

EXTRAÇÃO DE LIGNINA A PARTIR DO LÍQUOR NEGRO

HENRIQUE EINHARDT MARON¹; OTÁVIO BITENCOURT PACHECO²; BYANCA CORRÊA DE OLIVEIRA³; MARCELLE DAVET DE BARROS⁴; FELIPE RODRIGUES CASSONI⁵; ALICE GONÇALVES OSORIO⁶

Universidade Federal De Pelotas – henriqueeinhardt2002@gmail.com

Universidade Federal De Pelotas – otaviopacheco2001@gmail.com

Universidade Federal De Pelotas – Oliveirabyyanca@gmail.com

Universidade Federal De Pelotas – marcelledavet.ufpel@gmail.com

Universidade Federal De Pelotas - felipeccassoni1@gmail.com

Universidade Federal De Pelotas – osorio.alice@gmail.com

1. INTRODUÇÃO

As biomassas têm importante participação na indústria, o cavaco é um exemplo disso, servindo como matriz energética em um amplo conjunto de atividades industriais que necessitam de produção de energia, como mostra (Nascimento, 2010). Outros derivados da biomassa de madeira/cavaco são a celulose para fabricação de papel, até aplicações mais avançadas como a nanocelulose. O Brasil tem uma grande produção de celulose, sendo o 2º colocado em 2020 em produção por tonelada segundo o ranking de maiores produtores de celulose do mundo (Empresa de pesquisa energética, 2022).

Este presente trabalho se trata da extração da lignina a partir do líquido negro que é um resíduo da indústria de celulose, proveniente de um processo químico denominado polpação Kraft. Este processo utiliza a lignina, componente da madeira, e o chamado líquido branco, uma mistura de reagentes alcalinos como NaOH e Na₂S que juntos formam o líquido negro, resíduo composto de lignina, restos de hemicelulose, resinas, ácidos graxos e produtos químicos usados no cozimento. O líquido negro tem origem na biomassa da madeira, que contém também índices de celulose e hemicelulose. O líquido negro, com seu alto poder calorífico, é muito reutilizado na indústria como agente combustível para gerar vapor e eletricidade nas caldeiras. Além disso, o líquido negro tem sido visto como um resíduo com capacidade de ser transformado em produtos com alto valor agregado. Sendo um dos focos desse projeto a obtenção de *quantum dots* a partir de biomassa para avaliar propriedades ópticas e eletrônicas para futuras aplicações tecnológicas (Chen, 2025), um passo importante é adquirir a lignina de forma eficiente pelo método de precipitação ácida, que é essencial para o encaminhamento futuro das caracterizações neste trabalho.

Até quase metade do século passado o líquido negro não era reutilizado, então o emprego deste resíduo em novas tecnologias é mais um passo para um desenvolvimento de novas tecnologias. Dessa forma, o objetivo deste trabalho consistiu na obtenção de lignina Kraft por meio de precipitação ácida a partir do líquido negro. Assim, a lignina aparece como um material de grande relevância, tanto no contexto ambiental quanto na inovação de materiais, sendo importante para o desenvolvimento de soluções sustentáveis e tecnológicas. Reforçando a importância de buscar soluções que atendam às crescentes demandas por práticas ambientais responsáveis.

2. METODOLOGIA

O seguinte trabalho foi realizado seguindo os procedimentos descritos a seguir. Começou-se escolhendo o método de extração que foi a precipitação ácida, como podemos ver na Figura I. Este método foi escolhido também por Quinelato (2016), utilizando ácido sulfúrico diluído (H_2SO_4) como agente acidificante. Escolhido o método, partiu-se para fazer um controle de pH do liquor negro, baixando-o para entorno de 4, a fim de precipitar a lignina presente na solução. A precipitação se dá devido à diminuição da solubilidade da lignina em meio ácido, tendo como resultado a formação de uma pasta marrom escura. Após a precipitação, o material foi submetido a sucessivas etapas de filtração e lavagem com água destilada para remover resíduos inorgânicos, garantindo a obtenção da lignina com maior pureza para aplicação posterior nas caracterizações. Outros valores de pH poderiam ter sido utilizados para uma precipitação mais completa e eficiente da lignina, se fosse utilizada esta variação, teria que se balançar entre pureza da lignina e rendimento para obtenção de mais lignina de maior ou menor complexidade, conforme o tipo de aplicação, seja mais avançada ou menos avançada. Uma alta pureza foi obtida no estudo de (Dos Santos, 2014) com o pH em 2. No entanto, neste trabalho o presente desenvolvimento não foi realizado, ficando para um momento posterior da pesquisa.



Figura I. Imagem do processo de Precipitação Ácida

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Com o método utilizado, foi possível extrair a lignina, processo já amplamente pesquisado e consolidado. O resultado da extração foi satisfatório, com a lignina precipitando ao fundo, como mostrado na Figura IIIII. Para avaliar as propriedades da lignina, ainda precisam ser realizadas caracterizações que vão qualificar o tipo de lignina e o que é possível ser feito com esse substrato em termos de aplicações tecnológicas. Para aplicações desta lignina em *quantum dots* buscamos um subtipo de lignina que é a lignina kraft soft (LKS) que precipita em pH mais alto e é mais solúvel e com menor massa molar, também sua estrutura menos condensada e massa molar reduzida favorecem despolimerização e formação uniforme dos *carbon quantum dots* baseados na lignina (L-CQDs), (Xiaoli Liu, 2024).

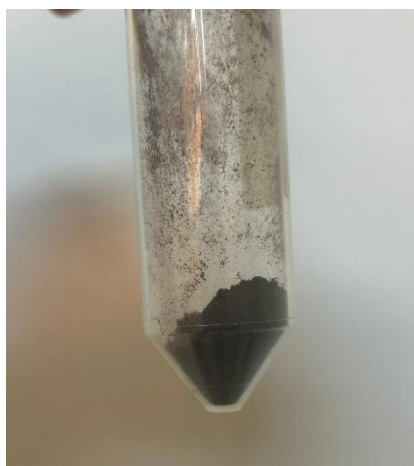


Figura IV: Foto da Lignina Kraft obtida.

4. CONCLUSÕES

A extração da lignina a partir do licor negro mostrou-se uma etapa fundamental para o aproveitamento dessa biomassa em aplicações de maior valor tecnológico. O material obtido apresenta potencial para posterior caracterização estrutural e eletrônica, servindo como base para a produção de *quantum dots* derivados de lignina, os quais despontam como nanomateriais promissores em áreas como energia, fotocatálise e sensores.

5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

QUINELATO, C. Métodos de extração da lignina do bagaço da cana-de-açúcar da região noroeste do estado de São Paulo. 2016. Dissertação (Mestrado em Química) – Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho, Programa de Pós-Graduação em Química, 2016.

NASCIMENTO, Mário Donizeti do; BIAGGIONI, Marco Antônio Martin. Avaliação energética do uso de lenha e cavaco de madeira para produção de energia em agroindústria seropédica. *Revista Energia na Agricultura*, Botucatu, v. 25, n. 3, p. 104–117, 2010.

EMPRESA DE PESQUISA ENERGÉTICA (Brasil); INTERNATIONAL ENERGY AGENCY. Pulp and paper. Brasília: EPE; IEA, 2022. Disponível em: <https://www.epe.gov.br/sites-pt/publicacoes-dados-abertos/publicacoes/PublicacoesArquivos/publicacao-650/Pulp%20and%20paper_EPE+IEA_Portugu%C3%AAs_2022_01_25_IBA.pdf> . Acesso em: 28 ago. 2025.

DOS SANTOS, P.; ERDOCIA, X.; GATTO, D.; LABIDI, J. Characterisation of Kraft lignin separated by gradient acid precipitation. *Industrial Crops and Products*, v. 55, p. 149–154, 2014.

CHEN, Tianyue; JIA, Lina; XU, Shiqi; SHI, Yang; JIANG, Jinxuan; GE, Shengbo; REZAKAZEMI, Mashallah; HUANG, Runzhou. Lignin-derived carbon quantum dots: advancing renewable nanomaterials for energy and photocatalysis. *Journal of Energy Chemistry*, v. 82, p. 435–450, 2025. DOI: 10.1016/j.jechem.2025.02.011.

LIU, Xiaoli; ZHAO, Siyu; CHEN, Xinrui; HAN, Xing; ZHANG, Junhua; WU, Min; SONG, Xueping; ZHANG, Zhanying. The effect of lignin molecular weight on the formation and properties of carbon quantum dots. *Green Chemistry*, Royal Society of Chemistry, v. 26, n. 4, p. 2011–2022, 2024. DOI: 10.1039/d3gc04694j.