

11º CONGRESSO BRASILEIRO DE POLÍMEROS

16 a 20 de Outubro de 2011
Campos do Jordão - SP

RECICLAGEM PRIMÁRIA DE RESÍDUOS DE PU EM NOVAS ESPUMAS RÍGIDAS

Mateus Mezzomo^a, Giordano Bernardes^b, Ruth Santana^{c*}

^{a,b,c} Departamento de Materiais - Universidade Federal do Rio Grande do Sul

^{a*} ruth.santana@ufrgs.br

Resumo: Espuma de Poliuretano (PU) é um material polimérico de estrutura celular, produzido pela reação dos seus dois principais componentes o polioli e o isocianato. O crescimento da produção e consumo destas espumas nas diversas áreas tende a tornar-se um problema seja na produção deste ou quando este se torne um material pós-uso, especialmente pois estas são difíceis de ser reciclado pelos métodos convencionais dos termoplásticos, devido a se tratar de um polímero termofixo. Nesse sentido o objetivo desse trabalho é reciclar os resíduos dos desbastes das pranchas de surfe de espumas rígidas de PU (Lascas e particulado), na forma de carga (PUr) em novas espumas de PU, na qual serão usadas como um dos componentes, dois tipos de polióis de origem vegetal e petroquímica. Os resultados mostraram que as espumas de polioli vegetal carregadas com espuma de PUr mostraram melhor desempenho mecânico do que as de origem petroquímica.

Palavras-chave: polioli vegetal; PU; espumas rígidas; propriedades mecânicas.

Primary recycle of PU residues in new rigid foams

Abstract: Polyurethane foam (PU) is a polymeric material of cellular structure produced by the reaction from your two main components, the polyol and the isocyanate. The growth of the production and consumption of these foams in the diverse areas to generate a problem, such as in the production of this or when this will be a waste, especially these is difficult to be recycled for the conventional methods of thermoplastic, due to deal of a polymer termofixo. In this way, the aim of this work is to recycle the residues of the loopings of the surfe plates of rigid foam of PU (Chips and particulate), in the filler form (PUr) in new foam of PU, in which, they will be used as one of the components, two types of polióis of vegetal and petrochemical origin. Results had shown that the foam of vegetal polioli filled with foam of PUr had better shown mechanical performance when compared of the petrochemical origin.

Key-words: vegetal polioli; PU; rigid foams; mechanical properties.

Introdução

Espumas rígidas de poliuretano (PU) representam o segundo maior mercado para esse tipo de polímero, atrás apenas das espumas flexíveis. Apesar disso é o segmento dos poliuretanos que apresenta o maior crescimento anual. O principal uso das espumas rígidas de poliuretano é para isolamento térmico, em tubulações, contêineres, caminhões, vagões, tanques, refrigeradores, etc. Outras aplicações incluem painéis divisórios, blocos para pranchas de surf, embalagens, mobiliário, estruturas flutuantes e componentes de carros e aviões [1].

O principal uso das espumas rígidas de poliuretano é para isolamento térmico, em painéis de frigoríficos, forros de teto para uso residencial e comercial (nesse último caso também atua como isolante

acústico) [2], além de blocos para pranchas de surfe e componentes de carros e aviões. O poliuretano é resultado da reação de dois componentes: um deles é o isocianato e o outro é o poliól. Este último é aditivado (catalisadores, agentes de expansão, retardantes de chama, etc.)[3]

Um dos problemas ambientais relacionado com as espumas de PU, é a destinação final desse material. Como uma das suas principais características é a baixa densidade, tipicamente variando entre 20 e 60 kg/m³, com pouca quantidade dos precursores (líquidos) se consegue atingir grandes volumes de espuma. Isso somado à grande utilização desse material, à diminuição dos espaços físicos para aterros sanitários e ao aumento na geração de resíduos, acaba por tornar a disposição final das espumas rígidas de poliuretano um desafio.

Assim sendo, atualmente muito mais atenção está sendo dispensada à reciclagem desse material. Como esperado, as ações se voltaram primeiro para a reciclagem mecânica (por ser considerada mais simples). Esse tipo de reciclagem geralmente consiste na moagem e posterior incorporação das espumas em outros sistemas. Há também muitos estudos sobre a reciclagem química, em que um solvente é usado e o objetivo é recuperar um dos precursores. A reciclagem termo-química, por sua vez, usa altas temperaturas para decompor o polímero. Queimar, controladamente, resíduos de PU para geração de energia também é possível, em um processo chamado de reciclagem energética [4-7]. Outra maneira de evitar o acúmulo de resíduos de espumas rígidas de PU no meio ambiente é fazer com que o material seja biodegradável. Essa solução está sendo testada e é promissora; um dos fatores que ajudam na biodegradabilidade das espumas de PU é utilizar um precursor vindo de uma fonte renovável, como certos tipos de óleos vegetais [8-10].

No caso específico de pranchas de surfe, na produção destas geralmente são gerados lascas e particulado, causando problemas de poluição particulada em suspensão e portanto, a saúde do trabalhador. A reciclagem mecânica deste resíduo pelo método convencional dos termoplásticos é inviável, já que este tipo de material não funde. Entretanto, quando moída a certa granulometria, podem ser reutilizadas como carga na formulação de uma nova espuma. O objetivo do presente trabalho é aproveitar as sobras do processo de fabricação de pranchas de surfe como matéria-prima de um novo bloco de espuma rígida de poliuretano reciclado (PUr), assim como avaliar comparativamente o desempenho com dois tipos de poliól (petroquímico e vegetal).

Experimental

Materiais e Metodologia

Para a preparação das espumas de PU foram usados dois sistemas poliól-isocianato, onde os polióis fornecidos (petroquímico-P e vegetal-V) encontram-se aditivados. O resíduo usado foi proveniente da aparas de blocos de espuma rígida de PU utilizados na preparação de pranchas de surfe. Esses resíduos foram moídos em um moinho de facas. Para haver um melhor controle sobre a granulometria, os mesmos foram peneirados e separados de acordo com o tamanho de seus grânulos. Partículas maiores que 500 e menores que 90µm não foram usadas nesse estudo. Houve ainda uma separação com uma peneira de abertura de

250 μ m. Dessa maneira, ao final do processo, foram obtidos resíduos com duas granulometrias distintas, uma entre 90 e 250 μ m e a outra entre 250 e 500 μ m como mostrada na Figura 1.



Fig. 1: Resíduo de PU moído com tamanho de partícula entre 90 μ m (esquerda) e 250 μ m (direita).

De cada um dos dois sistemas polioliol-isocianato foram sintetizados 6 blocos de espuma de PU rígida, dos quais duas não possuem carga e as outras quatro 5% incorporado ao polioliol antes da reação com o isocianato (MDI), como indicado na Tabela 1. A mistura dos dois componentes principais, polioliol e isocianato, era realizada dentro de um copo plástico descartável e após o tempo de gel, em média 10s, era vertida dentro de um molde de dimensões 220x110x110(mm), e após 24 h os blocos eram desmoldados para preparação de corpos de prova, como mostrado na Figura 2.

Tabela 1. Condições de processamento RRIM das espumas de PU rígido.

Amostras	Polioliol	Carga (%m/m)	Granulometria da carga (μ m)
V0	Vegetal	0	–
VF	Vegetal	5	90 – 250
VG	Vegetal	5	250 – 500
P0	Petroquímico	0	–
PF	Petroquímico	5	90 – 250
PG	Petroquímico	5	250 – 500

Caracterização

As amostras processadas foram caracterizadas pelas suas propriedades físicas e mecânicas tais como: aparência física, densidade, e resistência à compressão. A densidade aparente foi determinada em blocos foram cortados em peças de aproximadamente 50x50x20 (mm), medidas com um paquímetro e pesadas. Foram realizados ensaios mecânicos de resistência à compressão com corpos-de-prova cortados a partir dos blocos de poliuretano. O tamanho aproximado de cada corpo-de-prova era 50x50x20 (mm). Como os blocos não fraturavam, o ensaio era encerrado assim que a deformação chegava ao valor de 10%, de acordo com a norma ABNT 15366.

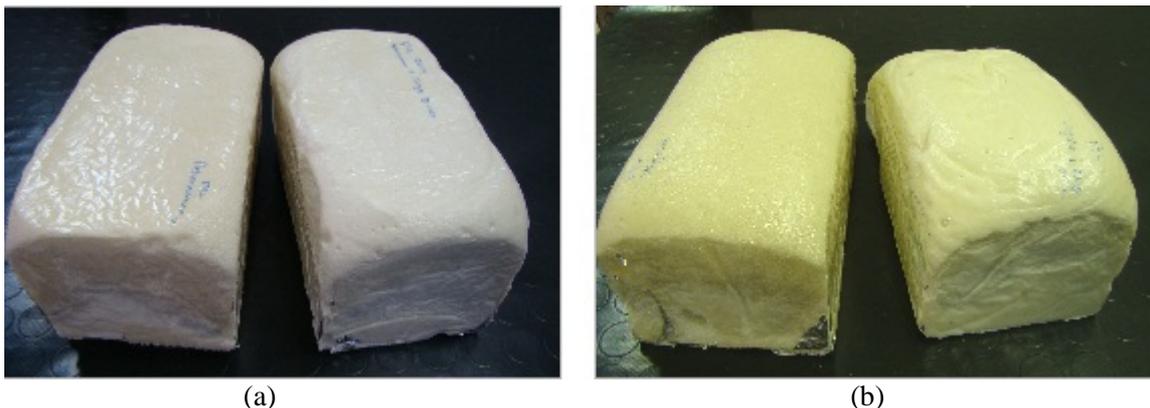


Fig.2: Blocos de espuma rígida de PU a partir da reação de MDI e polioliol (a) petroquímico (virgem e reciclado) e (b) vegetal (virgem e reciclado).

Caracterização

As amostras processadas foram caracterizadas pelas suas propriedades físicas e mecânicas tais como: aparência física, densidade, e resistência à compressão. A densidade aparente foi determinada em blocos foram cortados em peças de aproximadamente 50x50x20 (mm), medidas com um paquímetro e pesadas. Foram realizados ensaios mecânicos de resistência à compressão com corpos-de-prova cortados a partir dos blocos de poliuretano. O tamanho aproximado de cada corpo-de-prova era 50x50x20 (mm). Como os blocos não fraturavam, o ensaio era encerrado assim que a deformação chegava ao valor de 10%, de acordo com a norma ABNT 15366.

Resultados

Densidade das espumas

Na Figura 3 são mostradas as densidades das amostras de espumas rígidas sem e com carga, onde observam-se que as espumas sintetizadas com polioliol vegetal apresentaram maior densidade do que as de natureza petroquímica, este resultado é visto tanto nas espumas de PU puras e as recicladas PUr. Comparando as densidades das espumas recicladas, apesar de manter o teor de carga constante (5% m/m), observa-se que as espumas com carga de granulometria menor (90-250 μ m) apresentaram maiores valores do que as carregadas com granulometria maior. Resultado que pode estar indicando maior empacotamento da carga menor nas células da espuma.

No caso da carga de granulometria maior, esta poderia estar ocasionando a ruptura das células, gerando maior volume livre e, portanto menor densidade como pode ser visualizado na Figura 4, onde as amostras das espumas VG e PG apresentaram ruptura de células, sendo observada maior concentração destas na espuma de PU VG, o que resultou numa queda drástica da densidade.

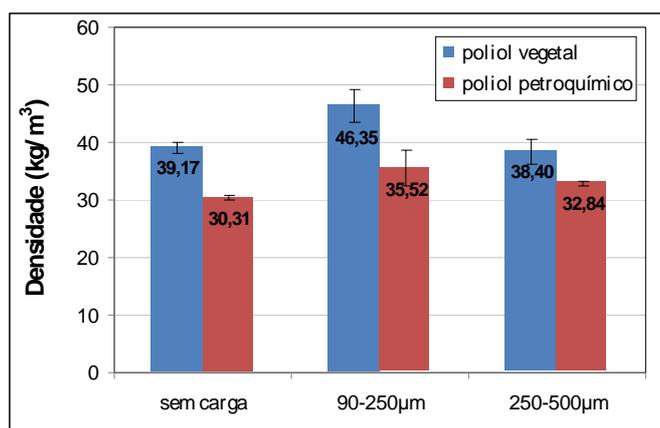


Fig. 3: Densidade aparente das espumas rígidas de poliuretano.

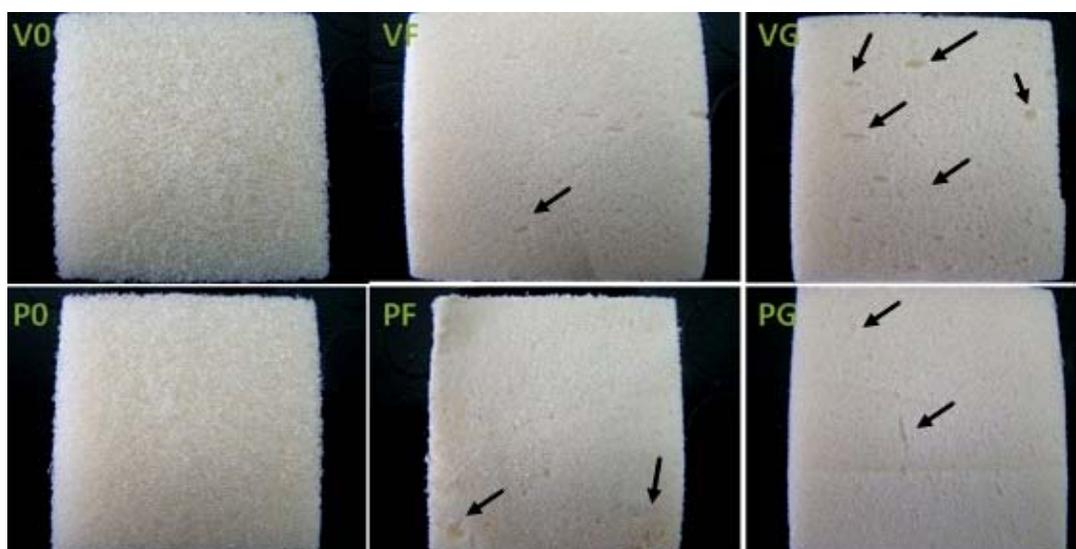


Fig.4: Corpos-de-prova das diferentes formulações das espumas rígidas de PU, onde V(vegetal) e P (petroquímico), F (carga de granulometria fina) e G (carga de granulometria grossa).

Resistência à compressão

Na Figura 3 são mostrados os resultados da resistência a compressão das amostras de espumas rígidas sem e com carga, até um 10% de deformação. Espumas sem carga apresentaram maior resistência à tração do que as carregadas, sendo que as sintetizadas com poliol vegetal apresentaram ligeira superioridade. No caso das espumas carregadas, observa-se uma diferença pronunciada da granulometria, na qual, onde partículas menores influenciara na resistência a compressão, possivelmente pelo grau de empacotamento, torná-lo rígido e frágil.

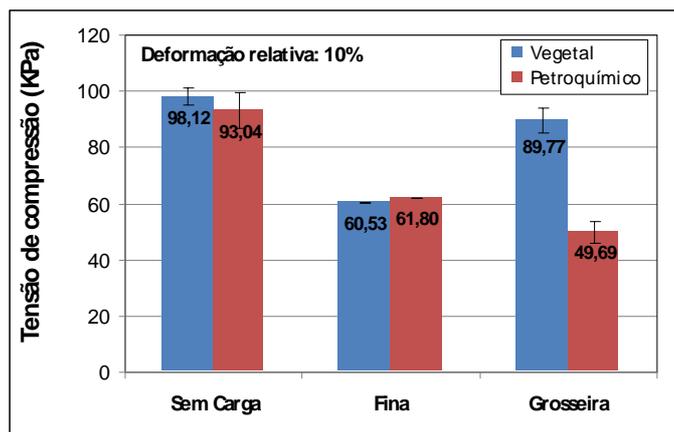


Fig. 5: Resultados da tensão de compressão a 10% da deformação relativa.

Conclusões

Resultados obtidos da caracterização preliminar deste trabalho levam a concluir que é possível reciclar resíduo de PU rígido como carga em novos blocos de espumas rígidas. Além disso, neste trabalho mostrou-se que é possível obter novos blocos de espuma de PU “verde” isto é, usando pelo menos um dos componentes da reação de fonte renovável (poliol vegetal), o qual mostrou-se com melhor desempenho mecânico do que o petroquímico, na propriedade avaliada. Finalmente, o tamanho de partícula exerce grande influência nas propriedades finais da espuma.

Referências Bibliográficas

1. Al-Salem SM, Lettieri P, Baeyens J. *Progress in Energy and Combustion Science*. 2010, 36, 103.
2. Zia KM, Bhatti HN, Bhatti IA. *Reactive & Functional Polymers*. 2007, 67, 675.
3. Vilar, W. Química e Tecnologia dos Poliuretanos. Disponível em <<http://www.poliuretanos.com.br/>>.
4. Al-Salem, SM; Lettieri, P; Baeyens, J. *Progress in Energy and Combustion Science* 2010; 36: 103-129.
5. Fraj AB, Kismi M, Mounanga P. *Construction and Building Materials* 2010; 24: 1069-1077.
6. Mounanga P, Gbongbon W, Poullain P, Turcry P. *Cement & Concrete* 2008; 30: 806-814.
7. Gadea J, Rodríguez A, Campos PL, Gabarito J, Calderón V. *Cement & Concrete Composites* 2010 (Article in Press).
8. Kiatsimkul P, Suppes GJ, Hsieh F, Lozada Z, Tu Y. *Industrial Crops and Products* 2008; 27: 257-264.
9. Ferrer MCC, Babb D, Ryan AJ. *Polymer* 2008; 49: 3279-3287.
10. Gryglewicz S, Piechocki W, Gryglewicz G. *Biosource Technology* 2003; 87: 35-39.