



CURITIBA/PR - 05 a 07 de Maio de 2026

9º CONRESOL

9º Congresso Sul-Americano
de Resíduos Sólidos e Sustentabilidade



ESTIMATIVA DA GERAÇÃO DOS RESÍDUOS AGRÍCOLAS PRODUZIDOS NO RIO GRANDE DO SUL E SUAS POTENCIALIDADES BIOTECNOLÓGICAS

DOI: <http://dx.doi.org/10.55449/conresol.9.26.I-011>

Larissa Emilly Alves Chaves, Laura Brandão Da Costa, Joyce Cristina Gonçalves Roth.

UERGS- Universidade Estadual do Rio Grande do Sul, larissa-chaves@uergs.edu.br.

RESUMO

O gerenciamento adequado dos resíduos produzidos nas etapas produtivas do setor agrícola precisa ser realizado de modo a garantir a manutenção da qualidade do solo, ar e recursos hídricos dos ecossistemas agrícolas. O potencial biotecnológico associado aos fungos, a necessidade por tecnologias limpas na gestão de resíduos e o perfil agroindustrial da região do Sul do país, justificam o interesse em empregar os resíduos de biomassa como substrato para o Cultivo em Fase Submersa (CFSm). São objetivos deste trabalho, realizar um levantamento ambiental dos resíduos agrícolas produzidos no Rio Grande do Sul e apresentar potencialidades biotecnológicas para a sua destinação pelo emprego cultivo em fase submersa de um isolado lignolítico. Para isto, foi realizado o levantamento do perfil agrícola do Rio Grande do Sul foi caracterizado através da consulta de dados públicos. Já a potencialidade biotecnológica dos resíduos agrícolas foi inicialmente avaliada através de uma análise bibliométrica, utilizando o software VOSviewer. A busca bibliográfica foi realizada em bases de dados científicas multidisciplinares do *Scopus* considerando as publicações em formato de artigo científico no período de 2010 a 2026. As palavras chave empregadas nesta busca foram: "agrícola" AND "resíduo" AND "bioprocess". Os dados foram exportados para o *software Vosviewer*, e nenhum critério de exclusão foi aplicado. Sequencialmente, o resíduo agrícola de maior potencialidade biotecnológica no Estado, foi selecionado com base nos aspectos relacionados a: (a) elevada taxa de geração e disponibilidade de volume para processamento e (b) potencial de impacto ambiental. Atualmente, soja, arroz, milho e trigo constituem as principais culturas agrícolas praticadas no Estado, tanto em termos de área plantada quanto de quantidade produzida. A soja aparece em primeiro lugar, seguido pelo trigo, arroz, milho e a uva. Entre os bioprodutos com maior destaque nas pesquisas conduzidas no recorte temporal considerado nesta pesquisa, destacam-se os biocombustíveis e as enzimas. Os biocombustíveis assumem esta relevância como uma resposta a necessidade de transição energética mundial. Este estudo confirmou haver necessidade regional vinculada a valorização da biomassa residual, o que demonstra a necessidade de mais pesquisas e investimentos nessa área.

PALAVRAS-CHAVE: Biomassa. Biotecnologia. Resíduos agrícolas.

ABSTRACT

The management of waste produced in the production stages of the agricultural sector needs to be carried out in order to guarantee the maintenance of the quality of soil, air and water resources in agricultural ecosystems.. The biotechnological potential associated with fungi, the need for clean technologies in waste management, and the agro-industrial profile of the southern region of the country justify the interest in using biomass waste as a substrate for Submerged Phase Cultivation (CFSm). The objectives of this work are to carry out an environmental survey of agricultural waste produced in Rio Grande do Sul and to present biotechnological potential for its use through submerged phase cultivation of a lignolithic isolate. For this purpose, a survey of the agricultural profile of Rio Grande do Sul was carried out and characterized through consultation of public data. The biotechnological potential of agricultural waste was initially evaluated through a bibliometric analysis using the VOSviewer software. The bibliographic search was conducted in multidisciplinary scientific databases from Scopus, considering publications in scientific article format from 2010 to 2026. The keywords used in this search were: "agricultural" AND "waste" AND "bioprocess". The data were exported to the Vosviewer software, and no exclusion criteria were applied. Subsequently, the agricultural waste with the greatest biotechnological potential in the State was selected based on aspects related to: (a) high generation rates and availability of volume for processing and (b) potential environmental impact. Currently, soybeans, rice, corn, and wheat are relevant as the main agricultural crops grown in the State, both in terms of planted area and quantity produced. Soybeans appear in first place, followed by wheat, rice, corn, and grapes. Among the bioproducts that stand out most in the long-term research within the time frame considered in this study, biofuels and enzymes are particularly noteworthy. Biofuels are gaining importance as a response to the need for a global energy transition. This study confirmed a regional need linked to the valorization of residual biomass, demonstrating the necessity for further research and investment in this area.



CURITIBA/PR - 05 a 07 de Maio de 2026

9º CONRESOL

9º Congresso Sul-Americano
de Resíduos Sólidos e Sustentabilidade



KEY WORDS: Biomass. Biotechnology. Agricultural waste.

INTRODUÇÃO

Os resíduos agrícolas são aqueles gerados diretamente no campo, antes, durante e após a colheita das culturas. Segundo Vaz Junior (2020) esses resíduos permanecem majoritariamente no solo após a colheita e constituem a maior parte da biomassa residual agrícola. Entre os principais resíduos agrícolas destacam-se a palha, os colmos, as folhas, as cascas e as raízes.

Esses materiais desempenham papel fundamental na conservação do solo, atuando como adubo natural e contribuindo para a melhoria da fertilidade e das propriedades físicas e químicas (IPEA, 2018). No entanto, mesmo que haja este reconhecimento a respeito da importância para a reciclagem de nutrientes, os resíduos agrícolas demandam um aproveitamento mais estratégico, especialmente devido à alta geração, lenta degradabilidade, em alguns casos, e a geração de subprodutos potencialmente cumulativos ou tóxicos (CORDEIRO *et al.*, 2020). Isto pode transformar o risco de poluição ambiental em uma oportunidade de valor agregado.

Conforme Cordeiro *et al.* (2020), a geração dos resíduos agrícolas é diretamente proporcional a produção agrícola, e diante disso, o Estado do Rio Grande do Sul assume um papel relevante entre os demais Estados brasileiros, destacando-se não só pela elevada produtividade, mas diversidade de culturas. O Estado é reconhecido principalmente pela produção de arroz, sendo o maior produtor nacional, responsável por cerca de 68% a 70% da produção brasileira (IBGE, 2025). Além disso, apresenta expressiva produção de soja, milho, trigo, tabaco, uva e feijão, contribuindo significativamente para a economia regional e nacional (VAZ JUNIOR, 2020).

Para atendimento de premissas vinculadas a sustentabilidade nos setores produtivos, além da produção agrícola, o gerenciamento adequado dos resíduos produzidos nas etapas produtivas, precisa ser tomada como referência, de modo a garantir a manutenção da qualidade do solo, ar e recursos hídricos dos ecossistemas agrícolas. No entanto, a destinação ambientalmente adequada destes resíduos ainda é um problema recorrente nos diversos setores produtivos (VAZ JUNIOR, 2020).

Entre as alternativas sustentáveis que podem auxiliar para a minimização dos efeitos ambientais adversos relacionados a produção agrícola estão o emprego da biomassa para geração de energia, para fabricação de bioprodutos, utilização na alimentação animal e para a aplicação industrial. Isto possibilita a redução de impactos ambientais e a agregação de valor à cadeia produtiva (IPEA, 2018).

O potencial biotecnológico associado aos fungos, a necessidade por tecnologias limpas na gestão de resíduos e o perfil agroindustrial da região do Sul do país, justificam o interesse em empregar os resíduos de biomassa como substrato para o Cultivo em Fase Submersa (CFSm).

OBJETIVOS

São objetivos deste trabalho, realizar um levantamento ambiental dos resíduos agrícolas produzidos no Rio Grande do Sul e apresentar potencialidades biotecnológicas para a sua destinação pelo emprego cultivado em fase submersa de um isolado lignolítico.

METODOLOGIA

Este trabalho adota uma abordagem qualitativa e exploratória (FONSECA, 2002), fundamentada em pesquisa bibliográfica e análise de dados secundários. Os dados foram coletados através da consulta em *sites* do Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada (IPEA), Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE) e Radiografia da Agropecuária Gaúcha de 2025 e em outros materiais científicos, como artigos e relatórios técnicos, que pudessem trazer aderência a temática e conteúdo pesquisa.

O perfil agrícola do Rio Grande do Sul foi caracterizado através da consulta de dados disponibilizados através da Radiografia da Agropecuária Gaúcha (RIO GRANDE DO SUL, 2025), com identificação dos produtos agrícolas de maior importância econômica para o Estado. Além disso, realizou-se a quantificação teórica dos principais resíduos agroindustriais gerados na região através de consulta aos bancos de dados públicos como aqueles disponibilizados pelo



CURITIBA/PR - 05 a 07 de Maio de 2026

9º CONRESOL

9º Congresso Sul-Americano
de Resíduos Sólidos e Sustentabilidade



IBGE e Companhia Nacional de Abastecimento (CONAB). Dados referentes a geração, destinação e tratamentos empregados para os resíduos gerados, foram organizados em tabelas para a melhor visualização das informações.

A potencialidade biotecnológica dos resíduos agrícolas inicialmente avaliadas através de uma análise bibliométrica, utilizando o *software* VOSviewer. A busca bibliográfica foi realizada em bases de dados científicas multidisciplinares do *Scopus* considerando as publicações em formato de artigo científico no período de 2010 a 2026.

As palavras chave empregadas nesta busca foram: "agrícola" AND "resíduo" AND "bioprocesso". Os dados foram exportados para o software Vosviewer, e nenhum critério de exclusão foi aplicado. Sequencialmente, os dados foram exportados em formato .csv e utilizados para a análise bibliométrica no *software*, considerando a análise de co-ocorrência (permitindo a análise das palavras chave conjuntamente com as citações e autores) e o método "full counting" para de contagem dessas palavras chave.

Sequencialmente, o resíduo agrícola de maior potencialidade biotecnológica no Estado, foi selecionado com base em 2 aspectos principais: (a) elevada taxa de geração e disponibilidade de volume para processamento e (b) potencial de impacto ambiental. Para avaliação deste último aspecto, se considerou as estratégias para a maximização de valor, transformando o que é encarado como problema de destinação final em uma oportunidade de economia circular.

A caracterização do resíduo agroindustrial incluirá a determinação da umidade, cinzas, serão determinados o teor de umidade e cinzas conforme a metodologia proposta por AOAC (2005). Já os carboidratos serão determinados na metodologia proposta por Sluiter *et al.* (2008).

Etapas subsequentes ainda preveem a otimização das condições ambientais para a condução do CFSm, com emprego da biomassa residual selecionada pelo emprego de um isolado de *Pycnoporus sanguineus*. O isolamento do fungo *P. sanguineus* para obtenção de cultura pura foi realizado a partir do basidiocarpo coletado do ambiente, que foi então imerso em solução de hipoclorito de sódio 0,1% por 20 min. Após, sucessivas lavagens com água estéril, e com auxílio de um bisturi, pequenos pedaços do basidiocarpo foram dispostos no centro de placas contendo ágar Sabouraud. Este procedimento foi repetido até a obtenção da cultura pura.

RESULTADOS PARCIAIS E DISCUSSÃO

Resíduos agrícolas e produção no Estado do Rio Grande do Sul

Os resíduos agrícolas possuem importância em termos de produção e também como substrato potencial para a geração de bioprodutos (RENGASAMY *et al.*, 2023). Quando a biomassa agrícola é inserida na dinâmica da bioeconomia circular, os ganhos ambientais e econômicos se destacam (KUMAR *et al.*, 2023). Conforme Leusin Jr. (2025) atualmente, soja, arroz, milho e trigo constituem as principais culturas agrícolas praticadas no Estado, tanto em termos de área plantada quanto de quantidade produzida (Tabela 1).

Tabela 1. Principais culturas agrícolas gaúchas em termos de produtividade e área plantada em 2025.

Fonte: Adaptado de Leusin Jr. (2025)

Cultura	Produção (1000 toneladas)	Área Plantada (1000 hectares)
Soja	13.687,4	27.682,2
Arroz	8.446,1	17.390,0
Milho	5.308,9	5.653,7
Trigo	3.819,0	5.132,6
Uva	957,3	2.277,9

A cultura da uva foi incluída na análise, devido a sua produção no ano de 2025, que ultrapassou culturas como a do fumo e da mandioca, que mesmo com áreas plantadas superiores, 160,2 e 49,9 (1000) hectares, respectivamente, possuem valores de produção inferiores, 342,9 e 699,2 (1000) toneladas, respectivamente. A soja se destaca em termos de valor bruto de produção no Estado, representando valores de cerca de 27.682 milhões de reais, seguido pelo arroz e milho, com valores aproximados de 17.390 e 5.653 milhões de reais.

Quanto a geração dos resíduos destas culturas, a Tabela 2, traz uma estimativa calculada em termos de produção.



CURITIBA/PR - 05 a 07 de Maio de 2026

9º CONRESOL

9º Congresso Sul-Americano
de Resíduos Sólidos e Sustentabilidade



Tabela 2. Estimativa de produção de resíduos agrícolas para as culturas da soja, arroz, milho, trigo e uva no Estado do Rio Grande do Sul.

Fonte: EMATER (2025); CONAB (2025); IBGE (2025); Vaz Junior (2020) e Cebrián-Tarancón *et al.* (2021).

Cultura	Tipo de resíduo	Taxa de geração de resíduo (ton ha ⁻¹)	Estimativa produtiva (1000 ton)*
Soja	Palha	3,00 – 4,50	25489,13
Arroz	Casca	1,60 – 2,00	1743,84
Milho	Palha	8,00 – 12,00	7182
Trigo	Palha	3,00 – 4,00	4303,6
Uva	Poda da vinheira	1,40–2,00	82,11

* Média da taxa de produção (ton ha⁻¹) x Área Plantada (ha)

Em ordem crescente de produção de resíduos, a soja aparece em primeiro lugar, seguido pelo trigo, arroz, milho e a uva. No entanto é importante destacar que, no caso da soja, a biomassa residual assume importância para a qualidade do solo sendo comumente disposta no solo pós cultivo para garantir a incorporação do material orgânico, disponibilidade de nutrientes e manutenção da umidade das áreas cultivadas (HAN *et al.*, 2016).

Pesquisa Bibliométrica

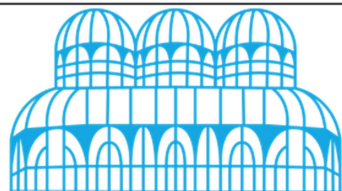
Foram incluídos na análise 77 artigos, com formação de 4 grupamentos: Cluster vermelho (com 13 itens); cluster verde (com 11 itens), cluster azul (com 9 itens) e cluster amarelo (com 5 itens), conforme Figura 1A. Já a relevância destes termos, ao longo do tempo, pode ser visualizada na Figura 1B.

Entre os bioprodutos com maior destaque nas pesquisas conduzidos no recorte temporal considerado nesta pesquisa, destacam-se os biocombustíveis e as enzimas. Os biocombustíveis assumem esta relevância como uma resposta a necessidade de transição energética mundial. Evidentemente que, para além dos biocombustíveis, o reconhecimento de que outros bioprodutos, importantes para as indústrias obtidos via processos fermentativos, desempenha um papel crucial na consolidação da sustentabilidade industrial (SOARES *et al.*, 2025).

Observa-se na imagem uma clara demonstração de como os bioprocessos podem auxiliar na sustentabilidade agrícola por meio de obtenção de bioprodutos como as enzimas e biocombustíveis. Conforme Tripathi *et al.* (2026), a conversão de biomassa em bioprodutos garantem a eficiência no uso de recursos e a manutenção da sustentabilidade no setor agrícola.

Este grande potencial está especialmente ligado a composição química destes resíduos que trazem condições perfeitas para o desenvolvimento de bioprocessos empregando bactérias, leveduras e fungos (RENGASAMY *et al.*, 2023). No entanto, conforme sinaliza Rengasamy *et al.* (2023), a adequada seleção de substrato, do microrganismo e condições de cultivo influenciam a obtenção e rendimento do bioproduto.

Evidentemente que, conforme indica Cebrián-Tarancón *et al.* (2021), a escolha pelo resíduo orgânico que apresenta maior potencial em processos biotecnológicos de conversão, precisa passar por uma avaliação de: (i) disponibilidade sazonal; (ii) destinação empregada; (iii) viabilidade econômica e de eficiência. Para isto, pesquisas e experimentações práticas julgam-se necessárias e permitem oportunizar uma gestão mais sustentável dos resíduos gerados na agricultura.



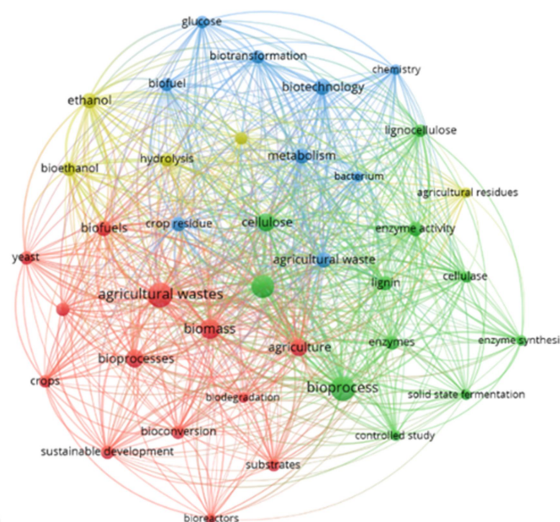
CURITIBA/PR - 05 a 07 de Maio de 2026

9º CONRESOL

9º Congresso Sul-Americano
de Resíduos Sólidos e Sustentabilidade



A



B

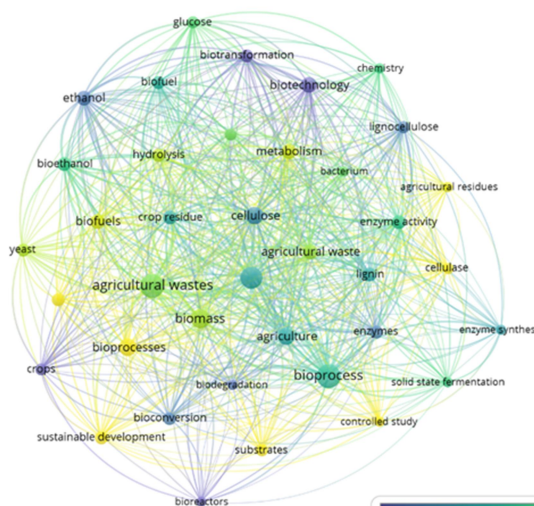
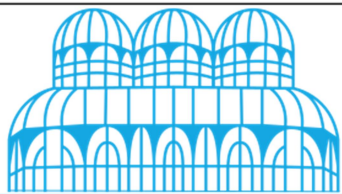


Figura 1: Mapa bibliométrico com apresentação dos termos de maior ocorrência, considerando os artigos incluídos na pesquisa no Scopus. Fonte: Autores (2026)

Seleção do resíduo e caracterização físico-química

Considerando os aspectos produtivos e de destinação final, a seleção da biomassa residual para os ensaios fermentativos subsequentes, a casca de arroz se destaca, pois conforme Capeletto et al. (2014) os mesmos são produzidos grandes volumes e não sendo atrativos em processos de reciclagem devido a composição da casca, que recebe como destinação mais comum, a combustão direta. Segundo Kumar *et al.* (2013) e Armesto *et al.* (2002), a casca do arroz é definida como uma estrutura que encobre o grão, representando cerca de 20% da massa do grão e com poder calorífico de cerca de 16 MJ/kg, com teor de voláteis de 74% e cerca de 12,8% de cinza.

Além disso, a composição da lignina presente do resíduo da casca de arroz, é superior aquela presente no resíduo da soja e trigo, justificando a sua escolha quando se objetiva testar a capacidade fermentativa de fungos lignolíticos. Esta composição média de carboidratos presentes na biomassa residual é apresentada na Tabela 3.



CURITIBA/PR - 05 a 07 de Maio de 2026

9º CONRESOL

9º Congresso Sul-Americano
de Resíduos Sólidos e Sustentabilidade



Tabela 3. Composição estimada de lignina presente nos resíduos agrícolas das culturas da soja, arroz, milho, trigo. Fonte: Autores (2026).

Resíduo	Lignina (%)	Referências
Casca de arroz	21,64 ± 4,61	Saha <i>et al.</i> (2005), Banerjee <i>et al.</i> (2009); Trubetskaya, A. <i>et al.</i> (2016);
Palhada de trigo	16,7+8,65	Figueiró; Graciolli (2011); Zeng <i>et al.</i> (2013); Del Río <i>et al.</i> (2012); Trubetskaya, A. <i>et al.</i> (2016).
Palhada de soja	19,6 ± 1,98	Xu <i>et al.</i> (2007); Wan <i>et al.</i> (2011).

A confirmação da composição da lignina presente a amostra de biomassa residual de arroz que será utilizada nas etapas posteriores desta pesquisa, assim como a caracterização físico-química serão realizadas por meio das metodologias de AOAC (2005) e Sluiter *et al.* (2008).

Microrganismos lignocelulolíticos

Os microrganismos lignocelulósicos são definidos como fungos e bactérias capazes de degradar biomassa vegetal composta por celulose, hemicelulose e lignina (ANDLAR *et al.*, 2018). Esses microrganismos produzem enzimas como celulasas, hemicelulasas e ligninases, responsáveis pela quebra das estruturas da biomassa lignocelulósica e pela liberação de açúcares fermentáveis. As celulasas atuam na hidrólise da celulose, as hemicelulasas degradam a hemicelulose e as ligninases promovem a oxidação da lignina, considerada a fração mais recalcitrante da lignocelulose, permitindo a desestruturação de materiais vegetais complexos (CHUKWUMA *et al.*, 2021). Dessa forma, esses microrganismos desempenham papel fundamental na degradação de resíduos lignocelulósicos, como a casca de arroz, promovendo a transformação da matéria orgânica e contribuindo para a reciclagem de nutrientes.

Entre as diferentes espécies, o fungo *Pycnoporus sanguineus* apresenta grande potencial no processo de deslignificação da biomassa vegetal (HERNÁNDEZ *et al.*, 2017). Ele se distribui em regiões tropicais e subtropicais e frequentemente encontrado crescendo sobre troncos e resíduos lenhosos, apresentando coloração alaranjada-avermelhada característica e elevada capacidade de degradação da lignina, devido à produção de enzimas oxidativas, como lacases e peroxidases, que atuam na quebra de compostos fenólicos complexos (DOS SANTOS *et al.*, 2023).

No contexto deste trabalho, cepas isoladas do ambiente, serão empregadas para avaliação da capacidade de degradação da lignocelulose presente na casca de arroz, favorecendo a transformação desse resíduo agroindustrial e possibilitando sua posterior utilização em aplicações biotecnológicas. O isolado que será empregado nos ensaios fermentativos é apresentado na Figura 2.

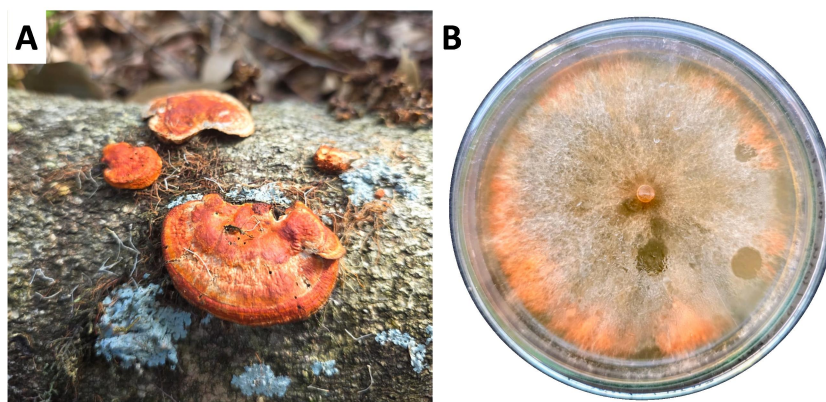


Figura 2: *Pycnoporus sanguineus*. Em A, cepa encontrada no ambiente, e em B, cepa isolada em placa. Fonte: Autores (2026).



CURITIBA/PR - 05 a 07 de Maio de 2026

9º CONRESOL

9º Congresso Sul-Americano
de Resíduos Sólidos e Sustentabilidade



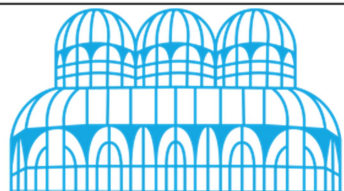
CONSIDERAÇÕES FINAIS

O aproveitamento dos resíduos agrícolas no Estado, além de minimizar os efeitos ambientais negativos vinculadas a poluição, pode gerar novas oportunidades para o desenvolvimento econômico pelo desenvolvimento de empresas de base biotecnológica. Entende-se que há uma necessidade regional vinculada a valorização da biomassa residual, o que demonstra a necessidade de mais pesquisas e investimentos nessa área.

Se destaca ainda que, as biomassas residuais de maior importância para o Estado são aquelas relacionadas a cultura da soja, trigo, arroz, milho e uva e que podem ser exploradas quanto ao seu emprego em pesquisas envolvendo a bioconversão biotecnológica.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. ANDLAR, M.; REZIĆ, T.; MARĐETKO, N. **Lignocellulose degradation: an overview of fungi and fungal enzymes involved in lignocellulose degradation**. Engineering in Life Sciences. Weinheim: Wiley-VCH, 2018.
2. AOAC. Association of Official Analytical Chemists. Official Methods of analysis of AOAC International. 18. ed. Washington: AOAC, 2005.
3. ARMESTO, L. *et al.* Combustion behavior of rice husk in a bubbling fluidised bed. **Biomass and Bioenergy**, v. 23, p. 171-179, 2002.
4. BANERJEE, S. *et al.* Evaluation of wet air oxidation as a pretreatment strategy for bioethanol production from rice husk and process optimization. **Biomass and Bioenergy**, v. 33, n. 12, p. 1680-1686, 2009.
5. CEBRIÁN-TARANCÓN, C. *et al.* Vine-shoots as ecological additives: a study of acute toxicity and cytotoxicity. **Foods**, v. 10, n. 6, p. 1267, 2021.
6. CAPELETTO, G.J; ZANCHI DE MOURA, G.H. **Balanco Energético do Rio Grande do Sul 2014**. Porto Alegre: Grupo CEEE, 2014.
7. CHATTERJEE, S.; VENKATA MOHAN, S. Fungal biorefinery for sustainable resource recovery from waste. **Bioresource Technology**, v. 345, p. 126443, 2022.
8. CHUKWUMA, O. B. *et al.* **A review on bacterial contribution to lignocellulose breakdown into useful bio-products**. International Journal of Environmental Research and Public Health. Basel: MDPI, 2021.
9. CONAB – COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO. Acompanhamento da Safra Brasileira de Grãos: Safra 2024/25 - Primeiro levantamento. Brasília: Conab, 2024. Disponível em: <https://www.gov.br/conab/pt-br/atuacao/informacoes-agropecuarias/safra/safra-de-graos>. Acesso em: 22 mai. 2024.
10. CORDEIRO, N. K. *et al.* Gestão de resíduos agrícolas como forma de redução dos impactos ambientais. **Revista de Ciências Ambientais**, v. 14, n. 2, p. 23-34, 2020.
11. DEL RÍO, J.C. *et al.* Structural characterization of wheat straw lignin as revealed by analytical pyrolysis, 2D NMR, and reductive cleavage methods. **J. Agric. Food Chem.**, v. 60, n. 3, p. 5922-5935, 2012.
12. DOS SANTOS, D.M.R.C. *et al.*, 2023. Production, purification, characterization, and application of halotolerant and thermostable endoglucanase isolated from *Pycnoporus sanguineus*. **Waste and Biomass Valorization**, v. 14, n. 10, p. 32113222.
13. EMATER/RS-ASCAR. Acompanhamento da Safra: grãos, frutas e olerícolas. Porto Alegre: Emater/RS-ASCAR, 2025. Disponível em: https://www.emater.tche.br/site/info-agro/acompanhamento_safra.php. Acesso em: 2 mar. 2026.
14. FONSECA, J. J. S. **Metodologia da Pesquisa Científica**. Fortaleza: UEC, 2002.
15. INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). Levantamento Sistemático da Produção Agrícola – 2025. Rio de Janeiro: IBGE, 2025. Disponível em: <https://www.ibge.gov.br>. Acesso em: 18 fev. 2026.
16. INSTITUTO DE PESQUISA ECONÔMICA APLICADA (IPEA). Aproveitamento energético de resíduos agrícolas no Brasil. Brasília, DF: IPEA, 2018. Disponível em: <https://repositorio.ipea.gov.br>. Acesso em: 11 jan. 2026.
17. FIGUEIRÓ, G. G. GRACIOLLI, L. A. Influência da composição química do substrato no cultivo de *Pleurotus florida*. **Ciência e Agrotecnologia**, v. 35, n. 5, p. 924-930, 2011.
18. HAN, Y. P. *et al.* 2016. Domestication footprints anchor genomic regions of agronomic importance in soybeans. **New Phytologist**, v. 209, p. 871-884, 2016.
19. HERNÁNDEZ, C. *et al.* Laccase induction by synthetic dyes in *Pycnoporus sanguineus* and their possible use for sugar cane bagasse delignification. **Applied microbiology and biotechnology**, v. 101, n. 3, p. 1189-1201, 2017.
20. KUMAR, S. *et al.* Utilization of rice husk and their ash: A review. **Res. J. Chem. Env. Sci**, v. 1, n. 5, p. 126-129, 2013.



CURITIBA/PR - 05 a 07 de Maio de 2026

9º CONRESOL

9º Congresso Sul-Americano de Resíduos Sólidos e Sustentabilidade



21. KUMAR, S. P. et al. Utilization of agricultural waste biomass and recycling toward circular bioeconomy. **Environmental Science and Pollution Research International**, v. 30, n. 4, p. 526–8539, 2023.
22. LEUSIN JÚNIOR, S. et al. Painel do agronegócio do Rio Grande do Sul, 2025. Porto Alegre: SPGG, 2025. Disponível em: <https://planejamento.rs.gov.br/painel-do-agronegocio-rs>. Acesso em: 2 mar. 2026.
23. RENGASAMY, S. et al. Agro-food industrial residues into enzymes and other products using solid-state fermentation. In: VARASU, V. et al. (ed.). **Microbial Oxidative Enzymes: Biotechnological Applications**. 2023. p. 281–300.
24. RIO GRANDE DO SUL. Radiografia da Agropecuária Gaúcha. Disponível em: <https://admin.agricultura.rs.gov.br/upload/arquivos/202509/02115408-final-rag-2025-2508.pdf>. Acesso em: 15 fevereiro de 2026.
25. SAHA, B. C. et al. Dilute acid pretreatment, enzymatic saccharification, and fermentation of rice hulls to ethanol. **Biotechnology Progress**, v. 21, n. 3, p. 816-822, 2005.
26. SOARES, V.; MOURA, L.; MELO, K. Biorrefinarias: resumo com definições, classificações e processos industriais. **Brazilian Journal of Production Engineering**, v. 11, p. 24–32, 2025.
27. SLUITER, A. et al. **Determination of structural carbohydrates and lignin in biomass**. Laboratory analytical procedure, 1617, p. 1-16, 2008.
28. TRIPATHI, S. et al. Biorefinery products from food and agro-industrial wastes. In: SILLANPÄÄ, M.; CHOUDHURY, M.; GOSWAMI, S. (ed.). **Food and Agro-Industrial Wastes**. [S. l.]: Elsevier, 2026. p. 185–199.
29. TRUBETSKAYA, A et al. Comparison of high temperature chars of wheat straw and rice husk with respect to chemistry, morphology and reactivity. **Biomass Bioenergy**, v. 86, p. 76–87, 2016.
30. VAZ JUNIOR, Silvio. **Aproveitamento de resíduos agroindustriais: uma abordagem sustentável**. Brasília, DF: Embrapa Agroenergia, 2020. Cap. 2, p. 10-12. Disponível em: <https://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/infoteca/handle/doc/1126255>. Acesso em: 2 mar. 2026.
31. XU, J. et al. Enzymatic hydrolysis of pretreated soybean straw. **Biomass and Bioenergy**, v. 31, n. 2–3, p. 162–167, 2007.
32. ZENG, J. et al. Quantification of wheat straw lignin structure by comprehensive NMR analysis. **Journal of agricultural and food chemistry**, v. 61, n. 46, p. 10848-10857, 2013.
33. WAN, C. et al. Liquid hot water and alkaline pretreatment of soybean straw for improving cellulose digestibility. **Bioresource Technology**, v. 102, n. 10, p. 6254–6259, 2011.