

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

DIEMIS MELO SCHNEIDER<sup>1</sup>; NIDRIA DIAS CRUZ<sup>2</sup>; ANDREY PEREIRA  
ACOSTA<sup>2</sup>; RAFAEL DE AVILA DELUCIS<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Universidade Federal de Pelotas 1 – diemis\_schneider@hotmail.com 1

<sup>2</sup>Universidade Federal de Pelotas – nidria\_cruz@hotmail.com; andreyspv@gmail.com 2

<sup>3</sup>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 CO<sub>2</sub> 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.

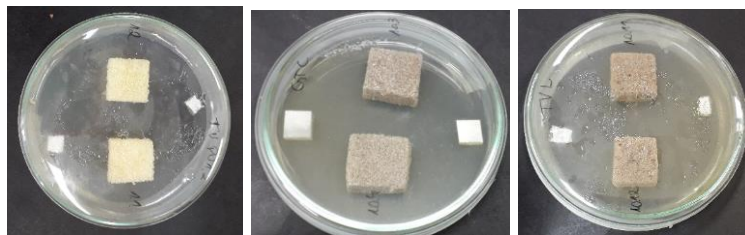


Figura 1 – Fotos ilustrativas de amostras de PU incorporada com madeira antes de serem expostas aos fungos.

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 CIE Lab, 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.

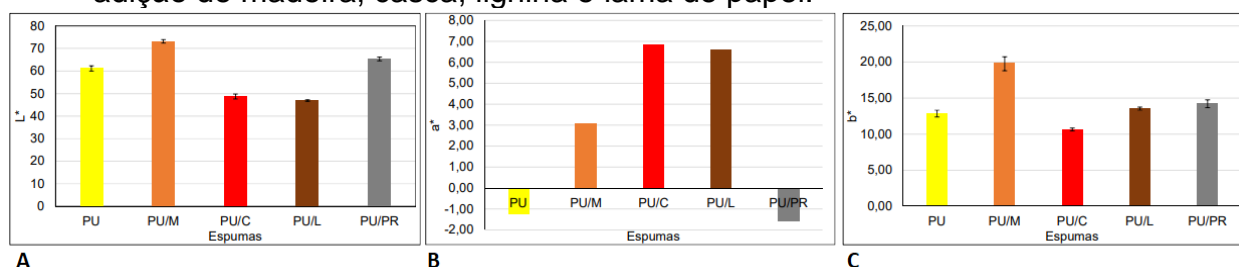


Figura 1 – Gráfico A referente a  $L^*$  (luminosidade), B referente a  $a^*$  (verde-vermelho), C referente a  $b^*$  (azul-amarelo) das espumas PU, PU/M, PU/C, PU/L e PU/PR.

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.

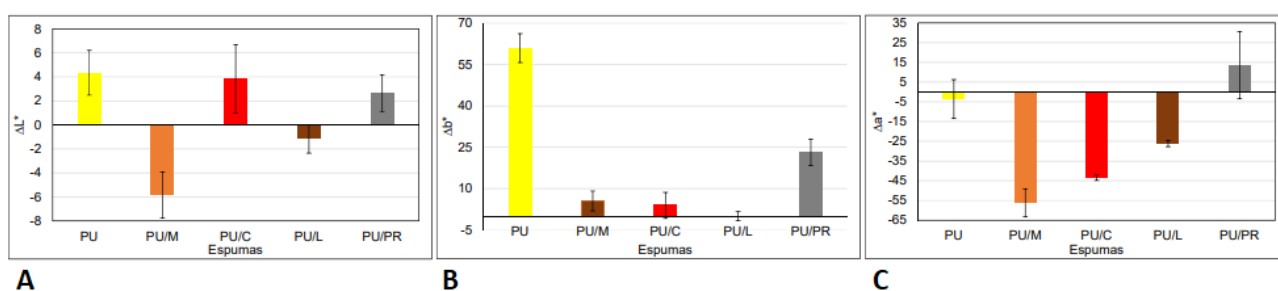


Figura 2 – Gráfico A referente a variação de  $L^*$ , B para variação de  $b^*$  e C para a variação de  $a^*$ , após o contato do fungo *Trametes versicolor* para PU, PU/M, PU/C, PU/L, PU/PR.

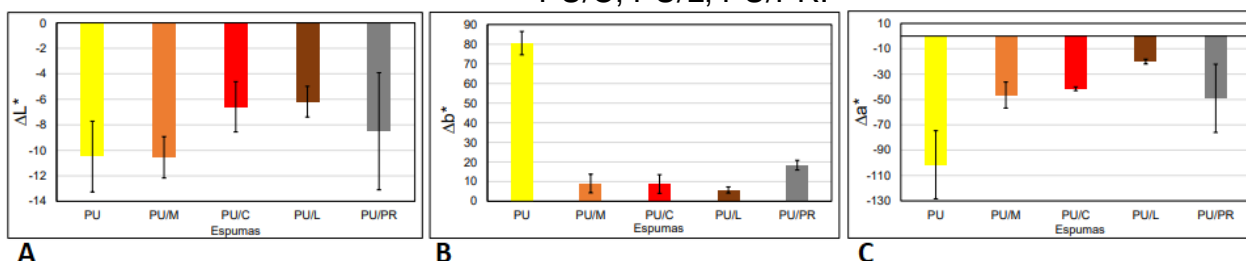


Figura 3 – Gráfico A referente a variação de  $L^*$ , B para variação de  $b^*$  e C para a variação de  $a^*$ , após o contato do fungo *Gleophyllum trabeum* para PU, PU/M, PU/C, PU/L e PU/PR.

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.

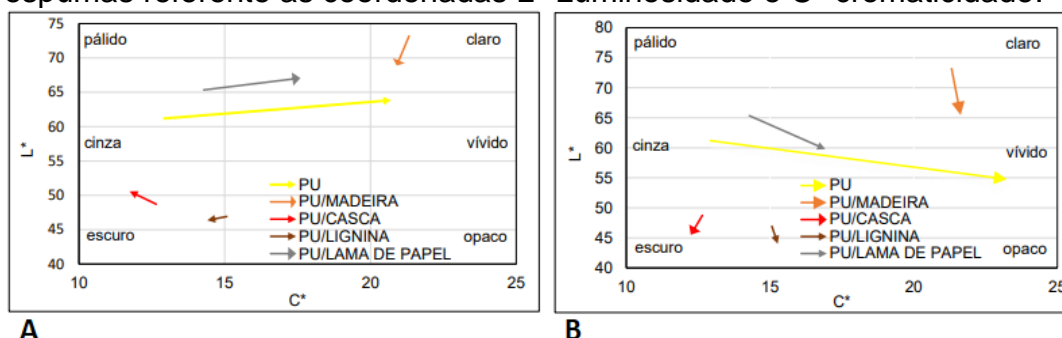


Figura 4 – Gráfico de cromaticidade das espumas de cargas florestais.

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 Ciência e Engenharia de Materiais) - Programa de Pós Graduação em Ciência e Engenharia de Materiais, Universidade Federal de Pelotas