

ANÁLISE SISTEMÁTICA DE LITERATURA ENTRE MACRO E NANOMELÉCULAS DE LIGNINA

CECÍLIA DE OLIVERIA VOLOSKI¹; ANTÔNIO CARLOS DA SILVA RAMOS²;
DARCI ALBERTO GATTO³

¹Universidade Federal de Pelotas – ceciliavoloski@gmail.com

²Universidade Federal de Pelotas – akarloss@yahoo.com.br

³Universidade Federal de Pelotas – darcigatto@yahoo.com

1. INTRODUÇÃO

Devido à expectativa de que materiais nanoestruturados possam ter impacto na melhoria da qualidade de vida e na proteção do meio ambiente, nos últimos anos, a ciência e a tecnologia em nanoescala têm atraído considerável atenção. O desenvolvimento da nanociência e da nanotecnologia não apenas estimulará a exploração de novos fenômenos e novas teorias. O estudo e o desenvolvimento que estão crescentes em torno da nanotecnologia tem como princípio, manipular e interagir estruturas em escala nano para formar diferentes componentes (ROCO, 2001).

Este trabalho tem como objetivo o de levantar estudos recentes relacionados com a aplicação da nanotecnologia com o material lignina de forma a promover uma análise crítica do potencial deste material para novas pesquisa de caráter científico-tecnológico, permitindo assim contribuir com o desenvolvimento da linha de pesquisa propriedades da madeira no âmbito do Programa de Pós Graduação de Ciência e Engenharias de Materiais.

A lignina é a segunda macromolécula orgânica mais abundante dentre os materiais lignocelulósicos. A lignina é um heteropolímero amorfo que consiste em três diferentes unidades de fenilpropanos: álcool p-cumarílico, álcool coferílico e álcool sinapílico (FENGEL; WEGENER, 1989). A estrutura da lignina não é homogênea, com regiões amorfas e estruturas globulares. A composição e a organização dos componentes da lignina variam de uma espécie para outra, dependendo da matriz de celulose-hemicelulose (SANTOS et al., 2012).

Partículas de dimensões nanométricas apresentam características diferenciadas quando comparadas às partículas em escala micro/macro e podem gerar materiais com ampla gama de aplicações. No entanto, os métodos pelos quais são obtidas essas nanopartículas devem ser considerados. É necessária a busca por metodologias que não sejam agressivas ao meio ambiente e que não modifique a natureza dessa biomassa, impedindo ou alterando a sua biodegradabilidade e outras propriedades (ALMEIDA, 2020).

2. METODOLOGIA

A metodologia utilizada foi a descrita por PETERSEN et al. (2008), sendo o método de revisão sistemática da literatura, também conhecido como RSL. A metodologia consiste em realizar uma análise exploratória e um levantamento de informações através de obras e artigos científicos.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Uma das propriedades da lignina é de aumentar a resistência mecânica das plantas, para que as árvores com mais de 100 metros possam ser mantidas em pé. A dificuldade em converter a biomassa lignocelulósica em insumos químicos deve-se às suas características químicas e morfológicas. Esses materiais lignocelulósicos são constituídos de fibras de celulose envolvidas em uma matriz amorfa de polioses e lignina. Essa matriz amorfa age como uma barreira natural ao ataque de micro-organismos e/ou enzimas e torna esses materiais estruturalmente rígidos e pouco reativos (SANTOS et al., 2012).

Existem muitos padrões para a formação da lignina, onde uma combinação aleatória das unidades fenilpropanóides formam uma estrutura altamente ramificada e complexa com uma variedade de grupos funcionais, como por exemplo, carbonilas, carboxilas e metoxilas, hidroxilas alifáticas e fenólicas (Figura 1). Estes diferentes sítios ativos garantem a macromolécula uma boa funcionalidade e favorecem a interação com outras substâncias (ASIM et al., 2019; FELDMAN, 2016).

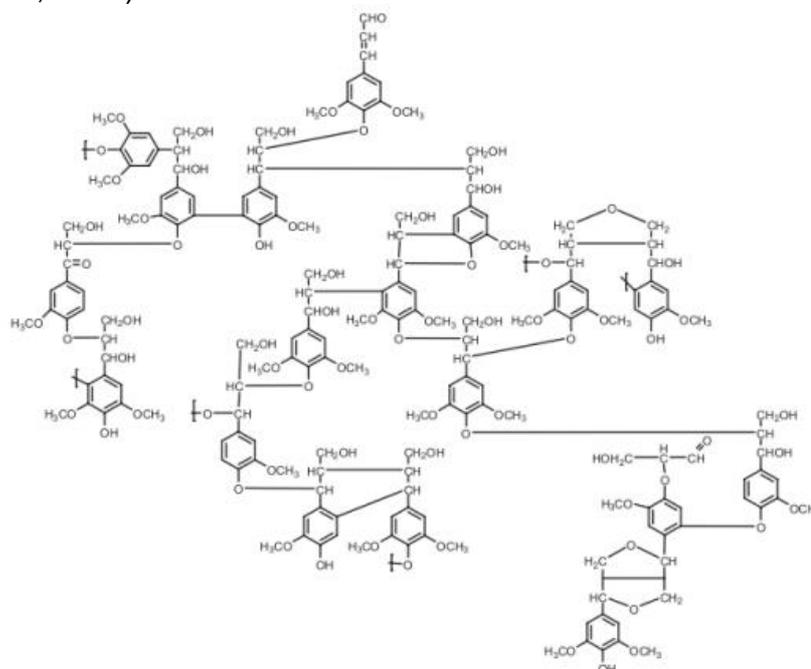


Figura 1: Representação da composição molecular da lignina de eucalipto.

Fonte: Santos et al., 2012

Embora a lignina seja uma estrutura complexa e heterogênea com vários tipos de ligações cruzadas, ela possui um enorme potencial energético, o que pode ser muito benéfico para a aplicação de materiais e insumos. Ao realizar análises térmicas na amostra de lignina, a mesma se comporta como um material termoplástico tendo características semelhantes à de um polímero amorfo, como por exemplo, acaba apresentando uma temperatura de transição vítrea que varia com a história térmica, a água sorvida, método de isolamento e sua massa molar (SARKANEN e LUDWIG, 1971).

Segundo LU, CHU e GAU (1998), tendo como principal vantagem ser um material renovável, a lignina é uma matéria prima que vem sendo bastante estudada, afim de caracterizar os benefícios ainda não aprofundados, sua macromolécula é uma fonte natural de compostos aromáticos e pode ser utilizada na preparação de diversos tipos de materiais, compósitos e insumos. Já BEISL,

FRIEDL e MILTNER (2017), relatam que alguns dos benefícios de utilizar a lignina na geração de insumos é que a mesma apresenta propriedades antimicrobianas, antioxidantes, resistência mecânica e resistência a radiação UV. Estudos mostram que algumas dessas propriedades podem ser melhoradas quando se obtém a lignina nanoparticulada.

Ao analisar as principais vantagens geradas pela obtenção nanopartículas de lignina, a mais bem vista pelos pesquisadores se refere ao significativo aumento da área superficial, gerando assim uma maior dispersão do insumo em meio aquoso. De acordo com LU *et al.* (2012) a lignina *in natura* é insolúvel em água nas condições padrões, por consequência das interações que estas fazem entre si favorecendo a aglomeração e a não dissolução.

Outra característica vantagem para as nanopartículas de lignina é requer menor qualidade de aplicação de matéria, o que favorece também o menor consumo de reagentes, aperfeiçoando assim os processos de obtenção de novos materiais de recursos renováveis (GRAÇA *et al.*, 2012).

Segundo KAI *et al.* (2016), quando nanomoléculas de lignina são utilizadas durante a geração de compósitos poliméricos, estes apresentaram características pertinentes, tendo como exemplo, aumento da taxa de absorção de radiação ultravioleta, um melhoramento em relação a estabilidade térmica e elevada capacidade antioxidante quando comparado com as matrizes poliméricas puras.

4. CONCLUSÕES

A essência da nanotecnologia consiste na habilidade de se trabalhar em nível atômico, molecular e macromolecular a fim de criar materiais, dispositivos e sistemas com propriedades e aplicações fundamentalmente novas. Dessa forma, a nanotecnologia permite ao homem alcançar escalas além da sua limitação natural de tamanho e trabalhar diretamente na construção dos blocos de matéria.

A lignina bruta, por ser um produto de origem renovável, trazendo vários benefícios que necessitam de mais análises e estudo para o aperfeiçoamento, traz como principais vantagens para utilização propriedades antimicrobianas, antioxidantes, resistência mecânica e resistência a radiação UV.

Mesmo possuindo uma obtenção mais trabalhosa que as macromoléculas, as nanomoléculas de lignina apresentam propriedades relevantes como maior dispersão em água, maior atividade antioxidante e maior área superficial. Estudos apontam que nanopartículas de lignina combinadas com outros polímeros melhoram a resistência a tração, flexão e impacto.

5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALMEIDA, Crislaine das Graças. **Obtenção e Caracterização de Nanopartículas de Lignina Kraft e Incorporação em Aerogéis de Nanofibrilas De Celulose**. 2020. 55 p. Dissertação (Mestrado em Agroquímica) - Universidade Federal de Lavras, Lavras - MG, 2020.

ASIM, N.; BADIEI, M.; ALGHOUL, M. A.; MOHAMMAD, M; FUDHOLI, A.; AKHTARUZZAMAN, M., AMIN, N.; SOPIAN, K. Biomass and Industrial Wastes as Resource Materials for Aerogel Preparation: Opportunities, Challenges, and Research Directions. **Industrial and Engineering Chemistry Research**, 58(38), 17621–17645, 2019

BEISL, S.; FRIEDL, A.; MILTNER, A. Lignin from micro-to nanosize: applications. **International Journal of Molecular Sciences**, v. 18, n. 11, p. 2367, 2017.

FELDMAN, D. Lignin nanocomposites. **Journal of Macromolecular Science**, Part A, 53(6), 382-387, 2016.

FENGEL, D.; WEGENER, G. **Wood: chemistry, ultrastructure, reactions**. Berlin: Walter de Gruyter, 1989.

GRAÇA, M.P.; RUDNITSKAYA, A.; FARIA, F.A.; EVTUGUIN, D.V.; GOMES, M.T.; OLIVEIRA, J.A.; COSTA, L.C. Electrochemical impedance study of the lignin-derived conducting polymer. **Electrochimica Acta**, 2012.

GUPTA A.K.; MOHANTY, S.; NAYAK, S.K. Influence of addition of vapor grown carbon fibers on mechanical, thermal and biodegradation properties of lignin nanoparticle filled bio-poly (trimethylene terephthalate) hybrid nanocomposites. **RSC Advances**, 2015.

KAI, D.; JIANG, S.; LOW, Z.W.; LOH, X.J. Engineering highly stretchable lignin-based electrospun nanofibers for potential biomedical applications. **Journal of Materials Chemistry B**, 2015.

LU, F.J.; CHU, L.H.; GAU, R.J. Free radical-scavenging properties of lignin. **Nutrition and Cancer**, 1998.

PETERSEN, KAI; FELDT, ROBERT; MUJTABA, SHAHID; MATTSSON, MICHAEL. Systematic mapping studies in software engineering. In: Proceedings of the 12th international conference on Evaluation and Assessment in Software Engineering (EASE'08), **BCS Learning & Development Ltd.**, Swindon, UK, 68-77, 2008.

ROCO, M. C. From vision to the implementation of the US National Nanotechnology Initiative. **Journal of Nanoparticle Research**, 3 (1), 5-11, 2001.

SANTOS, Fernando A.; QUEIROZ, José H. de; COLODETTE, Jorge L.; FERNANDES, Sergio A.; GUIMARÃES, Valéria M.; REZENDE, Sebastião T. Potencial da Palha de Cana-de-açúcar para Produção de Etanol. **Química Nova**, Minas Gerais, v. 53, ed. 5, p. 1004-1010, 13 jan. 2012.

SARKANEN K.V.; LUDWIG, C.H. Lignins: occurrence, formation, structure and reactions. **New York: Wiley-Interscience**, 916 p., 1971.