



CARACTERIZAÇÃO FÍSICO-QUÍMICA E EXTRAÇÃO DA CELULOSE DO COLMO DE BAMBU VISANDO APLICAÇÕES BIOTECNOLÓGICAS

Palavras-Chave: colmo de bambu, celulose, caracterização físico-química, extração.

Autores:

Estudante: Bruna Maria de Oliveira Dorta (FEA/UNICAMP)

Orientadora: Prof.^a Dr.^a Rosana Goldbeck (FEA/UNICAMP)

Co-Orientador: Msc. Marcos Fellipe da Silva (FEA/UNICAMP)

INTRODUÇÃO

No cenário da biorrefinaria, os cientistas têm enfrentado desafios quando se trata da aplicação e análise de técnicas que envolvem a biotecnologia para o aumento da eficiência em processos com a finalidade de obtenção de compostos de alto valor agregado a partir de biomassas lignocelulósicas. Entre as biomoléculas de interesses que podem ser obtidas nesses processos destacam-se os prebióticos; os açúcares fermentescíveis, utilizados para a produção de bioetanol, ácidos orgânicos, biogás e outros produtos fermentados (DA SILVA et al., 2020).

Nesse âmbito, algumas espécies de bambu apresentam teores altos de celulose e hemicelulose em seu colmo, quando comparadas com outras biomassas lignocelulósicas comumente estudadas, como o bagaço e palha de cana de açúcar, por exemplo. Sendo assim, o bambu surge como uma biomassa lignocelulósica com grande potencial biotecnológico para produção de biocompostos de interesse industrial (HE, et al., 2014).

Devido à sua recalcitrância as biomassas lignocelulósicas *in natura* acabam oferecendo certa resistência aos tratamentos químicos e/ou enzimáticos, sendo necessários etapas de pré-tratamentos. A extração da celulose é um método vantajoso, uma vez que remove a lignina e separa a fração hemicelulósica e celulósica, permitindo

um melhor acesso dos reagentes químicos e/ou enzimas aos seus substratos para a obtenção eficiente de biocompostos (BICHOT *et al.*, 2018).

O presente trabalho teve como objetivo realizar a caracterização físico-química de farinhas de diferentes espécies de colmos de bambu, selecionando a que apresentou maior teor de celulose, realizando posteriormente sua extração visando aplicações futuras na produção biotecnológica de compostos de interesse industrial.

MATERIAL E MÉTODOS

Os estudos foram realizados em duas espécies de colmo de bambu: a *Bambusa vulgaris* variedade *vittata* de 2 anos de idade colhido no Instituto Agrônomo de Campinas (IAC) e a *Dendrocalamus latiflorus* de 4 meses de idade colhida na Fazenda Jatobá localizada no município de Pardinho em São Paulo.

A caracterização foi baseada na metodologia sugerida pelo *National Renewable Energy Laboratory (NREL)*, estimando em base seca os teores de cinzas, extrativos, celulose, hemicelulose e lignina. Os ensaios foram todos realizados em triplicata. Os dados obtidos foram submetidos à Análise de Variância (ANOVA) e a comparação de medidas foi realizada através do teste de Tukey a um nível de confiabilidade de 95% ($p < 0,05$) por meio de um *software* estatístico Minitab 17.0.

Para a extração da celulose, a metodologia utilizada resumiu-se em: imersão da biomassa do bambu em uma solução de clorito de sódio (NaClO_2) com concentração de 0,7% e bissulfito de sódio (NaSO_4) 5% (m/v) em uma proporção de 1: 50 (m/v). Tal solução foi tamponada em pH 4 em um banho de 80°C durante 2 horas. Assim, obteve-se a fração holocelulósica que foi exposta ao tratamento com solução de hidróxido de sódio (NaOH) a 17,5 % (m/v), obtendo apenas a fração α -celulose, conforme Morán et al. (2008). O rendimento e a eficiência de extração foram calculados a partir das equações 1 e 2.

$$\text{Rendimento de Extração (\%)} = \frac{\text{massa de celulose extraída (g)}}{\text{massa de amostra (g)}} \times 100 \% \text{ (Equação 1)}$$

$$\text{Eficiência de Extração (\%)} = \frac{\text{massa de celulose extraída (g)}}{\text{massa de celulose da amostra (g)}} \times 100\% \text{ (Equação 2)}$$

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados obtidos da caracterização físico-química das biomassas lignocelulósicas estudadas estão evidenciados na Figura 1.

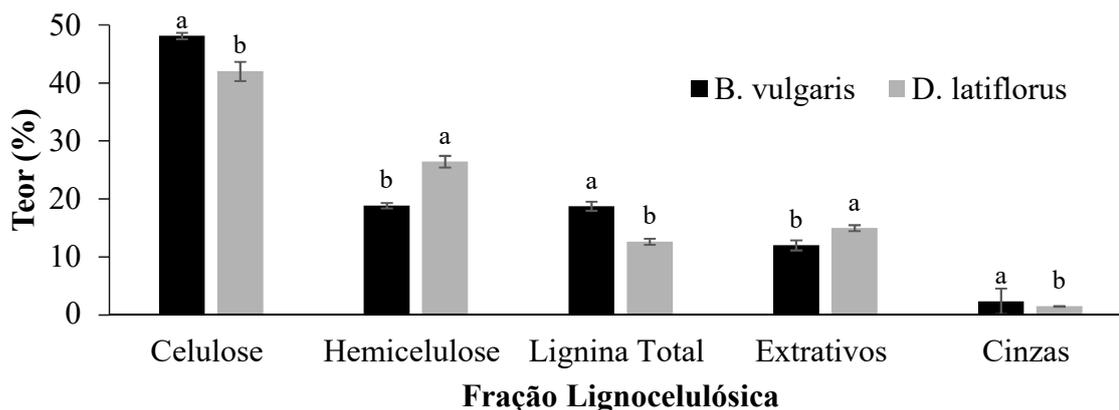


Figura 1. Composição química em base seca de diferentes espécies de bambu.

Inicialmente, analisando o teor de celulose com base nos dados obtidos, observa-se que ambas as espécies apresentam elevado teor de celulose, se mostrando maiores até do que outras biomassas utilizadas em processos biotecnológicos. Entretanto, realizando uma comparação entre as espécies nota-se que a espécie de bambu *B. vulgaris* apresentou maior percentual de celulose (48,20%) enquanto a espécie *D. latiflorus* apresentou um percentual de 42,06 %. Logo, a espécie de colmo de bambu selecionada para realização dos estudos foi a *Bambusa vulgaris* variedade *vittata*.

Realizando a análise do teor de hemicelulose apresentado pelas amostras, conclui-se que a espécie que apresenta maior teor de hemicelulose é a *D. latiflorus*, 26,42% enquanto a espécie *B. vulgaris* apresentou 18,79 %. É válido ressaltar que a hemicelulose se apresenta de interesse uma vez que possui aplicações em bioprocessos devido a sua composição heterogênea integrada por uma variedade de açúcares como xilose, galactose, arabinose, manose (DA SILVA; *et al.*, 2020).

O teor de lignina total se mostra como um fator decisivo para a escolha de biomassas lignocelulósicas em processos pois a lignina se apresenta como um dificultador ao acesso à

celulose uma vez que esse parâmetro acaba protegendo e mantendo a integridade da celulose e da hemicelulose por tratamentos químicos, físicos e enzimáticos. Dessa maneira, um menor teor dessa substância se torna mais vantajoso para aplicações em processos (BICHOT *et al.*, 2018). Nesse contexto, observa-se que a espécie *D. latiflorus* apresentou menor teor de lignina total (12,56%) enquanto a espécie *B. vulgaris* apresentou um maior teor (18,70%). Porém, quando comparada com outras matrizes vegetais os teores de lignina encontrados em ambas as espécies se apresentam próximos e até inferiores indicando que as duas espécies deste estudo poderiam ser aplicadas em bioprocessos dependendo dos objetivos desejados.

Com base nos resultados, a espécie *D. latiflorus* apresentou maior teor de extrativos (14,91%) comparada a espécie *B. vulgaris* com um percentual de 11, 93%. O percentual de extrativos é um parâmetro de importância quando se trata de biomassas lignocelulósicas uma vez que indica conteúdo de ácidos graxos, álcoois de cadeia longa, ceras, resinas, esteroides, compostos fenólicos e glicosídeos solúveis em água e em solventes orgânicos (GUIMARÃES *et al.*, 2013).

Averiguando o teor de cinzas, é evidenciado na Tabela 1 que a espécie que apresentou maior percentual de cinzas foi a espécie *B. vulgaris* com 2,23% enquanto a espécie *D. latiflorus* apresentou 1,36%. Tal parâmetro aponta o percentual de minerais presente nas biomassas lignocelulósicas. Esse parâmetro é importante uma vez que se apresenta como nutrientes para micro-organismos, desenvolvendo a biomassa através das reações de biossíntese e manutenção celular. Entretanto, altos teores de cinzas podem ser prejudiciais, inibindo determinados bioprocessos (SANTOS; *et al.*, 2007; SILVA; *et al.*, 2016).

Como a espécie que apresentou maior teor de celulose foi a *Bambusa vulgaris* variedade *vittata*, a mesma foi selecionada para a realização da extração. Com a metodologia descrita anteriormente, obteve-se um rendimento médio de extração de $41,87 \pm 0,53\%$ e a eficiência média obtida no processo foi de $86,87\% \pm 1,10\%$.

O rendimento de extração corresponde a relação entre quantidade de celulose obtida e a massa de amostra de farinha integral do colmo de bambu que passou pelo processo de extração. Enquanto a eficiência de extração é dada pela relação entre massa de celulose obtida no processo e a massa de celulose total presente na amostra inicial.



CONCLUSÃO

Conclui-se com o atual estudo que o bambu surge como uma biomassa lignocelulósica promissora para a aplicação em bioprocessos, onde a espécie *Bambusa vulgaris* variedade *vittata* se mostrou mais interessante para a produção de glicose e oligômeros como os celo-oligossacarídeos a partir da hidrólise enzimática da celulose por apresentar um maior percentual de celulose quando comparada a espécie *Dendrocalamus latiflorus*. Além disso, os resultados obtidos na extração da celulose mostraram-se auspiciosos uma vez que proporcionam altos rendimentos e eficiência de extração.

REFERÊNCIAS

- BICHOT, Aurélie *et al.* *Understanding biomass recalcitrance in grasses for their efficient utilization as biorefinery feedstock*. [S.l: s.n.], 2018. v. 17.
- DA SILVA, Marcos F *et al.* Bamboo as an eco-friendly material for food and biotechnology industries. *Current Opinion in Food Science*, v. 33, p. 124–130, 2020.
- GUIMARÃES, Mario *et al.* Caracterização físico-química de fibra e polpas de bambu *vulgaris* schrad para utilização em compósitos poliméricos. *Revista Latinoamericana de Metalurgia y Materiales*, v. 33, n. 1, p. 33–42, 2013.
- MORÁN, Juan I. *et al.* Extraction of cellulose and preparation of nanocellulose from sisal fibers. *Cellulose*, v. 15, n. 1, p. 149-159, 2008.
- SANTOS, S. F. M. Estudo da produção de pectinases por fermentação em estado sólido utilizando pedúnculo de cajú como substrato. 2007. **Tese** (Doutorado em Engenharia Química). Departamento de Engenharia Química. Universidade Federal do Rio Grande do Norte.
- SILVA, O. S.; OLIVEIRA, R. L.; SOUZA-MOTTA, C. M.; PORTO, A. L. F.; PORTO, T. S. Novel protease from *Aspergillus tamaris* URM4634: Production and characterization using inexpensive agroindustrial substrates by solid-state fermentation. **Advances in Enzyme Research**, v.4, p. 125-143, 2016.