

CARACTERIZAÇÃO DO TERPOLÍMERO DE ETILENO E DO METACRILATO DE GLICIDLO

Camila Gonçalves Luz Nunes (1) Maria Alinne Matias(1); Maria Luísa Ramalho de Araújo (2); Thamires Dantas Guerra (3); Ana Maria Gonçalves Duarte Mendonça (4)

Universidade Federal da Paraíba, camilanunes.engcivil@hotmail.com
Universidade Federal de Campina Grande, mariaalinnematias@hotmail.com
Universidade Federal de Campina Grande, maria_luiza_ramalho@hotmail.com
Universidade Federal de Campina Grande, thamires_guerra@hotmail.com
Universidade Federal de Campina Grande, ana.duartemendonca@gmail.com

Resumo do artigo: Os materiais estão intimamente ligados à existência e a evolução da espécie humana. Desde o início da civilização, os materiais e a energia são usados com o objetivo de melhorar o nível de vida do ser humano. Nos últimos anos, a construção civil, tem sido alvo da incorporação dos mais diversos tipos de materiais alternativos que equilibram sustentabilidade e viabilidade econômica. Particularmente na segunda metade do século XX, alguns dos materiais convencionais empregados na construção foram sendo progressivamente substituídos por materiais poliméricos. Dessa forma tornou-se crescente o interesse pela área de análise e caracterização de materiais uma vez que é fundamental a seleção adequada do material baseada no desempenho do sistema em estudo. A adição de polímeros ao CAP (cimento asfáltico de petróleo), por exemplo, tende a melhorar suas propriedades viscoelásticas proporcionando maior estabilidade e durabilidade ao revestimento em uso. Em relação ao CAP puro, os asfaltos modificados por polímero reduzem a susceptibilidade térmica e a deformação permanente causada pela alta frequência de cargas e tráfego, aumentando assim, a vida útil do pavimento em serviço. Este trabalho tem como objetivo caracterizar o terpolímero de etileno e o metacrilato de glicidilo. Para isso foram realizados ensaios laboratoriais para caracterização química e mineralógica dos polímeros, destacando-se entre eles: a análise termodiferencial e termogravimétrica (DTA e TG) e a espectroscopia na região do infravermelho com Transformada de Fourier (FT-ir). De acordo com os resultados obtidos, verifica-se que os polímeros estudados podem ser utilizados como aditivo em misturas asfálticas, proporcionando a melhoria das propriedades físicas e mecânicas.

Palavras-chave: propriedades; polímeros; engenharia.

INTRODUÇÃO

Nos últimos anos, a construção civil, tem sido alvo da incorporação dos mais diversos tipos de materiais alternativos que equilibrem sustentabilidade e viabilidade econômica.

Nesse âmbito passaram a ser utilizados os plásticos, cujas principais vantagens que apresentam são: resistência à corrosão, plasticidade, baixa densidade, isolante térmico, pequeno peso específico, possibilidade de coloração como parte integrante do material,

facilidade de adaptação à produção em massa, além do relativo baixo custo.

De acordo com a forma de obtenção, os plásticos podem ser classificados em: Termoplásticos: produzidos por poliadicação ou policondensação, são plásticos que necessitam de calor para serem deformados, sendo que temperaturas elevadas podem causar degradação ou decomposição. Estes materiais podem, teoricamente, ser várias vezes reaquecidos e moldados em novas formas, sem que ocorra alteração significativa das suas propriedades. Os mais conhecidos são os o polietileno, o orlon (acrilonitrila), o náilon, o polibuteno, o PVC (cloreto de polivinila), o PVA (acetato de polivinila), o cloreto de vinila, o acetato de vinila, o polipropileno isostático e os acrílicos; Termofixos: produzidos por policondensação, são plásticos moldados para uma determinada forma permanente e depois endurecidos. Durante o processo de solidificação, através da adição de determinados agentes químicos, formam uma massa estável que não pode voltar a amolecer sob pena de se degradar ou decompor. Elastômeros: são polímeros que podem sempre readquirir a sua forma original. São denominados de borracha sintética. Os mais utilizados são o neoprene (policloropreno), o butyl (isobutileno-isopreno), o teflon e o viton (politetrafluoretileno), o tiokol (polissulfeto), o SBR (estireno-butadieno), o adiprene (poliuretano polisiloxano) e o hypalon (polietileno clorossulfanado).

Os termoplásticos reciclados são um substituto a diversas aplicações de materiais convencionais, com a vantagem de ser uma alternativa que exige muito menos consumo de energia no seu processo industrial em comparação com outros materiais. O uso deste material na construção civil estimulará o aumento da reciclagem dos plásticos no país dando um uso mais nobre ao material e agregando maior valor ao produto da reciclagem.

Polímeros Reativos

Recentemente foi desenvolvido um polímero reativo para modificar quimicamente o asfalto, designado terpolímero de etileno, butilacrilato e glicidilmetacrilato. Esse polímero é um Terpolímero Elastomérico Reativo (RET) projetado especificamente para o asfalto modificado. A grande vantagem deste modificador é que o produto obtido é estocável, pois ocorre reação química entre o polímero e o asfalto. Esse modificador é um terpolímero cuja composição é diferente dos elastômeros formados por blocos de estireno - butadieno. Como o próprio nome indica, ele é um “terpolímero”, ou seja, é um polímero formado por três

monômeros diferentes, sendo eles a coluna de etileno, o n-butilAcrilato e o glicidilmetacrilato.

No seu nome também há a palavra “reativo”, pois por sua distribuição química, este polímero pode reagir quimicamente com os asfaltenos do asfalto para formar um composto inseparável. A molécula de asfaltenos possui mais de um grupo carboxila formando uma rede química. O Terpolímeroreage quimicamente com este grupo carboxila formando um éster aromático. Nota-se que a reação entre o Terpolímero e o asfalteno se dá através do monômero Glicidilmetacrilato. Esta é uma reação de adição e, portanto, não gera sub-produtos como vapor d’água ou gases voláteis (POLACCO *et al.*, 2004).

Estudo das propriedades dos materiais

Os materiais estão intimamente ligados à existência e a evolução da espécie humana. Desde o início da civilização, os materiais e a energia são usados com o objetivo de melhorar o nível de vida do ser humano. Dentre os materiais mais comuns, pode-se citar: madeira, cimento, aço, plástico, vidro, borracha, alumínio, cobre e papel. Existem muitos outros tipos de materiais e, para se notar tal fato, basta observar a constituição dos objetos ao nosso redor.

Uma caracterização microestrutural desejável envolve a determinação da estrutura cristalina, composição química, quantidade, tamanho, forma e distribuição das fases. A determinação da natureza, densidade e distribuição dos defeitos cristalinos também é em muitos casos necessária. Além disso, a orientação preferencial das fases (textura e microtextura) e suas diferenças de orientação também têm estreita relação com o comportamento mecânico dos materiais. Os constituintes presentes na microestrutura dos materiais apresentam estruturas diferenciadas e exigem um número diversificado de técnicas para a sua análise e compreensão.

É crescente o interesse pela área de análise e caracterização de materiais devido à necessidade de seleção adequada do material baseado no desempenho do sistema em estudo. Dependendo das solicitações a que o material ou sistema será submetido, a caracterização poderá abranger a avaliação de propriedades mecânicas, elétricas, bioatividade, imunogenicidade, eletrônicas, magnéticas, ópticas, químicas, térmicas e até mesmos a combinação de duas ou mais destas propriedades.

A caracterização de um material descreve os aspectos de composição e estrutura (incluindo defeitos), dentro de um contexto de relevância para um processo, produto ou propriedade em "particular" e visa principalmente estimar o desempenho no período de “vida útil” do material, minimizando a possibilidade de

degradação e falhas indesejáveis durante a utilização do produto.

A utilização de matérias-primas alternativas em obras civis é uma opção a ser considerada, pois, alguns materiais apresentam características similares às matérias-primas convencionais, oferecendo alguns benefícios como a redução do consumo de energia, e ainda minimizaria o efeito da migração de alguns componentes tóxicos de sua constituição para o lençol freático e os solos que tornando-se assim, uma prática ambientalmente adequada.

A produção e transformação de materiais em produtos finais podem ser consideradas como uma das atividades mais importantes de uma economia moderna, principalmente quando a mesma está inserida em conceitos de globalização (CALLISTER Jr, 2000). Na concepção e fabricação de um novo produto manufaturado, a etapa associada à seleção apropriada dos materiais que o constituirão e ao planejamento do processo de fabricação a ser empregado é fundamental. Esta etapa está associada a fatores como o ambiente de operação, os níveis de solicitação mecânica presentes, as temperaturas de trabalho ou ainda, a necessidade de obter-se um produto com custos reduzidos (CALLISTER Jr, 2000). A concepção desse produto exige que o responsável pela mesma, tenha noção da estrutura interna dos materiais, pois o conhecimento da mesma aos níveis atômico e sub-atômico permite prever o desempenho do material em serviço, bem como permite controlar suas características, dentro de certos limites (SMITH, 1998).

A seleção de um determinado material para integrar um novo produto é uma tarefa dinâmica e os princípios que a controlam são constantemente alterados à medida que novos materiais são também continuamente concebidos, bem como os requisitos técnicos e econômicos podem ser mudados. Um material, ao ser selecionado para integrar um produto, exhibe um conjunto de propriedades que são resultantes da estrutura interna do mesmo (MANSUR, 2003).

O desenvolvimento sistemático de novos materiais depende fortemente de sua caracterização em diversos níveis de resolução (VAN VLACK, 1997). Estrutura, microestrutura e geometria de defeitos, assim como composição química e distribuição espacial são parâmetros importantes para se determinar o comportamento de materiais em aplicações específicas (AMELINCKX et al, 2007).

Caracterizar um material, consiste em analisar o seu comportamento no tocante as suas partículas sub-atômicas, aos seus átomos, aos seus arranjos atômicos e, finalmente, ao nível macroscópico, apresentando assim, dados sobre

suas características básicas e também sobre o processamento até o momento de ser empregado (SCHACKELFORD,1995).

MATERIAIS E MÉTODOS

MATERIAIS

Os materiais utilizados na pesquisa foram: Termopolímero de etileno (POLIMUL SX-500) e o Metacrilato de Glicidilo (POLIMUL S-74), ambos representados na Figura 1.

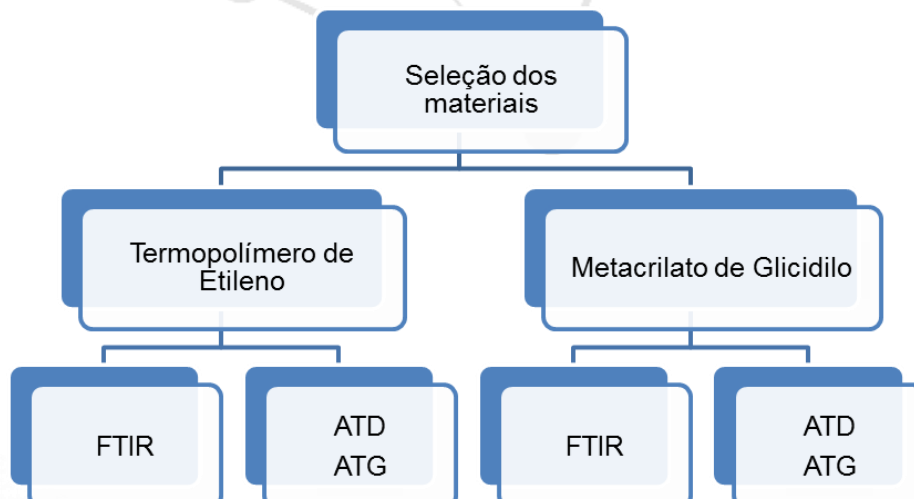
Figura 1: Polímeros: (a) Metacrilato de Glicidilo, (b) Termopolímero de Etileno.



METODOLOGIA

A Figura 2 apresenta o Fluxograma das etapas da pesquisa.

Figura 2: Fluxograma das etapas da pesquisa.



Na primeira parte da pesquisa foram realizados os ensaios de caracterização física e químico-mineralógica dos polímeros, sendo eles: Análise química (AQ), análise termodiferencial e gravimétrica (ATD e TG), difração de raios X (DRX), com a finalidade de determinar o seu estado de cominuição, componentes químicos e fases mineralógicas presentes.

Análise Química

Este ensaio fornece dados fundamentais de grande utilidade industrial e científica, e consiste em submeter à amostra a uma fluorescência de raios X, onde serão identificados os constituintes químicos do material.

O ensaio foi realizado em equipamento EDX 720 da Shimadzu. A Figura 3 apresenta o equipamento utilizado para realização deste ensaio.

Figura 3: Equipamento EDX utilizado para realização do ensaio.



Análise Termodiferencial e Termogravimétrica

As análises térmicas diferenciais (ATD) e termogravimétricas (TG) dos polímeros foram realizadas a temperatura máxima de 1000°C, o padrão utilizado nos ensaios de ATD é o óxido de alumínio (Al_2O_3) calcinado operando a 12,5°C/min. A massa utilizada foi em torno de $4,0 \pm 0,5$ gramas. A Figura 4 apresenta o equipamento utilizado para realização deste ensaio.

Figura 4: Equipamento para análises térmicas diferenciais (ATD) e termogravimétricas (TG).



Espectroscopia na região do infravermelho com Transformada de Fourier- FTIR

A caracterização estrutural dos ligantes asfálticos foi realizada através da obtenção de espectros na região do infravermelho, a partir da análise por transformada de Fourier (FTIR). Nessa análise se monitora as frequências das bandas referentes aos produtos formados durante a oxidação, que estão relacionadas ao envelhecimento oxidativo, durante o processo de usinagem e durante a vida de serviço do revestimento asfáltico (Mouillet et al., 2001). O monitoramento dos índices de oxidação, da carbonila, por exemplo, foi realizado considerando a seguinte equação (1):

$$I_{c=O} = \frac{\text{Área (C=O) centrada em } 1700 \text{ cm}^{-1}}{\text{Área (CH}_2\text{) centrada em } 1455 \text{ cm}^{-1} + \text{Área (CH}_3\text{) centrada em } 1376 \text{ cm}^{-1}} \quad \text{Eq.(1)}$$

A Figura 5 apresenta o equipamento utilizado para realização do ensaio de FTIR.

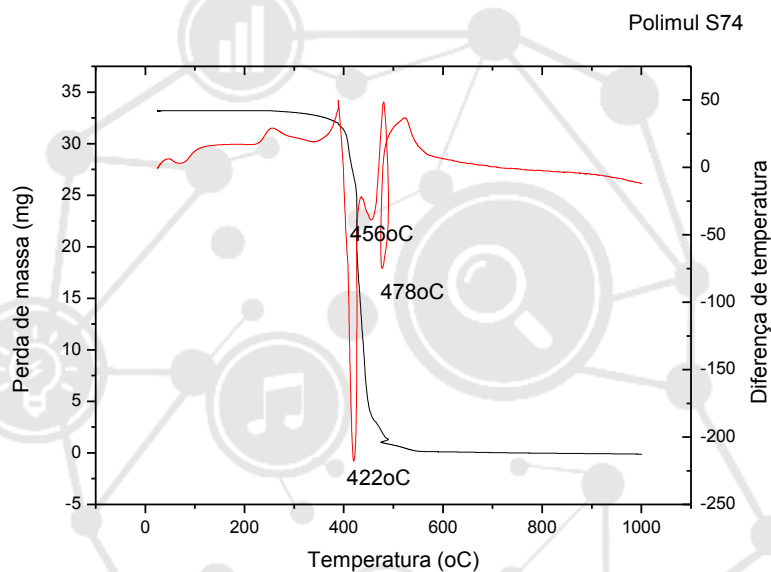
Figura 5: Equipamento utilizado para realização do ensaio de FTIR- Espectroscopia na região do infravermelho com Transformada de Fourier.



1. RESULTADOS E DISCUSSÕES

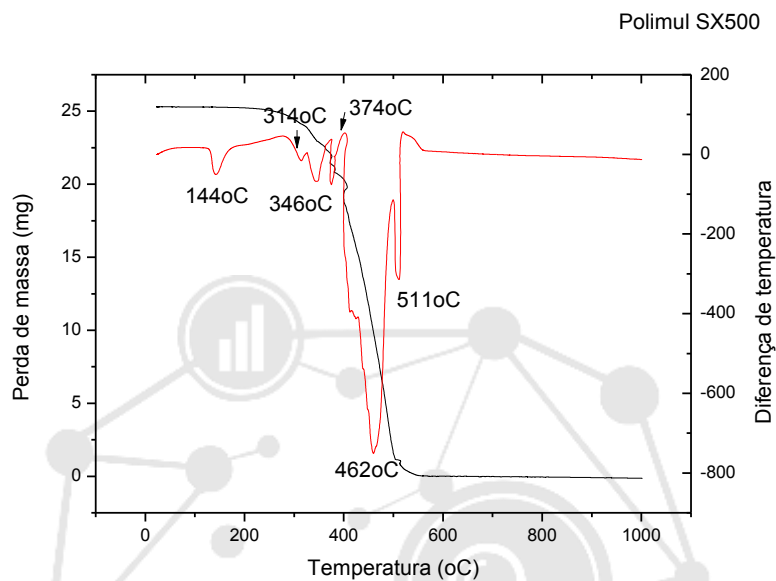
As Figuras 6 e 7 apresentam as curvas de análise termodiferencial e termogravimétrica para o Metacrilato de Glicidilo (POLIMUL S-74) e para o Terpolímero de Etileno (POLIMUL SX 500).

Figura 6: Curvas de ATD e ATG do Polimul S74.



De acordo com os resultados apresentados na Figura 6, observa-se que ocorreu uma transformação de fase da carboxila entre 422°C e 478°C, evidenciando-se uma perda total de massa de 4%.

Figura 7: Curvas de ATD e ATG do Polimul SX500.

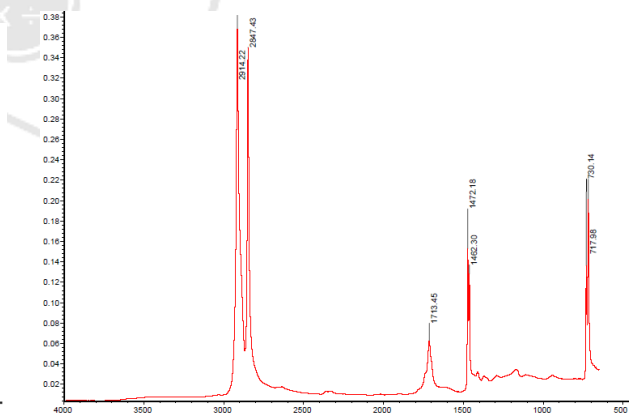
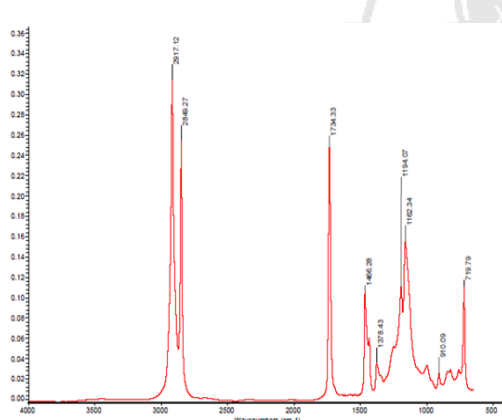


De acordo com a Figura 7, verifica-se a presença de pico endotérmica a 144°C referente à transformação da carboxila, podendo se estender a temperatura de 370°C. Na temperatura de 511°C verifica-se a presença de pico endotérmico identificando a finalização da transformação da carboxila. De acordo com a curva de análise termogravimétrica pode observar que ocorreu uma 1%.

As Figuras 8 e 9 ilustram o FTIR para o Terpolímero de Etileno e do Metacrilato de Glicidilo.

Figura 8: FTIR POLIMUL S74.

Figura 9: FTIR POLIMUL SX- 500.



A evolução no índice de carbonilas, calculados a partir dos espectros de FTIR, está representada nas Figuras 8 e 9. Os espectros de absorção na região do infravermelho do metacrilato de glicidilo (SX-74) e do Termopolímero de etileno (POLIMUL SX-500) estão representados nas Figuras 8 e 9. As absorções presentes no espectro de infravermelho do metacrilato de glicidilo-SX74 (Fig. 8) são condizentes com a composição química esperada para esse material (formado por três monômeros diferentes: Etileno, n-Butil Acrilato e Glicidil Metacrilato). Em 720 cm^{-1} observaram-se bandas de absorção que foram atribuídas como deformação angular de grupamentos etilas e/ou propilas. Em 1466 cm^{-1} e 1734 cm^{-1} , verifica-se a presença de bandas referentes ao grupamento metacrilato, atribuídas como deformação axial C-O e C=O de éster saturado, respectivamente. Na região que abrange a faixa de 1300 a 1000 cm^{-1} pode ser atribuída ao estiramento de C-O-C do grupamento epóxido presente no monômero metacrilato de glicidilo.

Para o termopolímero de etileno – SX 500 (Fig. 9), observa-se em 1717 cm^{-1} uma banda de média absorção, atribuída como deformação angular $-(\text{CH}_2)_n-$ da cadeia carbônica. Bandas características de deformação axial assimétrica aparecem na região que abrange a faixa de 1462 cm^{-1} a 1472 cm^{-1} , confirmando a composição química do material. Em 1717 cm^{-1} , observa-se o aparecimento de uma banda atribuída ao C=O de éster do terpolímero.

Observa-se que estes ofereceram um menor índice de C=O, logo apresentaram-se mais resistentes ao processo de envelhecimento, evidenciando assim a atuação como um agente antioxidante.

CONCLUSÕES

De acordo com os resultados obtidos pode-se concluir que os polímeros podem ser utilizados como aditivos em misturas asfálticas, possibilitando a melhoria das propriedades de viscosidade e recuperação elástica.

REFERÊNCIAS

POLACCO, G.; STASTNA, J.; BIONDI, D.; ANTONELLE, F.; VLACHOVICOVA, Z.; ZANZOTTO, L.; (2004) Rheology of asphalts modified with glycidylmethacrylate functionalized polymers, Journal of Colloid and Interface Science, p. 1-8.

MANSUR, Herman Sander. Técnicas de Caracterização de Materiais, Capítulo VII.

S. Amelinckx, D. Van Dyck, J. Van Landuyt, G. van Tendeloo, Handbook of Microscopy - Applications in Materials Science, Solid-state Physics and Chemistry, VCH Verlagsgesellschaft GmbH, Weinheim, Alemanha (1997).

SANTOS, Rui. Os plásticos na construção civil. Fernando Pessoa. Universidade Fernando Pessoa, 2010.

SCHACKELFORD, J. F. Ciências de materiais para ingenieros, PHH, 1995.

SMITH, W. F. Princípio de ciências e engenharia dos materiais, 3ed. Portugal: McGraw-Hill, 1998.

Van Vlack L. H., Princípios de Ciência dos Materiais, Ed. Edgard Blücher, S.P.1997

William D. Callister Jr., Introdução à Ciência e Engenharia de Materiais, Ed. LTC, 200.



JOIN

ENCONTRO INTERNACIONAL DE
JOVENS INVESTIGADORES
EDIÇÃO BRASIL



(83) 3322.3222
contato@joinbr.com.br
www.joinbr.com.br