



IV CONGRESSO INTERNACIONAL  
AMBIENTE & SUSTENTABILIDADE

Saúde única planetária e suas relações  
com as mudanças climáticas



IV CONGRÈS INTERNATIONAL SUR  
L'ENVIRONNEMENT & LA DURABILITÉ

Une seule santé planétaire et ses  
relations avec le changement climatique

15 a 19 de setembro de 2025 | Du 15 au 19 septembre 2025

## RESÍDUOS DA INDÚSTRIA DE PAPEL COMO FONTE DE ENERGIA RENOVÁVEL: PRODUÇÃO DE BIOETANOL PARA MITIGAÇÃO CLIMÁTICA

*Résidus de l'industrie papetière comme source d'énergie renouvelable:  
production de bioéthanol pour l'atténuation climatique*

*Residuos de la industria papelera como fuente de energía renovable:  
producción de bioetanol para la mitigación climática*

**Eixo temático:** (x) 4 - Resiliência e mitigação climática, inovações e tecnologias ambientais.

Autores: CAMPAGNOLI, Vanessa<sup>1</sup>; OLIVEIRA, Juliane Patricia<sup>2</sup>; LOPEZ, Aline<sup>3</sup>; POLASTRI, Paula<sup>4</sup>

**RESUMO:** Com a intensificação da demanda por energia, associada à limitação das reservas de combustíveis fósseis e ao agravamento das emissões de gases de efeito estufa (GEE), causados pelo uso dos mesmos, motivou a busca por fontes alternativas renováveis para a geração de energia. Nesse contexto, os biocombustíveis de segunda geração, como o bioetanol obtido a partir de resíduos lignocelulósicos, têm se destacado por sua fonte abundante de baixo custo para potencial de mitigação das mudanças climáticas. Este trabalho apresenta uma revisão bibliográfica de estudos recentes, com publicações após o ano de 2020, sobre a produção de bioetanol a partir de resíduos da indústria de papel, incluindo resíduos de papel e de polpa virgem. Os resíduos apresentaram alto teor de celulose (60%) e baixo teor de lignina (10%), favorecendo a fermentação, reduzindo ou até mesmo eliminando a necessidade de pré-tratamento químico. O processo de produção do bioetanol, foi analisado

<sup>1</sup> Mestranda no Programa de Pós-Graduação em Tecnologias Limpas - PPGTL, Universidade Cesumar - UNICESUMAR, Instituto Cesumar de Ciência, Tecnologia e Inovação – ICETI, Maringá, Brasil. Bolsista ICETI. [campagnolivanessa1@gmail.com](mailto:campagnolivanessa1@gmail.com)

<sup>2</sup> Mestranda no Programa de Pós-Graduação em Tecnologias Limpas - PPGTL, Universidade Cesumar - UNICESUMAR, Instituto Cesumar de Ciência, Tecnologia e Inovação – ICETI, Maringá, Brasil. Bolsista ICETI, Maringá, Brasil. UNICESUMAR. Bolsista ICETI/PROSUP/CAPES. [julianepdeoliveira@outlook.com](mailto:julianepdeoliveira@outlook.com)

<sup>3</sup> Docente do Programa de Pós-Graduação em Tecnologias Limpas - PPGTL, Universidade Cesumar – UNICESUMAR, Instituto Cesumar de Ciência, Tecnologia e Inovação – ICETI, Maringá, Brasil. [aline.lopes@unicesumar.edu.br](mailto:aline.lopes@unicesumar.edu.br)

<sup>4</sup> Docente do Programa de Pós-Graduação em Tecnologias Limpas - PPGTL, Universidade Cesumar – UNICESUMAR, Instituto Cesumar de Ciência, Tecnologia e Inovação – ICETI, Maringá, Brasil. [paula.polastri@unicesumar.edu.br](mailto:paula.polastri@unicesumar.edu.br)



CanalRIAS



@rias.redeinternacional



[ciascongressointernacional@gmail.com](mailto:ciascongressointernacional@gmail.com)



RIAS- Rede Internacional de Ações Sustentáveis

Apoio:





IV CONGRESSO INTERNACIONAL  
AMBIENTE & SUSTENTABILIDADE

Saúde única planetária e suas relações  
com as mudanças climáticas



IV CONGRÈS INTERNATIONAL SUR  
L'ENVIRONNEMENT & LA DURABILITÉ

Une seule santé planétaire et ses  
relations avec le changement climatique

15 a 19 de setembro de 2025 | Du 15 au 19 septembre 2025

com diferentes concentrações enzimáticas e faixas de pH. Na etapa de sacarificação foram conduzidos por meio de enzimas celulase *Cellic CTec2/Novozymes* e, no processo fermentativo, as leveduras comerciais *Saccharomyces Cerevisiae*. O processo de sacarificação e fermentação podem ser executados separadamente, conhecido como *Separate hydrolysis and fermentation* (SHF) ou de forma simultânea, conhecido como *simultaneous saccharification and fermentation* (SSF). A escolha pelo processo SSF, otimiza o aproveitamento dos açúcares liberados durante a hidrólise enzimática, o que diminui a inibição enzimática causada pelo acúmulo de açúcares redutores no meio reacional. Ademais, a execução simultânea reduz o tempo total do processamento e foi obtido a eficiência fermentativa superior em relação ao processo separado, com apenas uma diferença de 36% aproximadamente. Dessa forma, os estudos analisados apontaram que o processo SSF resultou em maior eficiência na produção de bioetanol, especialmente quando a eficiência da conversão celulósica está diretamente relacionada à carga enzimática aplicada, as condições sob pH em 4,8, foi utilizado o coquetel enzimático de 70 Unidades de Formação de Produto FPU/g e a levedura comercial. Nessas condições, foram observadas concentrações de etanol de até  $9,16 \pm 0,98$  g/L, com rendimento de conversão de 0,39 g de etanol por g de resíduo, produtividade volumétrica de 0,57 g/L/h e eficiência fermentativa de 77%. A presente revisão evidenciou o potencial de escalabilidade do processo de produção de bioetanol, destacando-o como uma alternativa viável para a diversificação da matriz energética por meio da geração de energia limpa e renovável. O reaproveitamento de resíduos da indústria de papel contribui para a mitigação dos impactos ambientais associados ao descarte inadequado desses materiais. Além disso, a aplicação dessa tecnologia promove a redução das emissões de GEE, o que reforça o alinhamento com estratégias de mitigação climática, inovação ambiental e transição energética sustentável.

**PALAVRAS-CHAVE:** Biocombustível; Biomassa lignocelulósica; Energia limpa; Mudanças climáticas; Resíduos sólidos.



CanalRIAS



@rias.redeinternacional



ciascongressointernacional@gmail.com



RIAS- Rede Internacional de Ações Sustentáveis

Apoio:

