outras vantagens do sisal pode-se apontar a facilidade de modificação superficial (típica de todas as fibras lignocelulósicas), sua abundância no Brasil, facilidade de cultivo e importância econômica para a região Nordeste (Albano et al., 1996; Alsina et al., 2007; Burgueño et al., 2004; Bledzki et al., 1999; Fung et al., 2002; Lu et al., 2004; George et al., 1998). Além disto, a versatilidade das fibras de sisal em se adequarem a diferentes processos de conformação de compósitos tais como enrolamento de filamentos, laminação, moldagem por transferência de resina (RTM), extrusão, injeção etc, tornam esse material estrategicamente importante no desenvolvimento de novos compósitos (Mochnacz et al., 2002).

Embora todas as técnicas de processamento citadas anteriormente possam ser utilizadas, os processos mais amplamente utilizados para se produzir compósitos com fibras naturais são a injeção e a extrusão. É sabido que a escolha da técnica adequada é fundamental para a obtenção de um compósito final com boas propriedades. Além disso, as condições de processamento devem ser avaliadas cuidadosamente, uma vez que estas afetam a dispersão e a integridade das cargas (material de reforço), a degradação do polímero e influenciam a morfologia cristalina e grau de cristalinidade do compósito final (Pinto, 2004). As propriedades dos materiais compósitos dependem não somente da composição, morfologia e propriedades dos constituintes, mas também da natureza da região interfacial (Manson, 1985). A qualidade da interface matriz-reforço é muito significativa para aplicação das fibras como reforço em polímeros e conseqüentemente para a determinação das propriedades físicas e mecânicas destes materiais.

A adesão entre carga-matriz é um dos principais fatores que caracterizam o comportamento físico e mecânico de um compósito (Theocaris, 1985). Portanto, visando obter um compósito PP/sisal que possa ter sucesso comercial por apresentar uma combinação de boas propriedades mecânicas e termomecânicas, foram preparados compósitos PP/fibras de sisal tratada em solução aquosa de hidróxido de sódio a 2 e 10% (PP/SITRAT) empregando uma extrusora dupla rosca co-rotativa. A modificação química das fibras foi utilizada para melhorar a compatibilidade entre o reforço e a matriz, a estabilidade dimensional, a baixa temperatura de degradação, a temperatura de processamento e a resistência à degradação biológica (Rowell et al. 1996).

2. EXPERIMENTAL

2.1. Materiais

Na preparação dos sistemas compósitos foi utilizada como matriz polimérica um polipropileno isotático (PP), fornecido pela Braskem/Brasil, na forma de grânulos (*pellets*), sob o nome comercial de PP H103.

Como material de reforço foram empregadas fibras curtas de sisal, secas e picotadas, tendo comprimento médio de 3 mm, fornecidas pela Indústria Corona – BA.

As fibras utilizadas na preparação dos compósitos foram empregadas como recebidas e tratadas com solução de hidróxido de sódio na concentração de 2 e 10% de NaOH.



VI CONGRESSO NACIONAL DE ENGENHARIA MECÂNICA
VI NATIONAL CONGRESS OF MECHANICAL ENGINEERING
18 a 21 de agosto de 2010 – Campina Grande – Paraíba - Brasil
August 18 – 21, 2010 – Campina Grande – Paraíba – Brazil

Hidróxido de sódio fornecido pela Nuclear foi utilizado como recebido no tratamento alcalino de modificação superficial das fibras.

2.2. Tratamento Superficial de Modificação das Fibras de Sisal

O tratamento superficial das fibras consistiu na sua imersão em solução de hidróxido de sódio na concentração a 2 e 10 % m/v de NaOH, por uma hora em temperatura ambiente. As fibras assim tratadas foram codificadas SITRAT2 e SITRAT10. As proporções fibra/solução adotadas foram de 20g de fibra de sisal por 500 ml de solução NaOH. Após o tratamento, as fibras foram lavadas até pH neutro com água destilada e, em seguida, secas ao ar por 48 horas.

2.3. Preparação dos Compósitos PP/sisal

Compósitos PP/sisal com teor de 10% em massa de fibra foram preparados em extrusora dupla co-rotativa, de 22 mm de diâmetro e razão L/D = 36, modelo SJ20, dotada de elementos de mistura e comercializada pela NZ-Philpolymer. Os sistemas foram processados por extrusão com um único perfil de temperatura: 150 °C na primeira zona e 200 °C nas demais zonas de aquecimento e 60 rpm de velocidade das roscas. Fibras não-tratadas e tratadas foram misturadas a frio ao polipropileno na concentração de 10% em massa e esta mistura foi transferida para o equipamento de processamento. Após as etapas de extrusão as amostras foram resfriadas ao ar e granuladas. Os grânulos obtidos por extrusão foram secos em estufa a vácuo 80 ± 5°C por 2 horas imediatamente antes de serem moldados por injeção na forma de corpos de prova de tração, de impacto e HDT, segundo as normas da ASTM D638, D256 e D 648, respectivamente. A moldagem por injeção foi conduzida em uma injetora Fluidmec HP 20-30 operando com o mesmo perfil de temperatura da extrusão.

2.4. Caracterização

As fibras tal como recebidas e superficialmente modificadas foram caracterizadas por: espectroscopia no infravermelho (FTIR) e análise termogravimétrica (TG). Os compósitos PP/sisal foram caracterizados através de suas propriedades mecânicas (particularmente em tração e impacto) e termomecânicas (temperatura de deflexão térmica (HDT)).

2.4.1. Espectroscopia no Infravermelho (FTIR)

As análises de FTIR das fibras natural e tratadas foram realizadas em um espectrômetro SPECTRUM 400 (FT-IR/FT-NIR) SPECTROMETER da PerkinElmer com varredura de 4000 a 650 cm⁻¹. As amostras foram prensadas na forma de lâminas obtidas por prensagem a frio sob uma força de 10 toneladas, aplicada por um minuto e seus espectros analisados.

2.4.2. Análise Termogravimétrica (TG)

As análises termogravimétricas das fibras foram realizadas em um aparelho Shimadzu TGA S1HA, com uma quantidade de material de aproximadamente 10 mg. As amostras foram aquecidas a uma taxa de 10 °C/min sob atmosfera de nitrogênio (50 ml.min⁻¹). As curvas TG foram registradas na faixa de temperatura de 30 a 550 °C.

2.4.3. Propriedades Mecânicas e Termomecânicas

Os compósitos PP/sisal foram submetidos a testes mecânicos em tração e impacto de acordo com a norma da ASTM D638 e D256, respectivamente. Os testes em tração foram conduzidos em Máquina Universal de Ensaio Lloyd LR-10K, operando na temperatura ambiente com uma taxa de deslocamento de 50 mm/min. Os resultados reportados são uma média de cinco determinações. Os testes de impacto também foram conduzidos, a temperatura ambiente, em equipamento CEAST RESIL 5.5 operando com um martelo de 2,75 J. Os resultados obtidos foram uma média de sete determinações. A resistência ao impacto foi calculada de acordo com a Eq. (1).

$$R.I = \frac{E_{cp} - E_{ar}}{e} \quad \text{Eq. (1)}$$



VI CONGRESSO NACIONAL DE ENGENHARIA MECÂNICA
VI NATIONAL CONGRESS OF MECHANICAL ENGINEERING
18 a 21 de agosto de 2010 – Campina Grande – Paraíba - Brasil
August 18 – 21, 2010 – Campina Grande – Paraíba – Brazil

onde: RI – resistência ao impacto (J/m);

E_{cp} – energia do corpo de prova fraturado (J);

E_{ar} – energia de atrito (J);

e – espessura do corpo de prova (m) (ASTM D256).

As medidas da temperatura de deflexão térmica (HDT) do PP e dos sistemas estudados foram conduzidas em equipamento DAVENPORT, de acordo com as normas da ASTM D648. Estas medidas foram realizadas a 1820 kPa. Os resultados foram apresentados como a média de quatro determinações individuais.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Visando avaliar as conseqüências do tratamento alcalino adotado no comportamento das fibras de sisal, a fibra natural (SINAT) e as fibras tratadas por imersão em solução alcalina (SITRAT2 e SITRAT10) foram caracterizadas por FTIR e TG. Na Figura 1 estão apresentados os espectros de FTIR das fibras de sisal natural (SINAT) e tratadas (SITRAT2 e SITRAT10) em soluções aquosas de hidróxido de sódio a 2 e a 10%, respectivamente. Na Tabela. (1) estão apresentadas as atribuições das bandas de absorção das amostras de fibras estudadas. Podem ser observadas bandas em intensidades variadas na faixa de $3460 - 3434 \text{ cm}^{-1}$, correspondentes às ligações O-H (Rong et al., 2001). No caso de fibras tratadas (SITRAT2 e SITRAT10), a área das bandas nesta faixa aumentam consideravelmente indicando a presença de um número maior de grupos O – H (Rong et al., 2001). As bandas na faixa de $1745 - 1734 \text{ cm}^{-1}$ são atribuídas à vibração do grupo carbonila da hemicelulose. O tratamento alcalino produz a dissolução parcial da hemicelulose, podendo ocasionar mudanças nas posições e intensidades das bandas (Alvarez & Vázquez, 2006). No espectro da amostra de fibra SINAT2 a intensidade apresentada pela banda em 1745 cm^{-1} é menor, porque a quantidade de grupos de C=O é diminuída devido à remoção de hemicelulose (Alvarez & Vázquez, 2006). Uma pequena banda foi observada na faixa de $1629 - 1621 \text{ cm}^{-1}$, e atribuída à água absorvida em fibras tratadas que indicam uma quantidade mais alta de água absorvida. De uma forma geral, os espectros de FTIR confirmaram que as fibras tratadas têm uma estrutura mais aberta e conduzem à sua maior molhabilidade quando a hemicelulose é dissolvida ou removida (Rong et al., 2001). De acordo com a literatura (Alvarez & Vázquez, 2006), o tratamento alcalino muda a estrutura supermolecular e a morfologia das fibras, enquanto a química da estrutura não muda muito. A possível reação química entre a solução alcalina de hidróxido de sódio e os grupos OH da fibra está apresentado na Eq. (2) (Alvarez & Vázquez, 2006):

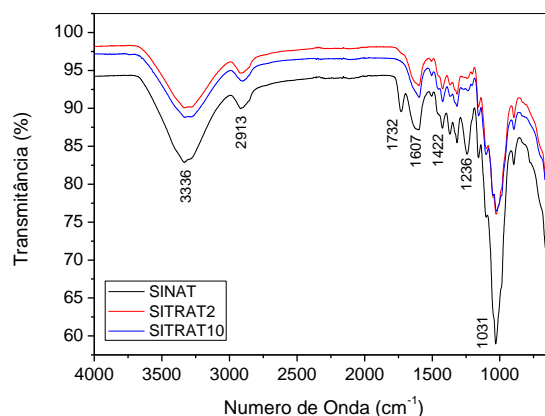


Figura 1 - Curvas TG obtido da fibra de sisal: natural (SINAT) e tratadas (SITRAT2 e STRAT10) com soluções aquosas de hidróxido de sódio a 2 e a 10%, respectivamente.



VI CONGRESSO NACIONAL DE ENGENHARIA MECÂNICA
VI NATIONAL CONGRESS OF MECHANICAL ENGINEERING
18 a 21 de agosto de 2010 – Campina Grande – Paraíba - Brasil
August 18 – 21, 2010 – Campina Grande – Paraíba – Brazil

Tabela (1) - Bandas de absorção das fibras de sisal natural e tratada.

Número de Onda (cm^{-1})	Atribuições
3460-3434	Vibrações ligações - OH
2931-2348	Vibrações das ligações C-H (celulose-hemicelulose)
1745-1734	Vibração das ligações C=O (hemicelulose)
1629-1621	Água absorvida

Para avaliar o efeito da concentração da solução alcalina empregada na estabilidade térmica das fibras foi realizada a análise termogravimétrica nas fibras de sisal natural (SINAT) e tratada (SITRAT2 e SITRAT10). Os resultados obtidos estão apresentados na Figura 2.

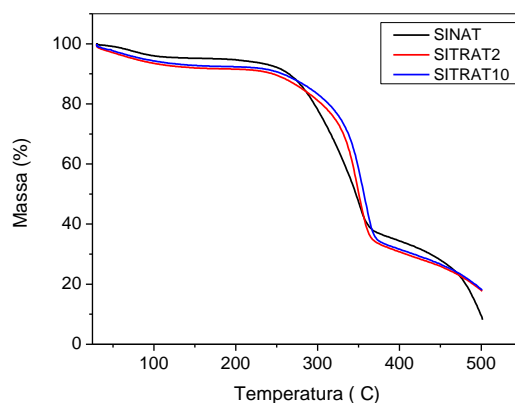


Figura 2 - Curvas TG obtido da fibra de sisal: natural (SINAT) e tratadas (SITRAT2 e STRAT10) com soluções aquosas de hidróxido de sódio a 2 e a 10%, respectivamente.

Comparando as curvas TG das amostras de fibra estudadas, foi observada uma discreta perda de massa na faixa de 30 a 220 °C, atribuídas à perda de água presente nas fibras (reações de desidratação intra e intermoleculares). Observa-se também, que as fibras tratadas quimicamente (SITRAT2 e SITRAT10) são mais estáveis termicamente, ocorrendo perda de massa em temperaturas ligeiramente superiores à da fibra, 312 °C para SITRAT2 e 310°C para SITRAT10. Supõe-se que este acréscimo na estabilidade térmica das fibras modificadas deve-se à remoção da lignina e da hemicelulose e de produtos de baixa massa molar tipo, graxas e açúcares (Mochnacz et al., 2002). A degradação da fibra natural de sisal inicia em aproximadamente 276 °C e continua rapidamente com o aumento da temperatura, até aproximadamente 450 °C. Essa degradação também é observada nas fibras modificadas, entretanto, com menor intensidade.

O efeito da incorporação da fibra natural (SINAT) e das fibras tratadas (SITRAT2 e SITRAT10) nas propriedades mecânicas (tração e impacto) e termomecânicas (HDT) dos compósitos estudados estão apresentados nas Figuras 3 e 4, respectivamente.

Os resultados obtidos indicam que o tratamento alcalino das fibras promoveu uma pequena redução no módulo elástico (Figura 4a) e na resistência na ruptura (Figura 4b) dos compósitos PP/SITRAT em relação aos formulados com fibra natural (PP/SINAT). O tratamento alcalino por imersão em solução de NaOH a 2% por uma hora na temperatura ambiente é considerado suave, permitindo a remoção parcial dos contaminantes, o inchamento incompleto das fibras e uma exposição parcial das fibrilas. Nestas condições, apesar do aumento da área de contato, a penetração do polímero na estrutura da fibra é bastante limitada. A pequena redução média nas propriedades mecânicas analisadas encontra-se dentro do erro experimental. O aumento desta propriedade para os compósitos PP/SITRAT10, pode ser atribuída a uma maior remoção da lignina e da hemicelulose que possivelmente levou a uma maior separação das fibrilas quando a

solução mais concentrada (solução de NaOH a 10%) foi empregada. Acredita-se que quando mais concentrada a solução de NaOH, mais material poderia ser removido e mesmo que a fibra se tornasse mais quebradiça, então poderia haver mais adesão por exposição das fibras. Portanto, a maior redução da resistência apresentada para os compósitos reforçados com a fibra SITRAT10, deve-se a fragilização da fibra com a remoção mais intensa da lignina e da hemicelulose. De acordo com dados reportados na literatura (Bledzki & Gassan,1999), normalmente, efeitos do tratamento alcalino de modificação superficial da fibra nas propriedades da fibra natural dependem do tipo e da concentração da solução alcalina, bem como também da temperatura e do tempo empregado no tratamento. O alongamento na ruptura dos compósitos praticamente não foi influenciado pelo tipo de fibra incorporada (Figura 4c). Por outro lado, a incorporação de fibras natural (SINAT) e tratada (SITRAT) ao polipropileno, promoveu aumentos de 43, 54 e 46%, respectivamente, na resistência ao impacto dos compósitos em relação à matriz. Em geral, a incorporação de fibras, sobretudo aquelas menos rígidas, eleva a resistência ao impacto dos compósitos. O pequeno aumento obtido na resistência ao impacto do compósito formulado com fibras tratadas (PP/SITRAT) pode ser atribuído à remoção parcial da hemicelulose e maior exposição das microfibrilas de celulose, aumentando a área de contato fibra/matriz onde as fibras divergem a trinca na frente de fratura.

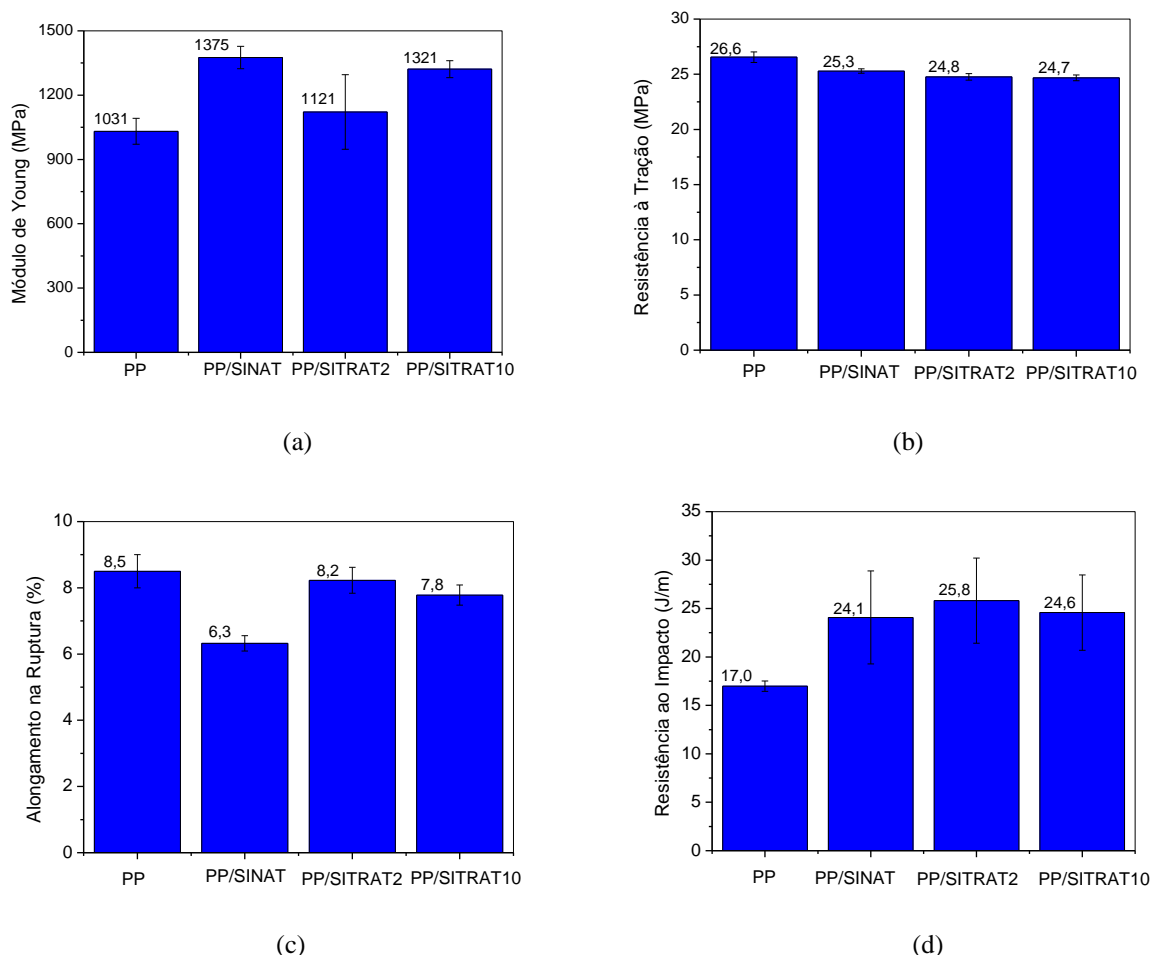


Figura 3 – Efeito do tratamento de modificação química nas propriedades mecânicas dos compósitos de PP contendo 10% em massa de fibra natural (SINAT) e tratada (SITRAT2 e SITRAT10): (a) Módulo de elasticidade; (b) Resistência à tração e (c) Alongamento na ruptura e (d) Resistência ao impacto.

Um aspecto importante para os materiais poliméricos modernos é a obtenção de materiais resistentes a altas temperaturas. O parâmetro usado para quantificar essa propriedade é a temperatura de deflexão térmica (HDT). A HDT representa a temperatura máxima que um material submetido a um determinado esforço permanece sem se deformar



VI CONGRESSO NACIONAL DE ENGENHARIA MECÂNICA
VI NATIONAL CONGRESS OF MECHANICAL ENGINEERING
18 a 21 de agosto de 2010 – Campina Grande – Paraíba - Brasil
August 18 – 21, 2010 – Campina Grande – Paraíba – Brazil

(De Paoli, 2009). No que se refere à temperatura de deflexão térmica (HDT), a incorporação das fibras promoveu um pequeno aumento nos valores desta propriedade. A adição das fibras SINAT, SITRAT2 e SITRAT10 contribuiu para aumentos em torno de 4,0 e 5,3 %, respectivamente na HDT da matriz polimérica (Figura 4). Segundo dados reportados na literatura (Ray & Okamoto, 2003). Fatores como: quantidade de carga, razão de aspecto das partículas e grau de dispersão da carga na matriz polimérica, podem promover aumentos de HDT. O aumento na propriedade de HDT dos polímeros, devido à presença de carga bem dispersa na matriz, é uma melhoria muito importante para qualquer material polimérico, não só do ponto de industrial ou de aplicações.

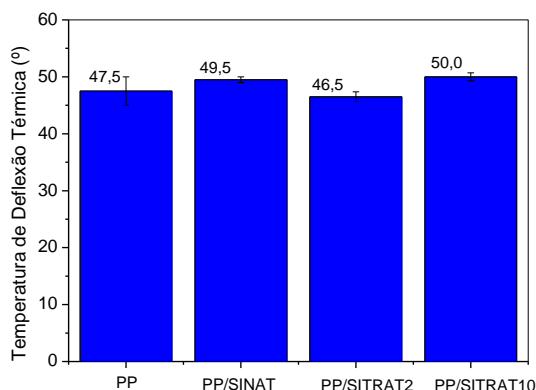


Figura 4 - Efeito do tratamento de modificação química nas propriedades termomecânicas dos compósitos em massa de fibra natural (SINAT) e tratada (SITRAT2 e SITRAT10).

4. CONCLUSÕES

Os resultados evidenciaram que o tratamento de modificação superficial em concentrações diferentes não favoreceu a melhora nas propriedades mecânicas de forma significativa, isto pode ser atribuído as condições adotadas durante o tratamento. Por outro, lado a estabilidade térmica da fibra natural foi melhorada após o tratamento.

A resistência ao impacto dos compósitos aumentou com a modificação superficial das fibras, o que foi associado à maior exposição das fibras levando a um aumento na área de contato fibra/matriz. A HDT dos compósitos foi consideravelmente maior do que a da matriz e o tratamento alcalino tendeu a elevar ainda mais esta propriedade, o que pode ser associado a uma melhor dispersão das fibras na matriz polimérica promovido pela extrusão em dupla rosca co-rotativa.

5. AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem à Indústria Corona – BA, pelo fornecimento das fibras naturais de sisal, a Braskem pelo fornecimento do PPH103. O apoio do CNPq pela concessão de bolsas em favor de Carvalho, L. H.; S. Araújo e Tiago T. Santos são publicamente reconhecidos.

6. REFERÊNCIAS

- Albano, C.; Goanzáles, J. and Ichazom; K. D., 1996, “Thermal stability of blends of polyofefins and sisal fiber”. *Polymer Degradation Stability*, v. 66, p. 179-190.
- Alsina, O. L. S.; Carvalho, L. H.; Ramos Filho, F. G. and Dalmeida, J. R. M., 2007, “Immersion temperature effects on the water absorption behavior of hybrid lignocellulosic fiber reinforced-polyester matrix composites”. *Polymer-Plastics Technology and Engineering*, v. 46, p. 515-520.
- Alvarez, V. and Vázquez, A., 2006, “Influence of fiber chemical modification procedure on the mechanical properties and water absorption of MaterBi-Y/sisal fiber composites”. *Composites, Part A*, v. 37, 1672–1680.
- Bledzki, A. K. and Gassan, J., 1999, “Composites reinforced with cellulose based fibres. *Progress in Polymer Science*”, v. 24, p. 221-274.



VI CONGRESSO NACIONAL DE ENGENHARIA MECÂNICA
VI NATIONAL CONGRESS OF MECHANICAL ENGINEERING
18 a 21 de agosto de 2010 – Campina Grande – Paraíba - Brasil
August 18 – 21, 2010 – Campina Grande – Paraíba – Brazil

Burgueño, R., Quagliata, M.J., Mohanty, A., Mehta, G., Drzal, L. and Misra, M., 2004, “Load-bearing natural fiber composite cellular beams and panels”. *Composites: Parte A*, v. 35, p. 645-656.

Callister Jr., W. D., 2005. *Fundamentals of materials science and engineering – An integrated approach*, 2ª edição, John Wiley & Sons.

Chow, C.P.L; Xing, X.S and Li, R.K.Y., 2007, “Moisture absorption studies of sisal fibre reinforced polypropylene composites”. *Composites Science and Technology*, v. 67, p. 306-313.

Ferrante, M. *Seleção de Materiais*. São Paulo, EdUFSCar, 2002.

Fung, K. L; Li, R. K. Y. and Tjong, S. C., 2002, “Interface modification on the properties of sisal fiber-reinforced polypropylene composites”. *Journal Applied Polymer Science*, v.85, 169-76.

George, J., Bhagawan, S. S. and THOMAS, S., 1998, “Effects of environment on the properties of low-density polyethylene composites reinforced with pineapple-leaf fiber”. *Composites Science and Technology*, v. 58, p. 1471-1485.

Hage, J.R. E. 1989, *Compósitos e Blendas Poliméricas*. Campinas, Instituto Latino Americano e IBM.

Lu, X., Zhang, M. Q., Rong, M. Z., Yue, D.L. and Yang, G.C., 2004, “Environmental degradability of self-reinforced composites made from sisal”. *Composites Science and Technology*, v.64, 1301–1310.

Manson, J. A. *Interfacial effects in composites*. *Pure and Applied Chemistry*, v. 57, p. 1667-1678, 1985.

Mochnac, S., Amico, S. C. and Sydenstricker, T. H. D., 2002, In: *Congresso em Ciências dos Materiais do Mercosul*, v.1. “Caracterização e modificação superficial de fibras de sisal para utilização em compósitos poliméricos. Joinville”, SC, 14 a 17 de Setembro.

Nwabunma, D. and Kyu, T., 2007, *Polyolefin Composites*. Wiley Interscience.

Paoli, M. A., 2009, *Degradação e Estabilização de Polímeros*, Editora Artliber, São Paulo.

Pinto, M. R. O., 2004. 165f. “Desenvolvimento de Compósitos à Base de Poliuretano Derivado do Óleo de Mamona, Sisal e Bentonita” Tese (Doutorado em Engenharia de Processos) – Universidade Federal de Campina Grande, PB.

Ray, S. and Okamoto, M. 2003, “Polymer/layer silicates: a review from preparation to processing, *Progress in Polymer Science*”, 28; 1539-1641.

Rong, M. Z., Zhang, M. Q., Liu, Y., Yang, G. C. and Zeng, H. M., 2001, “The effect of fiber on the treatment mechanical properties of unidirectional sisal-reinforced epoxy composites”, *Composites Science and Technology*, 61, 1437-1447.

Rowell, R. M., Sanadi, A., Caulfield, D. F. and Jacobson, R. E., 1996, *Utilization of natural fibers in plastic composites problems and opportunities*. first international lignocellulosics plastics composites, São Paulo.

Theocaris, P. S. 1985, “The Unfolding model for the representation of the mesophase layer in composites”. *Journal Applied Polymer Science*, v. 30, p. 621-645.



VI CONGRESSO NACIONAL DE ENGENHARIA MECÂNICA
VI NATIONAL CONGRESS OF MECHANICAL ENGINEERING
18 a 21 de agosto de 2010 – Campina Grande – Paraíba - Brasil
August 18 – 21, 2010 – Campina Grande – Paraíba – Brazil

DEVELOPMENT OF POLYPROPYLENE/SISAL FIBER COMPOSITES BY EXTRUSION: EFFECT OF THE ALKALINE TREATMENT OF THE FIBERS ON THE MECHANICAL AND THERMOMECHANICAL PROPERTIES

Sueila S. Araújo, sueila@terra.com.br¹
Neyber F. Cavalcanti¹
Izabelle S. Duarte¹
Tiago T. Santos¹
Suédina M. L. Silva, suedina@dema.ufcg.edu.br¹
Laura H. de Carvalho, laura@dema.ufcg.edu.br¹

¹Department of Materials Engineering / Feral University of Campina Grande –Aprígio Veloso 882, Campina Grande, PB 58109-970, Brazil – Phone (55) 83 3310.

Abstract.

Composites are multiphase material of great scientific and technological interest. It is well known that its behavior depends not only on its composition and morphology, but on the nature of the interfacial region. Adhesion between particulate load and matrix is a key factor to determine the physical and mechanical behavior of the composite. Defective adhesion could lead to interfacial failure, compromising the composite's performance. The extent of adhesion depends on the polarity and structure of the two phases. In natural fiber reinforced polyolefins the low polarity of the polymer compared with the fibers made them incompatible with the matrix, negatively affecting the mechanical properties of the composite. Surface treatment of the fibers become necessary to improve fiber-matrix adhesion. The present work is concerned with the effect of the concentration of sodium hydroxide (NaOH) employed in the alkaline treatment of sisal fibers prior to compounding on the mechanical and thermomechanical properties of the sisal fiber reinforced polypropylene composites. Sisal fiber surface was modified by treatment with 2 and 10% aqueous solutions of NaOH. Natural and treated fibers were characterized by infrared spectroscopy and thermogravimetry to determine the effect of the treatment on fibers themselves. Composites with 10% by weight of sisal fibers were prepared using a corotating twin-screw extruder with a high-intensity screw configuration. The compounds were injection molded, and tensile, impact and heat deflection temperature tests performed. Results show that the mechanical and thermomechanical properties of the composites were affected by the alkaline treatment of the fibers. Better results were obtained with the fibers treated with the 10% solution of NaOH.

Keywords: composites, sisal fibers, alkaline treatment, mechanical/thermomechanical properties.