

APLICAÇÃO DE AGENTE COMPATIBILIZANTE EM BLENDS POLIMÉRICAS COM LIGNINA – UMA REVISÃO DA LITERATURA

Ana Paula Bispo Gonçalves¹; Michele Damiana Mota Martins; Josiane Dantas; Luciano Pisanu²

¹Bolsista Pesquisa e Desenvolvimento e Inovação (PD&I); anapaulabisgon@gmail.com

²Doutor em Engenharia Industrial; Centro Universitário SENAI CIMATEC; Salvador-BA;

RESUMO

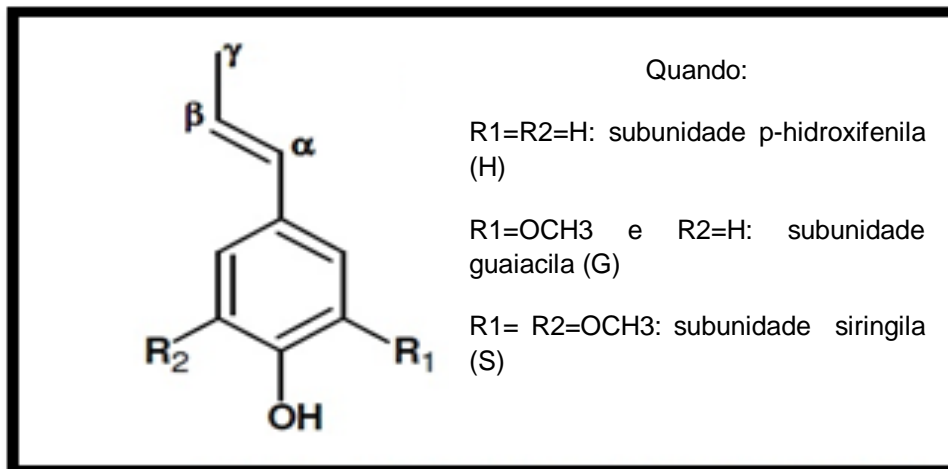
A lignina é um material de fonte renovável obtida a partir da extração da celulose através da indústria papelreira. Até pouco tempo era considerado como subproduto por apresentar um baixo valor agregado. No entanto, por conta de suas propriedades antioxidantes e mecânicas avaliadas em estudos, podemos contemplar outras aplicações, a exemplo da utilização da lignina em blends poliméricas. O presente resumo tem como objetivo realizar o levantamento bibliográfico de agentes compatibilizantes em blends poliméricas com lignina. As literaturas presentes nesse resumo foram obtidas a partir de artigos, dissertações e teses nas principais plataformas de pesquisa, empregando as palavras-chaves lignin, compatibilizing agent; polymer blends. Com base nesse levantamento foram encontrados diferentes agentes compatibilizantes, sendo o anidrido maleico o mais utilizado e o mais eficiente na compatibilização de blends poliméricas com lignina.

PALAVRAS-CHAVE: Lignina; Agente compatibilizante; Blends poliméricas.

1. INTRODUÇÃO

A lignina é uma macromolécula de fonte renovável que está associada por ligações covalentes com a celulose e a hemicelulose presente em materiais lignocelulósicos, cujas principais funções são: conferir resistência ao ataque microbiológico e rigidez aos tecidos vegetais^{1,2}. A sua composição é formada por unidades de 4-fenilpropano, sendo: p-hidroxifenil (H), guaiacil (G) e siringil (S) as três unidades aromáticas. As principais unidades são representadas na Figura 1.

Figura 2: Unidades presentes na lignina.



Fonte: Adaptado de SACCO, 2008.

As unidades mencionadas encontram-se em diferentes proporções no vegetal e podem conceder propriedades diferentes no processo de extrusão⁴.

Atualmente, a principal forma de obtenção da lignina é através do processo Kraft que consiste na polpação da matéria-prima com hidróxido de sódio e sulfeto de sódio⁵.

Por muito tempo, a lignina, principal subproduto presente no licor negro da indústria de papel e celulose, foi utilizada como fonte de energia para as fábricas de produção de celulose. No entanto, por conta de suas propriedades antioxidante e mecânicas, a lignina tem recebido atenção para outras aplicações, a exemplo da sua utilização em blends poliméricas.

Pesquisas contemplando blendas de lignina/poliolefinas, evidenciou um baixo nível de interação e imiscibilidade entre os materiais, fato esse determinado pela carga apolar das poliolefinas, por essa razão a utilização de compatibilizantes é de suma relevância para melhorar a interação entre os constituintes das blendas.

Desta forma, esse resumo expandido tem como objetivo realizar o levantamento bibliográfico da utilização dos principais agentes compatibilizantes em blendas poliméricas com lignina.

2. METODOLOGIA

A metodologia empregada na presente revisão bibliográfica com o tema proposto foi a partir de artigos encontrados no portal da CAPES em bases como: Web of Science e Science Direct; além de dissertação e teses. A combinação das palavras: lignina, agente compatibilizante e blendas poliméricas foram utilizadas para a realização das buscas em dissertações e teses. Já os termos em inglês: lignin, compatibilizing agent; polymer blends foram às combinações para a busca de artigos considerando o período de 2000-2019. Na busca realizada foram considerados 8 artigos e 3 teses, pois estes mais se aproximavam do tema lignina como agente compatibilizante em blendas poliméricas.

3. RESULTADOS

Alguns estudos, a exemplo de ^{8,9,10} observaram a melhoria da compatibilidade de blendas de lignina com poliolefinas a partir do uso de agente compatibilizante, a exemplo da adição de agente compatibilizante, como resinas que possuem afinidades químicas ou materiais grafitizados, que podem ser inserida na formação da blenda polímero/lignina. Os autores identificaram um grande potencial com a utilização do copolímero randômico de etileno acetato de vinila em aplicação da lignina comercial com o PEBD, aumentando em 200% a resistência à tração e 1300% a deformação específica, quando compatibilizado com 10% de EVA⁵. Apresentando também resultados relevantes com a adição de percentuais da matriz grafitizadas com anidrido maleico, no entanto as referências utilizaram de 20% desse material, o que pode não ser muito desejável, visto que, os materiais grafitizados apresentam custo elevado.

No estudo realizado em 2002 analisou as interações intermoleculares em blendas de lignina, em diferentes proporções, com PP, PET e PEO compatibilizadas com anidrido maleico. As blendas foram consideradas miscíveis no estudo da lignina com PEO. Essa miscibilidade foi justificada pelas interações das ligações de hidrogênio entre os grupos hidroxila da lignina e os oxigênios dos grupos éter⁶.

Blendas de lignina modificada com polietileno de baixa densidade e (3, 6, 9, 12 e 15%) de agente compatibilizante poli (etileno-co-(glicidil metacrilato) (PEGMA) contendo 8% de metacrilato de glicidila foram estudadas. As blendas foram avaliadas por ensaio de impacto, tração, TGA e MEV. Para a resistência ao impacto a adição de apenas 3% de PEGMA na mistura aumentou em 30% quando comparados a formulação não-compatibilizada. A resistência à tração foi reduzida ao aumentar o teor de lignina possivelmente por conta da baixa transferência de esforço do PEBD e lignina⁷.

Luo et al (2009) estudaram misturas preparadas por extrusão de (PEBD)/lignina com dois tipos de compatibilizantes: 20% de (EVA) e (PE-g-MA). As amostras foram analisadas por ensaio de tração e (MEV). Os resultados mostraram que ambos os compatibilizantes poderiam melhorar a interação entre o polietileno de baixa densidade e a lignina. Porém, os efeitos dos dois compatibilizantes nas propriedades mecânicas das misturas de PEBD/lignina foram diferentes. O alongamento na ruptura das misturas foi aumentado pela adição de EVA, enquanto uma melhoria significativa da resistência à tração foi observada pela adição de PE-g-MA.

Estudos realizados por Sailaja et al (2010) avaliaram as propriedades mecânicas e térmicas de polietileno de baixa densidade com 20 e 40% de lignina modificada e com os compatibilizantes PEBD-g-MA e PMMA. As blendas foram caracterizadas por MEV, TGA e ensaio de tração. A partir do resultado de MEV foi observado uma boa adesão entre o polietileno e a lignina e esse comportamento foi mais evidenciado com a presença do PEBD-g-MA. A partir da avaliação mecânica foi observado que aumento do teor da lignina ocasionou a diminuição da deformação e no aumento do módulo de elasticidade. Com base na análise, os autores verificaram que as amostras que utilizaram o PMMA como agente compatibilizante apresentaram maior estabilidade térmica⁸.

Estudos realizados em 2012 avaliaram a influência dos compatibilizantes PE-g-MA e PP-g-MA, nas propriedades de tração de lignina/PEBD. O PE-g-MA foi incorporado a 7, 5; 10 e 12,5% e o PP-g-MA foi incorporado nos percentuais de 5%; 7,5 e 10% em peso. Os resultados de ensaio mecânico mostraram que a resistência à tração dos materiais foram melhoradas devido à adição de agentes compatibilizantes nos percentuais mencionados. Em comparação com os dois agentes compatibilizantes, o PE-g-MA propiciou maior resistência em relação ao PP-g-MA⁹.

Autores avaliaram em seu trabalho a compatibilização da lignina soda com EVA (com 25% de acetato de vinila). As formulações com valor abaixo de 10% de EVA apresentaram tensões menores quando comparado à amostra contendo 10%. Esse trabalho de revisão também apontou um grande potencial da aplicação da lignina nas blendas poliméricas e que a partir do levantamento de referências relatadas em seu artigo, a lignina quando incorporada com polímeros sintéticos geralmente promove aumento do módulo e da temperatura de cristalização a frio, além de diminuir a taxa de ligações entre lignina/lignina e aumentar a possibilidade de miscibilidade entre polímeros/lignina o uso de agentes compatibilizantes tem sido boa alternativa. Em suas pesquisas os autores também identificaram que a lignina obteve boa compatibilidade com o PEAD e baixa compatibilidade com o PEBD, e que só foi possível à observação de aumento do módulo de elasticidade apenas com teores acima de 20% de lignina, entretanto a resistência à tração diminuiu¹⁰.

Blendas de PEAD com 10, 20 e 30% de lignina e 5% de MAPE (PEAD-g-MA) como agente compatibilizante foram investigadas¹¹. As formulações sem compatibilizante também foram preparadas para efeito comparativo. As amostras foram preparadas por extrusão e caracterizadas por termogravimetria, ensaio de tração e impacto. O aumento do teor de lignina ocasionou o acréscimo do módulo de elasticidade, diminuição da estabilidade térmica, da resistência ao impacto e a tração. As blendas sem e com compatibilizante apresentaram desempenhos similares¹¹.

4. CONSIDERAÇÕES FINAIS

O levantamento bibliográfico relatado nesse resumo mostrou diferentes tipos de agentes compatibilizantes em blendas poliméricas com lignina. Dentre os agentes compatibilizantes avaliados, o PEBD-g-MA foi o mais citado na literatura e mais eficiente na compatibilização da lignina/polímero. A maioria dos estudos mostraram a melhoria na compatibilidade entre os componentes das blendas, refletindo principalmente nos resultados de deformação específica e resistência à tração. Logo, a utilização da lignina em blendas poliméricas compatibilizadas é um estudo promissor e de grande relevância científica no que se refere a sua aplicação.

5. REFERÊNCIAS

¹QUINELATO, C. **Métodos de extração da lignina do bagaço da cana-de-açúcar da região noroeste do estado de São Paulo**. 2016. 95 f. Dissertação (Mestrado em Química), Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho, São José do Rio Preto, 2016.

²MILÉO, P. C. **Estudo do uso de ligninas como agente compatibilizante em compósitos de polipropileno reforçados com celulose de bagaço e palha de cana-de-açúcar**. Tese (Doutorado em Ciências) Universidade de São Paulo, Lorena, 2015.

³SACCO, A, P. **Caracterização e estudo do comportamento térmico de ligninas extraídas de bagaço de cana-de-açúcar e dos resíduos sólidos urbanos**. 2008. 121f. Tese (Doutorado em Química), Universidade Estadual Paulista, Araraquara, 2008.

⁴SOUTO, F. **Fibras de carbono a partir de lignina: uma revisão da literatura**. Revista Matéria, v.20, p. 100 – 114, 2015.

⁵KUN, D., PUKÁNSZKY, B. **Polymer/lignin blends: Interactions, properties, applications**. European Polymer Journal, p.618-641, 2017

⁶KADLA, J. F, et al. **Lignin-based carbon fibers for composite fiber applications**. Carbon, v. 40, n. 15, p. 2913-2920, 2002

⁷SAILAJA, R. R. N. **Low density polyethylene and grafted lignin polyblends using epoxy-functionalized compatibilizer: mechanical and thermal properties**. Polym Int, v. 54, p.1589–1598, 2005.

⁸LUO, F. NING, N., CHEN, L., SU, R., CAO, J., ZHANG, Q. e FU, Q. **Effects of compatibilizers on the mechanical properties of low density polyethylene/lignin blends**. Chinese J. Polym. Sci. (English Ed.). 27, p. 833–842, 2009.

⁹LV, X., ZHANG, Y., DI, M., GAO, Z. **Effect of different compatibilizing agents on the compatibility of lignin/LDPE composites**. Advanced Materials Research, v. 43, p. 391-392, 2012.

¹⁰DOHERTY, W. O. S, et al. **Value-adding to cellulosic ethanol: Lignin polymers**. Industrial Crops and Products, v. 33, p.259-276, 2011.

¹¹SAMENI et al. **Thermal and mechanical properties of soda lignin/HDPE blends**. Composites Part A, v.115 p. 104-111, 2018.