

INFLUÊNCIA DA BIODEGRADAÇÃO EM ESPUMA RÍGIDA (POLIURETANO) INCORPORADAS COM CARGAS FLORESTAIS EM PARAMETROS COLORIMETRICOS

DIEMIS MELO SCHNEIDER¹; **NIDRIA DIAS CRUZ²**; **ANDREY PEREIRA ACOSTA²**; **RAFAEL DE AVILA DELUCIS³**

¹*Universidade Federal de Pelotas 1 – diemis_schneider@hotmail.com*

²*Universidade Federal de Pelotas – nidria_cruz@hotmail.com; andreyspv@gmail.com*

³*Universidade Federal de Pelotas – rafael.delucis@ufpel.edu.br*

1. INTRODUÇÃO

O poliuretano (PU) foi sintetizado pela primeira vez por Otto Bayer em 1937 e são resultantes da reação entre um isocianato, di ou polifuncional, e um poliol (grupo hidroxilado). A partir de diferentes matérias-primas e aditivos, é possível se obter uma gama de produtos, como dentro do segmento moveleiro, peças automotivas, em calçados, entre outros, tornando essa classe de polímero amplamente utilizada na indústria (BAYER, 1937; VILAR, 2004).

Dentre os diversos tipos de poliuretanos, encontram-se as espumas rígidas que possuem cadeia polimérica altamente reticulada, alta porcentagem de células fechadas e segmentos rígidos, que resultam em maior resistência mecânica e absorção de impacto (comparado aos outros tipos de PU).

O crescimento econômico das últimas décadas resultou num forte incremento da quantidade de resíduos gerados causando um problema ambiental a nível mundial. Dentre esses resíduos, os resíduos (lignocelulosicos ou de base florestal) são responsáveis por ocupar grandes espaços em aterros sanitários no ambiente urbano, o que leva a preocupações relacionadas à poluição do ar, à contaminação de lençóis freáticos e solos e quando este resíduo é queimado emite gases de efeito estufa e tóxicos (Delucis, 2018).

A substituição parcial de polímeros evita o uso de petroquímicos e barateia o custo do material, também implica na diminuição da pegada de carbono e na produção de peças capazes de reter CO₂ em sua estrutura. E considerando que esses recursos geralmente são inadequadamente destinados, seu uso para produzir novos materiais impediria a incineração de energia, a disseminação de terras ou o aterro sanitário.

Nesse estudo, as espumas foram avaliadas quanto resistência a biodegradação usando fungos especializados em materiais lignocelulosicos.

2. METODOLOGIA

Este trabalho foi realizado no Laboratório do prédio de Engenharia Industrial Madeireira da Universidade Federal de Pelotas

As espumas rígidas usadas no estudo são à base de PU e foram preparadas pelo método de vazamento em subida livre. Assim, todos os materiais (exceto MDI polimérico) foram agitados mecanicamente a 1000 rpm por 60 s e depois desgaseificados por 2 min. Posteriormente, o MDI foi adicionado ao sistema de acordo com uma relação NCO / O de 1,2. O líquido foi misturado manualmente por 20 s e derramado em um molde aberto. A espuma final foi pós-curada em forno elétrico a 60 °C por 2 h.

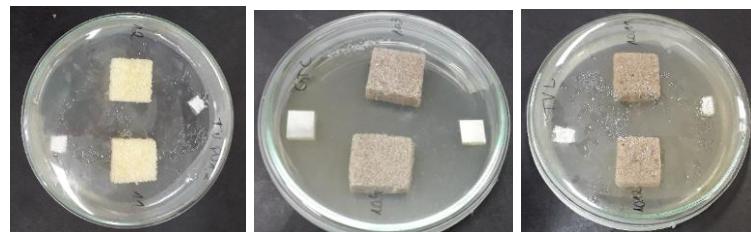


Figura 1 – Fotos ilustrativas de amostras de PU incorporada com madeira antes de serem expostas aos fungos.

O teste laboratorial de resistência à decomposição de fungos foi realizado de acordo com a ENV 12038, utilizando amostras prismáticas com dimensões de $10 \times 20 \times 20 \text{ mm}^3$ inoculadas com os fungos podres em placas de Petri com diâmetro de 120 mm. Para comparar espumas limpas e reforçadas por tipo de carga, foram utilizadas sete amostras para cada condição.

Os testes de decaimento das espumas foram realizados com o fungo podridão branca, *Trametes versicolor*, e o fungo podridão parda, *Gloeophyllum trabeum*. Durante um período de incubação de 12 semanas a $20 \pm 2^\circ\text{C}$ e com UR de 65% em uma câmara microbiológica. Em seguida, as amostras deterioradas foram cuidadosamente removidas das placas de ágar, retirando os micélios circundantes das amostras. Finalmente, os espécimes foram condicionados em uma câmara climática a temperatura de $23 \pm 2^\circ\text{C}$ e umidade relativa de $50 \pm 5\%$ até atingir uma massa estável.

Foi exposto os fungos aos corpos de prova de Poliuretano (PU), Poliuretano incorporado com 10% de madeira (PU/M), Poliuretano incorporado com 10% de casca (PU/C), Poliuretano incorporado com 10% de lignina kraft (PU/L), Poliuretano incorporado com 10% de lama de papel (PU/PR).

Para analisar a biodegradação das amostras realizou-se um ensaio de Colorimetria com o equipamento (Colorímetro Konica Minolta modelo cr-400). O equipamento utilizado neste ensaio, o Colorímetro, converte a resposta luminosa de um determinado objeto em valores numéricos do espaço de cor CIELab, valores estes que representam as cores de acordo com sua cromaticidade e luminância. Foi feito o ensaio com a parte superior e inferior de cada corpo de prova, afim de obter um resultado mais completo.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na figura 1 são apresentados os parâmetros colorimétricos referentes a coordenada L^* (Luminosidade) (A), a^* (verde-vermelho) (B) e b^* (azul-amarelo) (C), das espumas rígidas sem incremento das cargas florestais, com adição de madeira, casca, lignina e lama de papel.

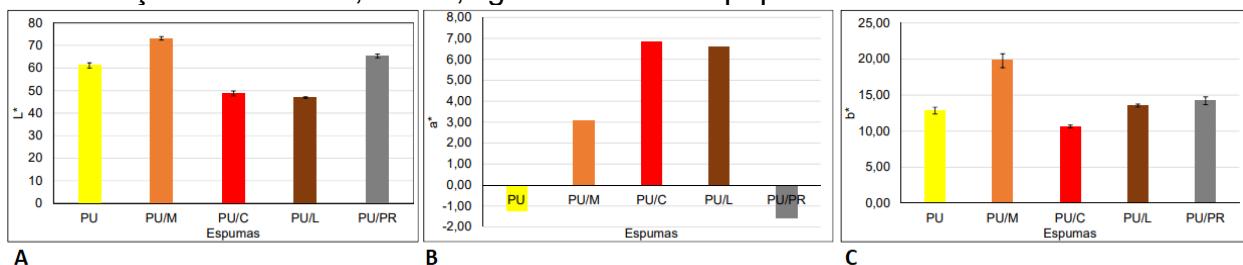
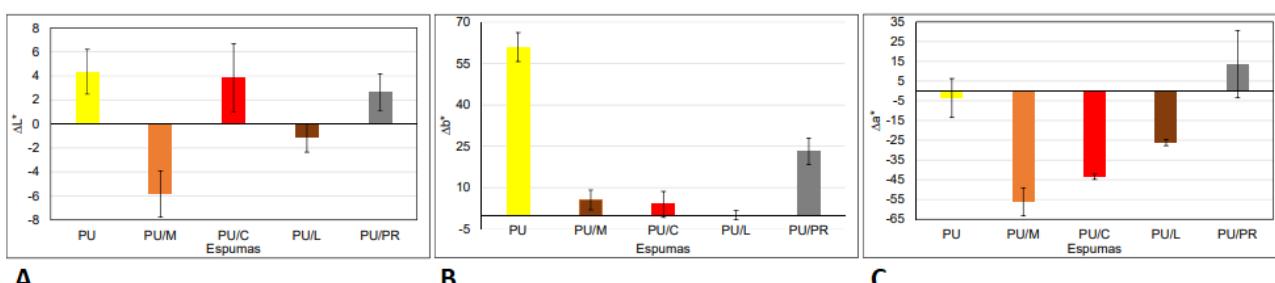


Figura 1 – Gráfico A referente a L^* (luminosidade), B referente a a^* (verde-vermelho), C referente a b^* (azul-amarelo) das espumas PU, PU/M, PU/C, PU/L e PU/PR.

Nota-se um menor parâmetro na coordenada L^* referente a luminosidade (Figura 1-A) para a espuma PU/L e PU/C se comparada aos demais incrementos, essa diferença pode ser justificada pois a lignina e a casca apresentam uma coloração mais acentuada.

Referente as coordenadas a^* e b^* (Figura 1-B e 1-C) observa-se que a espuma PU/L e PU/C apresentam um parâmetro maior que os demais. Conforme DELUCIS (2018) as espumas preenchidas com casca e lignina apresentaram tons voltados para vermelho ($>a^*$) e inferiores voltados para amarelo ($<b^*$).

Em referência a figura 2 e figura 3 são apresentados os parâmetros de variação colorimétricos entre as espumas antes e após ter contato o fungo, *Trametes versicolor* e *Gleophyllum trabeum*, respectivamente, referente a coordenada L^* Luminosidade (a), b^* matriz azul-amarelo (B) e a^* matriz verde-vermelho (C), das espumas rígidas sem incremento das cargas florestais, com adição de madeira, casca, lignina e lama de papel.

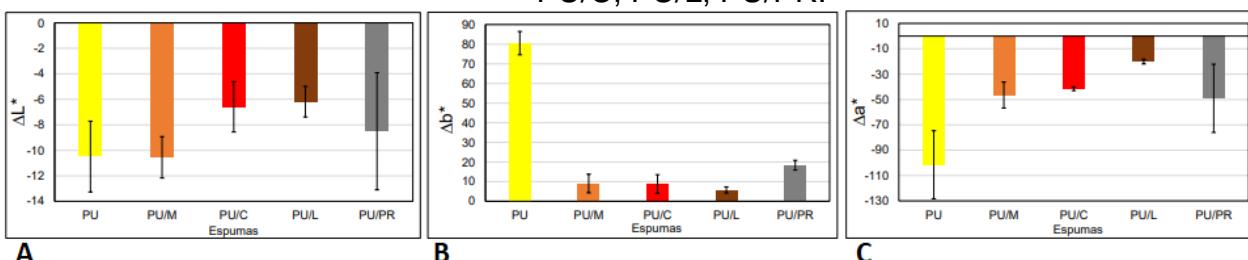


A

B

C

Figura 2 – Gráfico A referente a variação de L^* , B para variação de b^* e C para a variação de a^* , após o contato do fungo *Trametes versicolor* para PU, PU/M, PU/C, PU/L, PU/PR.



A

B

C

Figura 3 – Gráfico A referente a variação de L^* , B para variação de b^* e C para a variação de a^* , após o contato do fungo *Gleophyllum trabeum* para PU, PU/M, PU/C, PU/L e PU/PR.

Na Figura 2 observamos que no gráfico (A) a variação da luminosidade foi maior para o PU e PU/C, em (B) aumentou a coloração amarela para o PU e PU/PR, já no (C) apresentou uma redução na coloração vermelha para PU/M e PU/C devido a exposição ao fungo *Trametes versicolor*.

Conforme Rowell (2005), os fungos de podridão branca degradam indistintamente os açúcares da madeira, como a lignina, tornando assim o material mais claro.

Em relação a figura 3, o gráfico (A) as espumas PU e PU/M apresentaram uma redução na luminosidade maior que aos demais, para o (B) apresenta-se uma coloração amarelada mais acentuada para o PU e PU/PR, já para o (C) as espumas de PU e PU/PR demonstraram uma coloração mais acentuada de verde, devido a presença do fungo *Gleophyllum trabeum*.

O comportamento dos fungos de podridão parda é atacar os componentes da parede celular da madeira (celulose e hemiceluloses), deixando intacta a região envoltória das células onde se concentra a lignina, acarretando em um material mais escuro (ROWELL, 2005).

Já na figura 4 são apresentados os parâmetros de cromaticidade entre as espumas referente as coordenadas L* Luminosidade e C* cromaticidade.

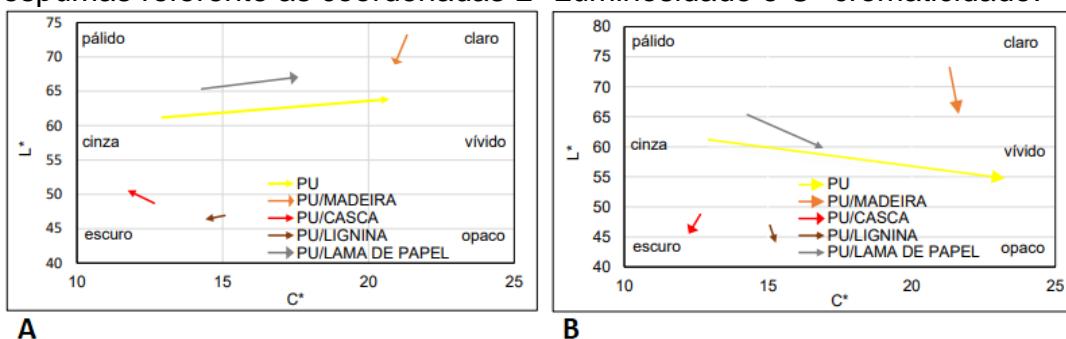


Figura 4 – Gráfico de cromaticidade das espumas de cargas florestais.

Observa-se que em (A) a espuma PU e PU/PR após o contato do fungo da podridão branca tendeu a ficar mais vivo e claro, devido que a saturação e luminosidade aumentou, já em (B) a presença do fungo da podridão parda ocasionou que PU e PU/PR seguiram a aumentar sua saturação, porém a tender a ficar mais opaco.

4. CONCLUSÕES

De acordo com as condições estudadas neste trabalho, pode-se concluir que com a adição das cargas florestais cada incremento acaba causando uma alteração nos parâmetros colorimétricos com destaque para a lignina e a casca em que apresentaram uma distinção maior em relação aos demais.

As espumas com cargas florestais quando expostas aos fungos sofrem uma alteração em sua característica como na espuma PU/PR que com o contato com o fungo da podridão branca tende a ficar mais claro e vivo, já a PU quando em contato com o fungo da podridão branca acaba perdendo um pouco da claridade, mas tende a ficar mais viva.

Espumas com adição de lignina e casca apresentam uma coloração mais avermelhada que com esse atributo pode ser indicado ao uso em materiais que necessitem dessa característica.

5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- BAYER, O. **Patent 728981, Deutsches Patentamt**, 1937
- VILAR, W. D. **Química e Tecnologia dos Poliuretanos**. 3.ed. Rio de Janeiro: Vilar Consultoria, 2004.
- ASHIDA, K. **Polyurethane and Related Foams: Chemistry and Technology**. Taylor e Francis Group, Boca Raton, FL, USA, 2007.
- HUSIC, S.; JAVNI, I.; PETROVIC, Z.S. **Thermal and mechanical properties of glass reinforced soy-based polyurethane composites**. Composites Science and Technology, p. 65, n. 1, p. 19–25, 2005.
- DELUCIS, R. A. **EFEITO DA INCORPORAÇÃO DE RESÍDUOS DE BASE FLORESTAL EM PROPRIEDADES DE BIOESPUMAS RÍGIDAS DE POLIURETANO**. 2018. Tese (Doutorado em Engenharia) - Curso de Pós-Graduação em Engenharia de Minas, Metalúrgica e de Materiais, Universidade Federal do Rio Grande do Sul.
- DELUCIS, R. A. **Durabilidade da madeira de quatro espécies de eucaliptos submetidas a testes de campo**. 2014. Dissertação (Mestrado em Ciencia e Engenharia de Materiais) - Programa de Pós Graduação em Ciência e Engenharia de Materiais, Universidade Federal de Pelotas