



Lignina Kraft e Extratos Naturais: Investigação do Potencial Antioxidante por DPPH

Caio Gonçalves de Assis¹
Erickson Alex de Lima²

Resumo: O método DPPH é utilizado para avaliar a atividade antioxidante de compostos, sendo aplicado neste trabalho para estudar o uso da lignina Kraft e de extrativos naturais como antioxidantes. O método mostra o potencial antioxidante de determinados componentes pela mudança de cor causada pela doação de hidrogênio, que reduz o radical DPPH. A lignina Kraft é um desses componentes, podendo ser aproveitada pela sua capacidade antioxidante por conta de sua composição molecular, como: guaiacil e siringil, grupos funcionais da lignina. Além disso, o uso de extratos naturais, que contém compostos bioativos para a proteção dos vegetais, também mostram capacidades antioxidantes.

Palavras-chave: Antioxidante; DPPH; Lignina.

Abstract: The DPPH method is used to evaluate the antioxidant activity of compounds and is applied in this study to investigate the use of Kraft lignin and natural extracts as antioxidants. The method demonstrates the antioxidant potential of certain components through a color change caused by hydrogen donation, which reduces the DPPH radical. Kraft lignin is one of these components, and it can be utilized for its antioxidant capacity due to its molecular composition, such as guaiacyl and syringyl, which are functional groups of lignin. Furthermore, the use of natural extracts, which contain bioactive compounds for plant protection, also shows antioxidant capabilities.

Key-words: Antioxidant; DPPH; Lignin.

1. INTRODUÇÃO

Com múltiplas aplicações de antioxidantes em diferentes áreas, como embalagem de alimentos, produtos para a pele e entre outros, pesquisas realizadas mostram um vasto potencial para a utilização de materiais diversificados,

¹ Graduando do curso de Engenharia Química, pela UNIFATEB, campus Telêmaco Borba – e-mail: <caioassistb@gmail.com>.

² Professor do curso de Engenharia Química, pela UNIFATEB, campus Telêmaco Borba – e-mail: <erickson.lima@unifateb.edu.br>.



EPIC 2025

XII ENCONTRO DE PESQUISA, XVI ENCONTRO DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA E
II ENCONTRO DE ENSINO E EXTENSÃO UNIVERSITÁRIA



principalmente, de forma sustentável e eficaz para a preservação do meio-ambiente (BALASUNDRAM *et al.*, 2006).

Além disso, com o crescimento constante da indústria de celulose e papel, a geração de lignina se torna diretamente proporcional, onde a busca por mais meios sustentáveis para o reaproveitamento deste resíduo se torna imprescindível para combater os impactos ambientais causados pelo descarte inadequado da lignina Kraft. Os benefícios proporcionados pelos grupos funcionais da lignina, como os efeitos antioxidantes, apresentam um grande potencial de estudo, incluindo na área de cosméticos pela sua aptidão para proteger a pele contra a radiação ultravioleta (PRIMITZ, 2023).

Logo, o objetivo desta pesquisa visa estudar, por meio de pesquisas bibliográficas, a capacidade antioxidante da lignina pelo método DPPH de forma sustentável e prática ao buscar também pela aplicação de extrativos naturais, como as folhas.

2. DESENVOLVIMENTO

2.1 ANTIOXIDANTES

Os antioxidantes são naturalmente encontrados em vegetais, onde atrasam o processo de oxidação e, conseqüentemente, aumentam a longevidade dos organismos vivos, havendo uma grande variedade de como os antioxidantes atuam, contribuindo com pesquisas e inovação para produtos que visam a sua preservação (VASCONCELOS, 2006).

A oxidação pode ser definida como o processo químico que envolve a doação de elétrons de uma molécula/átomo para um radical livre que causa a perda de carga para o agente redutor, sendo o estudo desses radicais crucial para determinar qual antioxidante deve ser utilizado para agir de maneira eficaz (YOUNGSON, 1995).

2.2. MÉTODO DPPH

O DPPH (2,2-difenil-1-picril-hidrazila) é uma molécula que se destaca por ser um radical livre e estável pela deslocalização do elétron não pareado pela molécula

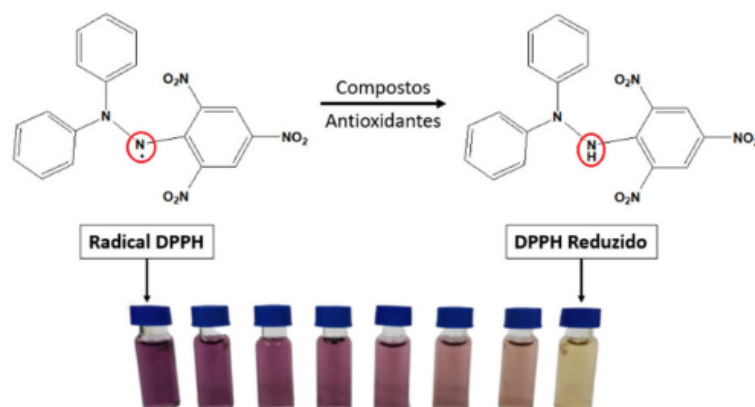


inteira, o que impede sua dimerização e a diferencia da maioria dos outros radicais livres, que se dimerizam. O fato do elétron não estar pareado, causa uma reação que atribui uma cor intensa de violeta, caracterizada pela faixa de absorção em solução etanólica contendo, aproximadamente, 520 nm (MOLYNEUX, 2004).

Quando a solução de DPPH é misturada com uma substância que é capaz de realizar a doação de hidrogênio, acaba resultando na sua forma reduzida, perdendo sua coloração violeta. Esta reação indica uma ligação com as reações que ocorrem em um sistema de oxidação (MOLYNEUX, 2004).

Ao observar a Figura 1, percebe-se que a reação causa a mudança da coloração violeta e escura para uma cor amarelada e clara.

Figura 1 - Radical DPPH sofrendo uma redução por conta dos antioxidantes



Fonte: OLIVEIRA (2020).

2.3. LIGNINA KRAFT

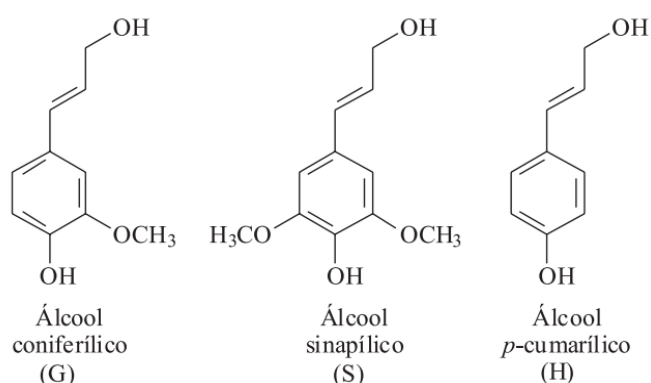
Durante o processo de produção de celulose, a lignina Kraft é obtida após o cozimento dos cavacos de madeira, separando as fibras de celulose da lignina pela utilização do licor branco que contém principalmente sulfeto de sódio e hidróxido de sódio, transformando os cavacos em celulose kraft. Essa celulose passa pelo processo de lavagem, que detém a finalidade de remover o licor e a lignina residual presente na celulose, que podem ser reutilizados dentro do próprio processo ou para outros meios (ALVES *et al.*, 2015).

A lignina Kraft, gerada como um resíduo do processo Kraft, contém guaiacil e



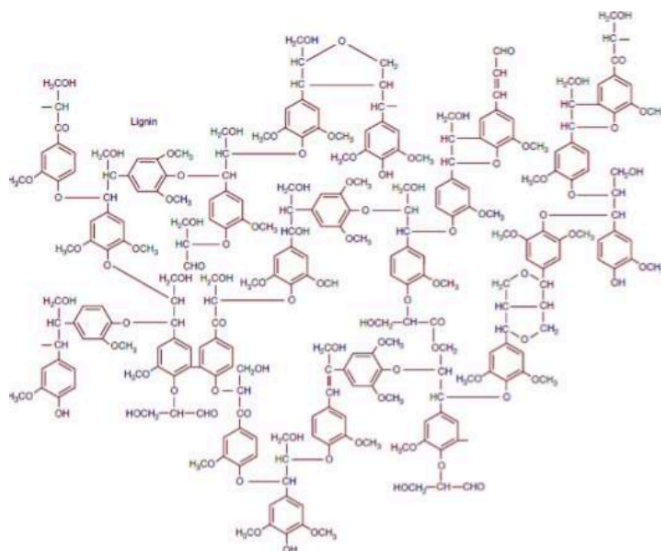
siringil, grupos funcionais fenólicos que compõem a estrutura da lignina observada na Figura 2 e 3 e atuam como doadores de hidrogênio, um fator importante para a antioxição (GARCÍA *et al.*, 2014).

Figura 2 - Guaiacil (G), Siringil (S) e p-hidroxifenila (H)



Fonte: BARBOSA (2008).

Figura 3 - Molécula de Lignina



Fonte: BES (2015).

Segundo Vaz Junior (2021), a lignina Kraft pode apresentar uma atividade antioxidante mais eficaz do que o antioxidante BHT, que é comumente utilizado dentro de processos industriais. Isso sendo aplicado o método de eliminação do DPPH para determinar seu potencial, com o uso de rotas de hidrogenólise para



degradar a lignina com catalisadores de metais nobres.

2.4. EXTRATOS NATURAIS

Além da lignina, os extratos naturais também possuem compostos com alto potencial antioxidante presentes na estrutura dos vegetais, como: polifenóis, flavonoides e ácidos fenólicos, sendo eles bioativos que conseguem proteger as plantas contra a oxidação e raios ultravioleta, neutralizando radicais livres (BALASUNDRAM *et al.*, 2006).

Mais especificamente, extratos de frutas cítricas destacam uma grande relevância antioxidante por conta de compostos flavonoides, limonoides, fenóis simples e ácido ascórbico, que neutralizam os radicais livres e protegem o vegetal contra a oxidação. Pode-se citar também, o fato de que os extratos da casca de algumas frutas como, o limão e a tangerina, mostraram-se possuir uma capacidade antioxidante bem mais eficaz do que a do suco, por conta da presença mais notável de flavonoides e limonoides nas cascas (GARCÍA-NICOLÁS *et al.*, 2023).

2.5 PROCESSO DA MATÉRIA-PRIMA AO MERCADO

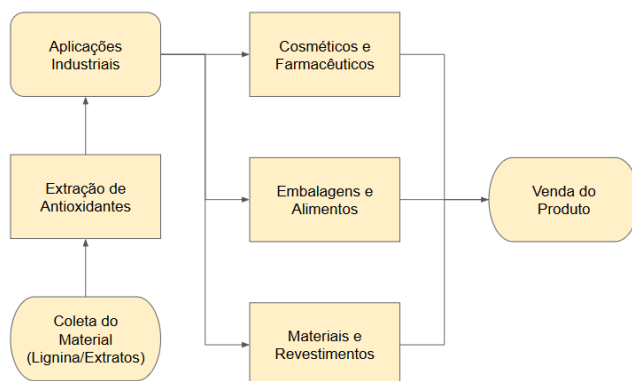
O desenvolvimento dos antioxidantes é feito por etapas, tendo início na seleção da matéria-prima para a extração, em seguida é realizado a sua transformação em produto antioxidante para determinadas aplicações em produtos finais. A lignina kraft e os extrativos vegetais têm se mostrado fontes promissoras de compostos bioativos, como os fenólicos, com elevada atividade antioxidante. O processo de tratamento e caracterização físico-química são essenciais para oferecer um produto confiável para diferentes finalidades industriais como alimentos, cosméticos e entre outros, mostrados na Figura 4 (AUFISCHER *et al.*, 2022).

Adicionalmente, iniciativas para promover a sustentabilidade incentivam o reaproveitamento de resíduos pelo seu potencial como antioxidantes naturais. Isso contribui para a preservação do meio-ambiente e possibilita a incrementação de alternativas industriais em diferentes cadeias produtivas, sendo os métodos de



extração realizados de forma em que os critérios para cada aplicação industrial sejam atendidos (BASTOS *et al.*, 2025).

Figura 4 - Fluxograma do processo



Fonte: Elaborado pelos autores (2025).

2.6 METODOLOGIA

A metodologia a ser usada neste trabalho será fundamentada na obtenção e análise experimental da lignina Kraft e de extratos naturais, de modo a validar e expandir os resultados apresentados. Para isso, a lignina Kraft será coletada como subproduto do processo de polpação Kraft de eucalipto, enquanto os extratos naturais serão obtidos a partir de cascas e folhas de frutas cítricas por meio de maceração e extração etanólica, visto que esses materiais apresentam elevado teor de compostos fenólicos bioativos (GARCÍA-NICOLÁS *et al.*, 2023). Após a preparação, as amostras passarão por caracterização físico-química, incluindo a determinação do teor de fenóis totais pelo método de Folin-Ciocalteu, análise de grupos funcionais por espectroscopia no infravermelho (FTIR) e análise térmica por TGA/DSC, com o intuito de avaliar a estabilidade oxidativa da lignina e correlacioná-la com sua composição química (BAYER *et al.*, 2018).

Em seguida, será realizado o ensaio de atividade antioxidante pelo método DPPH, testando diferentes concentrações de lignina e dos extratos naturais, e medindo a capacidade de redução do radical livre pela variação da absorbância em torno de 520 nm (MOLYNEUX, 2004). A eficiência antioxidante será comparada a compostos sintéticos amplamente utilizados, como o BHT e o ácido ascórbico,



estabelecendo parâmetros de referência (VAZ JUNIOR, 2021). Além disso, será investigada a possível sinergia entre a lignina Kraft e os extratos naturais, por meio da mistura em proporções variadas, para avaliar se a combinação de ambos potencializa o efeito antioxidante.

2.7 RESULTADOS ESPERADOS

A partir dos experimentos propostos, espera-se comprovar que a lignina Kraft possui atividade antioxidante significativa, podendo apresentar desempenho comparável ou superior a antioxidantes sintéticos, o que reforça sua viabilidade como insumo de valor agregado em diferentes aplicações industriais (VAZ JUNIOR, 2021).

Do mesmo modo, é esperado que os extratos naturais, sobretudo os provenientes de cascas cítricas, demonstrem elevada atividade antioxidante, confirmando a relevância de seus flavonoides e outros compostos fenólicos na neutralização de radicais livres (GARCÍA-NICOLÁS *et al.*, 2023). É também previsto que a interação sinérgica entre lignina e extratos naturais amplifique o potencial antioxidante, criando formulações mais eficazes do que quando os componentes são aplicados isoladamente.

Assim, os resultados futuros deverão evidenciar a aplicabilidade desses compostos tanto em embalagens biodegradáveis com propriedades antioxidantes, quanto em formulações cosméticas destinadas à proteção da pele contra radicais livres. De forma geral, espera-se contribuir para a valorização da lignina kraft, tradicionalmente tratada como resíduo, transformando-a em insumo de interesse para setores de alto valor agregado, como o de alimentos e cosméticos, alinhando-se às tendências da economia circular e da sustentabilidade. Além do impacto ambiental positivo decorrente da redução do descarte inadequado de lignina, há também uma perspectiva econômica favorável, relacionada à criação de novos produtos e ao aproveitamento integral da biomassa lignocelulósica.

3. CONSIDERAÇÕES FINAIS



Com isso, percebe-se que a lignina Kraft se apresenta como uma possível alternativa para a produção de determinados produtos como por exemplo: produtos cosméticos. Isso por conta de suas propriedades antioxidantes que contribuem para a preservação da pele. Também observa-se que o método DPPH se mostrou eficiente por conta das reações causadas pelos componentes antioxidantes, que permitem visualizar de forma clara o comportamento da solução. Além disso, a escolha de extrativos naturais acessíveis e adequados para pesquisas e o reaproveitamento da lignina Kraft, promovem a sustentabilidade e desenvolvimento para inovar na indústria.

REFERÊNCIAS

ALVES, Érica Daré *et al.* Estudo do processo de obtenção celulose Kraft com ênfase no forno de cal. **Revista Liberato**, v. 16, n. 26, p. 205-218, 2015.

AUFISCHER, Gottfried *et al.* Depolymerisation of kraft lignin to obtain high value-added products: antioxidants and UV absorbers. **Holzforschung**, v. 76, n. 9, p. 845-852, 2022.

BALASUNDRAM, N.; SUNDRAM, K.; SAMMAN, S. Phenolic compounds in plants and agri-industrial by-products: antioxidant activity, occurrence, and potential uses. **Food Chemistry**, v. 99, n. 1, p. 191–203, 2006.

BARBOSA, Luiz CA *et al.* Determinação da relação siringila/guaiacila da lignina em madeiras de eucalipto por pirólise acoplada à cromatografia gasosa e espectrometria de massas (PI CG/EM). **Química Nova**, v. 31, p. 2035-2041, 2008.

BASTOS, Kaio Vinicius Lira da Silva *et al.* New strategies for the extraction of antioxidants from fruits and their by-products: a systematic review. **Plants**, v. 14, n. 5, p. 755, 2025.

BES, K. **Extração e caracterização da lignina proveniente da produção de etanol de 2ª geração a partir de Arundo e Arroz**. 2015. 49 p. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Engenharia Ambiental e Sanitarista) - Curso de Engenharia Ambiental e Sanitária, Universidade Federal de Pelotas, Pelotas, 2015.

GARCÍA, M. G. A. *et al.* Lignin chemistry and topochemistry during Kraft delignification of *Eucalyptus globulus* genotypes with contrasting pulpwood characteristics. **Holzforschung**, v. 68, n. 6, p. 707–716, 2014.



GARCÍA-NICOLÁS, María; LEDESMA-ESCOBAR, Carlos A.; PRIEGO-CAPOTE, Feliciano. Spatial Distribution and Antioxidant Activity of Extracts from Citrus Fruits. **Antioxidants**, v. 12, n. 4, p. 781, 2023.

MOLYNEUX, Philip *et al.* The use of the stable free radical diphenylpicrylhydrazyl (DPPH) for estimating antioxidant activity. **Songklanakarin J. sci. technol**, v. 26, n. 2, p. 211-219, 2004.

OLIVEIRA, Marcia Cristina C.; BARBOSA, Rodrigo César F.; FLORES, Danilo C. Atividade antioxidante de frutas cítricas: adaptação do Método do DPPH para experimentação em sala de aula. **Química Nova na Escola**, v. 43, n. 4, p. 401-405, 2020.

PRIMITZ, Fernanda Noronha. **Estudo da composição química, solubilização e composição fenólica da lignina Kraft para aplicações cosméticas**. 2023. Trabalho de Conclusão de Curso. Universidade Tecnológica Federal do Paraná.

VASCONCELOS, Sandra Mary Lima; SILVA, Maria Alayde Mendonça da; GOULART, Marília Oliveira Fonseca. Pró-antioxidantes e antioxidantes de baixo peso molecular oriundos da dieta: estrutura e função. **Nutrire Rev. Soc. Bras. Aliment. Nutr**, p. 95-118, 2006.

VAZ JUNIOR, S.; MATIAS, AEB; SAMPAIO, B. L. **Degradação catalítica de lignina Kraft para determinação do potencial antioxidante para fins industriais**, 2021.

YOUNGSON, R. **Como combater os radicais livres: o programa de sa'de dos antioxidantes**. Rio de Janeiro: Campus, 1995. 151p.