

APLICAÇÃO DE LIGNINA EM POLÍMEROS TERMOPLÁSTICOS: UM ESTUDO DE REVISÃO DA LITERATURA

Michele Damiana Mota Martins¹; Ana Paula Bispo Gonçalves²; Josiane Dantas Viana Barbosa³; Luciano Pisanu⁴

¹ Bolsista; Pesquisa, Desenvolvimento e Inovação - Nível 3 - EMBRAPPII; michele.motamartins@gmail.com

² Doutora em Engenharia Química; Bolsista; Pesquisa, Desenvolvimento e Inovação - Nível 1 – EMBRAPPII; anapaulabisgon@gmail.com

³ Doutora em Ciência e Engenharia de Materiais; Centro Universitário SENAI CIMATEC; Salvador-BA; josianedantas@fieb.org.br

⁴ Doutor em Engenharia Industrial; Centro Universitário SENAI CIMATEC; Salvador-BA; luciano.pisanu@fieb.org.br

RESUMO

O presente estudo visa uma revisão bibliográfica sobre o uso de lignina em polímeros termoplásticos. A lignina, subproduto da indústria papelreira que comumente é utilizada para geração de energia por meio de sua queima, vem conquistando aplicações mais nobres, sendo a pesquisa científica um dos caminhos para novas descobertas. Portanto, na construção deste estudo de revisão foram abordados artigos científicos, teses, dissertações e livros que registraram o uso da lignina em polímeros termoplásticos. As literaturas que constam nesse resumo compreendem os anos de 2001 a 2019. Foram encontradas aplicações da lignina em distintos polímeros, sendo descritos nesse estudo o polipropileno, poliestireno expandido pós consumo, PBAT, amido e poli (metacrilato de metila).

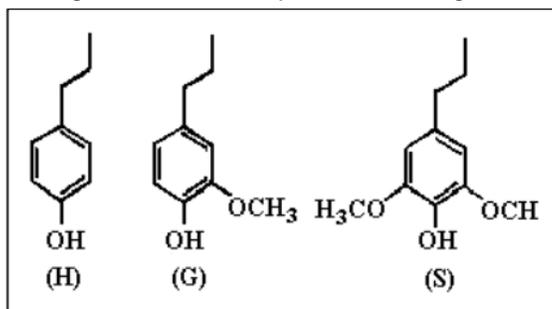
PALAVRAS-CHAVE: Lignina; Polímeros; Termoplásticos.

1. INTRODUÇÃO

As fibras vegetais são conhecidas como lignocelulósicas por apresentarem em sua composição celulose, hemicelulose e lignina, além de outros elementos como pectina, sais inorgânicos, substâncias nitrogenadas, corantes naturais (frações de solúveis)¹. Agrawal et al (2000) apud Barbosa (2011)¹ relata que as fibras com altas concentrações de lignina são de excelente qualidade e bastante flexíveis. Além disso, a lignina é mais hidrofóbica que a celulose², fator importante para o processamento e injeção de materiais poliméricos.

A lignina é um dos principais elementos existentes nos tecidos das gimnospermas e angiospermas e apresenta a função no transporte de água, nutrientes e metabólitos, estando responsável pela resistência mecânica de vegetais.³ Segundo Lino (2015)⁴, a lignina é um polímero aromático que apresenta em sua composição unidades de 4-fenilpropano e uma estrutura macromolecular heterogênea, podendo abarcar três tipos de unidades aromáticas, nos quais são: p-hidroxifenil (H), guaiacil (G) e siringil (S). Ainda segundo o autor, uma das possíveis classificações da lignina é obtida por meio das espécies vegetais e dos padrões aromáticos de substituição, sendo: lignina de coníferas (grupo G em quase toda a estrutura); lignina de folhosas (grupos G e S e pequenas quantidades do grupo H) e lignina de gramíneas (grupo H em maior quantitativo quando comparado com o encontrado em madeiras, porém em menor quantitativo quando comparado aos grupos G e S).

Figura 1: Unidades presentes na lignina.



Fonte: Saliba et al (2001)

A lignina foi tratada por muito tempo como um subproduto da indústria de papel e celulose e pode ser obtida por várias formas de polpação da madeira, sendo a mais utilizada o Processo Kraft, ou seja, reação da madeira com hidróxido de sódio mais sulfeto de sódio.⁵

Atualmente estudos estão sendo realizados para aplicações mais nobre da lignina, uma vez que, na indústria de papel e celulose, ela é fortemente utilizada na geração de energia através da queima. Todavia, a lignina tem mostrado um grande potencial para novos empregos. Um exemplo disso é a indústria alemã Tecnar que apresenta em seu portfólio de produtos o ARBOFORM[®], material biodegradável que contém lignina em sua composição.

Portando, esse resumo expandido visa elencar algumas literaturas que relatam sobre o uso de lignina em polímeros termoplásticos.

2. METODOLOGIA

Para desenvolvimento desse estudo, buscou-se conteúdo científico em artigos, dissertações, teses e livros. Tal busca foi realizada na língua portuguesa e inglesa e contemplou os anos de 2001 e 2019. Foram selecionados os elementos de pesquisa com base na similaridade e relevância com o tema de busca “Uso de Lignina em Polímeros Termoplásticos”. Utilizou-se palavras-chave como lignina, termoplásticos, polipropileno, polímeros, compósitos, lignina kraft, agente UV e aditivo com o objetivo de promover uma pesquisa mais eficaz.

3. RESULTADOS

No estudo feito em 2019, os autores descrevem o uso de lignina Kraft para melhoria da adesão do polipropileno, uma vez que este polímero apresenta baixa adesão e baixa energia superficial. Nesse estudo foi incorporado até 5% de lignina Kraft em peso no polipropileno por meio de um reômetro de torque com um misturador. Após essa etapa, foram obtidos filmes de 200 µm nos quais foram analisados por tratamento corona, ângulo de contato, *peel tests*, FTIR, DSC e MEV. Os autores relatam que a lignina Kraft tem potencial para melhorar a energia superficial do polipropileno, melhorando a adesão, além de elevar os efeitos do tratamento corona. Os autores relatam que o maior valor de energia superficial das amostras submetidas ao tratamento corona foi com a presença de 2% de lignina Kraft nos formulados.⁶

No estudo realizado em 2017, a autora desenvolve sua pesquisa com lignina extraída da casca de arroz enxertada na matriz de poliestireno expandido pós-consumo, a fim de se ter um copolímero EPS-Lignina. Foram desenvolvidos filmes, e estes foram caracterizados por meio de análises espectroscópicas, morfológicas, térmica, cromatográfica e ensaios mecânicos. Dentre outros resultados encontrados pela autora, foram destacados neste resumo: os filmes obtiveram boa homogeneidade, as superfícies das amostras apresentaram características mais hidrofílica, o copolímero apresentou comportamento térmico semelhante ao poliestireno expandido pós-consumo e os resultados do ensaio mecânico apontam o aumento do módulo elástico e a tensão de ruptura com o aumento da lignina.⁷

No estudo desenvolvido em 2015, a autora pesquisa compósitos de polipropileno com celulose proveniente de bagaço e palha de cana-de-açúcar incorporando lignina como agente compatibilizante. Os compósitos foram obtidos por misturador termocinético de alta intensidade e, após injeção, foram caracterizados em propriedades mecânicas, análises térmicas, microscopia, FTIR, ângulo de contato e energia de superfície, absorção de água e sorção mecânica de vapor. Dentre os resultados obtidos pela autora, é destacado nesse resumo: Ao avaliar os resultados de TGA observou-se que a lignina agiu como um protetor térmico nos materiais e, no DSC, notou-se que esta atuou com efeito contrário ao anidrido maléico (agente compatibilizante muito utilizados em compósitos com fibras vegetais), ou seja, reduziu a entalpia de fusão e, assim, o grau de cristalinidade. A autora descreve um aumento do módulo elástico em até 14%, para o compósito com bagaço e em até 17% para palha, quando comparado com compósitos sem lignina. Para a resistência à flexão houve uma redução de até 20% tanto para o compósito com bagaço quanto para o compósito com palha.²

No estudo desenvolvido em 2016, o autor realizou sua pesquisa em compósitos de polipropileno com lignina kraft e lignina de bagaço de cana. Esses materiais foram submetidos ao processo de extrusão e injeção e, após essas etapas, foram caracterizados em propriedades mecânicas, térmicas, química, reológica e morfológica. Foram utilizadas três concentrações de lignina, 10%, 30% e 50%, e 3% de agente compatibilizante. O autor relata que, de maneira geral, os compósitos estudados apresentaram propriedades adequadas para serem aplicados em diferentes segmentos industriais. Relata-se ainda que os compósitos polipropileno/lignina apresentaram o aumento da estabilidade térmica, da temperatura de deflexão térmica, além da alta rigidez na flexão e conservação da resistência à flexão em quantitativos menores de lignina. É descrito que o módulo de Young se manteve praticamente constante mediante adição de lignina abaixo de 50%. A autora relata também que o material com 10% de lignina reduziu em cerca de 30% a resistência à tração. Ao adicionar o agente compatibilizante nos compósitos, a resistência à tração eleva cerca de 20%.⁸

No estudo feito em 2015, a autora realiza a pesquisa de bionanocompósitos elaborados de glicerol, lignina, nanowhiskers de celulose na matriz de amido e PBAT/amido. Foram desenvolvidos filmes nos quais estes foram submetidos a ensaios térmicos, estruturais, morfológicos, mecânicos, de barreira e biodegradabilidade. Os resultados mostraram que os nanowhiskers de celulose em conjunto com a lignina atuaram na melhoria da adesão interfacial entre as matrizes e todas as blendas desenvolvidas obtiveram perda de massa mais elevado quando comparado ao PBAT puro. A autora descreve que os filmes contendo 8% de glicerol e 24% de lignina apresentaram um aumento de 840 e 730% na resistência do material, porém houve uma diminuição de 80 e 90% do alongamento na força máxima.⁹

No estudo de 2014, os autores desenvolveram uma pesquisa de nanocompósitos à base de polímeros sintéticos enxertado com lignina Kraft com tamanho de partícula de 5nm. Os materiais foram sintetizados através de ATRP (atom transfer radical polymerization), ou seja, polimerização por radical de transferência de átomo. Obtiveram-se frações de massa de lignina nas concentrações de 4,5%, 8,3% e 22,1% em amostras de poli (metacrilato de metila) e 3,2%, 7,1% e 19,6% para as amostras de poliestireno. As formulações foram analisadas por meio de NMR, ensaio de tração e DMA. Os autores relataram que os ensaios de tração e DMA mostraram que a tenacidade à fatura foi melhorada quando comparado com as misturas binárias de lignina/polímero. Houve um aumento da temperatura de transição vítrea que provém da restrição das cadeias de polímeros enxertados e indica forte interação entre a lignina e os dois polímeros (PMMA e poliestireno).¹⁰

4. CONSIDERAÇÕES FINAIS

O uso de lignina em matrizes termoplásticas tem ganhado expressivo espaço no meio científico, demonstrando o potencial desse subproduto da indústria papelreira. Este resumo expandido registra algumas das distintas aplicações e pesquisas que estão sendo desenvolvidas com a lignina, sendo possível identificar o uso desta em diferentes polímeros como o polipropileno, poliestireno expandido pós consumo, PBAT, amido e poli (metacrilato de metila). Portanto, fica claro a versatilidade no estudo da aplicação da lignina e a capacidade de sua utilização em diferentes campos.

5. REFERÊNCIAS

- ¹BARBOSA, Anderson de Paula. **Características Estruturais e Propriedades de Compósitos Poliméricos Reforçados com Fibras de Buriti**. Universidade Estadual do Norte Fluminense – UENF, Campos dos Goytacazes, RJ, 2011. Tese (Doutorado).
- ²MILÉO, Patrícia Câmara. **Estudo do Uso de Lignina como Agente Compatibilizante em Compósitos de Polipropileno Reforçados com Celulose de Bagaço e Palha de Cana-de-açúcar**. Universidade de São Paulo, Lorena, 2015. Tese (Doutorado).
- ³SALIBA, Eloísa de Oliveira Simões; RODRIGUEZ, Norberto Mário; MORAIS, Sérgio Antônio Lemos de; PILÓ-VELOSO, Dorila. **Ligninas – Métodos de Obtenção e Caracterização Química**. Ciência Rural, Santa Maria, v.31, n.5, p.917-928, 2001.
- ⁴LINO, Alessandro Guarino. **Composição Química e Estrutural da Lignina e Lipídios do Bagaço e Palha da Cana-de-Açúcar**. Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, MG, 2015. Tese (Doutorado).
- ⁵SANTOS, Nataliene Silva dos; RODRIGUES, John Kennedy Guedes; MENDONÇA, Ana Maria Gonçalves Duarte. **Efeito da Adição de Lignina Kraft Proveniente da Madeira de Eucalipto na Reologia do CAP 50/70**. revista Matéria, v.23, n.3, 2018.
- ⁶SOUSA JUNIOR et al. **Improvement of Polypropylene Adhesion by Kraft Lignin Incorporation**. Materials Research. 2019; 22(2): e20180123.
- ⁷MÜLLER, Daniele Gomes. **Obtenção de Copolímero de EPS-Lignina por via Fotoquímica**. Universidade Federal do Rio Grande, Rio Grande, 2017. Dissertação (Mestrado).
- ⁸DIAS, Otávio Augusto Tilton. **Desenvolvimento de Compósitos de Engenharia Baseados em Polipropileno Reforçado com Lignina**. Universidade Estadual Paulista, Botucatu, 2016. Dissertação (Mestrado).
- ⁹MIRANDA, Cleidiane Souza de. **Desenvolvimento de Bionanocompósitos a Partir de Nanowhiskers de Celulose da Fibra de Gravatá e Lignina na Matriz de Amido e PBAT/Amido**. Universidade Federal da Bahia, Salvador, 2015. Tese (Doutorado).
- ¹⁰HILBURG, Shayna L. et al. **A Universal Route Towards Thermoplastic Lignin Composites with Improved Mechanical Properties**. Polymer 55 (2014) 995-1003.