

ESTIMATIVA DA GERAÇÃO DE BIOGÁS UTILIZANDO RESÍDUOS DA PRODUÇÃO DE ARROZ

MAELE COSTA DOS SANTOS¹; JONES BITTENCOURT MACHADO²; CAREN WILSEN MIRANDA COELHO WANDERLEY³; MARIELA VIEIRA PEIXOTO DA SILVA⁴; ANDERSON GABRIEL CORRÊA⁵; WILLIAN CÉZAR NADALETTI⁶

¹Universidade Federal de Pelotas – maeledossantoseq@gmail.com

²Universidade Federal de Pelotas – jones.bittencourt@gmail.com

³Universidade Federal de Pelotas – carenwilsen@hotmail.com

⁴Universidade Federal de Pelotas – mariela_peixoto@hotmail.com

⁵Universidade Federal de Pelotas – andersoncorrea560@gmail.com

⁶Universidade Federal de Pelotas – williancezarnadaletti@gmail.com

1. INTRODUÇÃO

O arroz é um alimento base para a maioria da população mundial, portanto é produzido em substancial escala, levando a geração de elevadas quantidades de biomassas como a casca e palha de arroz. De acordo com a FAO no ano de 2019, a produção mundial de arroz atingiu 0,8 bilhões de toneladas, gerando em torno de 1,24 bi de toneladas de palha de arroz e 144 milhões de toneladas de casca de arroz. A estimativa da produção de arroz em casca no Brasil na safra de 2021, foi de 11,6 milhões de toneladas, sendo o Rio Grande do Sul o principal produtor, responsável por mais de 70% da produção nacional (IBGE, 2022).

A casca de arroz é gerada durante o beneficiamento do arroz, sendo facilmente coletada e utilizada em diversos fins industriais. A palha de arroz é pouco utilizada nas indústrias, cerca de 20% (papel, fertilizantes, biocombustíveis, ração animal e outros), a maior parte é deixada no campo após a colheita e queimada *in situ* (HANAFI et al., 2012). Porém, a palha de arroz quando alocada sobre o solo, se decompõe lentamente, podendo abrigar doenças do arroz e emitindo gases de efeito estufa, e sua queima intensifica a poluição atmosférica (KADAM et al., 2000).

A palha de arroz assim como outros resíduos orgânicos, pode ser usada para a produção de energia e biocombustíveis como biogás, bioetanol e bio-óleo, sendo a palha de arroz o resíduo lignocelulósico mais abundante (GOODMAN, 2020; KIM; DALE, 2004). A palha e a casca de arroz são compostas de celulose, hemicelulose e lignina, que são resistentes a ataques microbianos e geralmente necessitam de pré-tratamentos para a produção de biogás que ocorre por biodegradação anaeróbia (GOODMAN, 2020). Nesse sentido, o presente trabalho visa estimar a geração de biogás e energia térmica através da palha e casca de arroz gerada no estado do Rio Grande do Sul, propondo assim um desenvolvimento sustentável.

2. METODOLOGIA

A produção de biogás (P_B) utilizando palha e casca de arroz foi estimada através da Equação (1) adaptada de Bundhoo (2019), juntamente com os dados obtidos em pesquisas de outros autores, mostrados na Tabela 1. Enquanto, a conversão do biogás em energia térmica ET_B (kJ/ano) foi obtida pela Equação (2).

$$P_B = M \times RPR \times FD \times MS \times Y_B \quad (1)$$

$$ET_B = P_B \times PCI \times d_B \quad (2)$$

Onde: P_B é o potencial de produção de biogás em (m^3/ano); M é a safra anual do arroz (ton/ano); RPR é a razão resíduo-produto (colheita); FD é o fator de disponibilidade do resíduo para utilização em (%); MS (%) é o teor de matéria seca dos resíduos; Y_B é o rendimento da produção de biogás através dos resíduos ($m^3/tonsv$). PCI é referente ao poder calorífico inferior do biogás (kJ/kg) e d_B é a densidade do biogás (kg/m^3). A produção anual do arroz no estado do RS foi obtida através dos dados do IBGE (2022). Os valores de FD e RPR foram obtidos do Inventário Energético de Resíduos Rurais da Empresa de Pesquisa Energética (EPE, 2014). Os rendimentos (Y_B) de biogás bem como MS (%), foram obtidos da literatura, objetivando utilizar os rendimentos mais elevados encontrados para estas biomassas, conforme mostrado na Tabela 1.

Tabela 1. Dados das biomassas para a estimativa da geração de biogás

Biomassa	Biogás	SV (%)	Y_B (mL/gSV)	FD	RPR
Palha de Arroz	Co-digestão: Palha de Arroz + Iodo de esgoto ativado + Inóculo ruminal (1:1), com C/N=12:2. (Potdukhe et al., 2021)	81,73	388	0,4	1,55
Casca de Arroz	Pré-tratamento: Casca de Arroz + NaOH (3%) a 100°C por 60min. Digestão: Casca de arroz tratada+ água des-tilada (1:8) por 21 dias; 37°C±2. (Olugbemide et al., 2020)	77,60	60,63	0,4	0,18

Vale destacar que materiais lignocelulosicos são de difícil degradação biológica, muitas vezes necessitam de pré-tratamentos e frequentemente a inserção de outros substratos (Co-Digestão) para adequar a relação C:N e para elevar o rendimento da produção de biogás

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

A Tabela 2 apresenta os resultados obtidos das Equações (1) e (2) para a Palha de Arroz e para a Casca de Arroz.

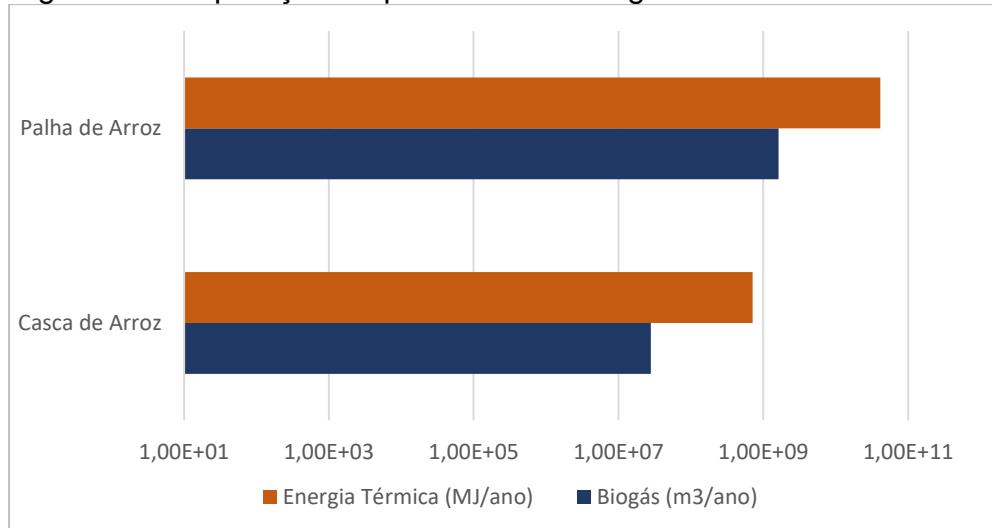
Tabela 2. Produção de biogás e energia térmica das biomassas.

Biomassa	P_B (m^3/ano)	ET_B (MJ/ano)
Casca de Arroz	2,81E+07	7,11E+08
Palha de Arroz	1,63E+09	4,13E+10

A palha de arroz apresentou valores mais elevados de produção de biogás e consequentemente para a produção de energia térmica, frente a casca de arroz. Estes valores elevados são decorrentes de uma maior geração de resíduos durante a colheita com RPR de 1,55 e também do rendimento de biogás encontrado na literatura científica que foi de 388 mL/gSV para a palha de arroz. Com as estimativas apresentadas na Tabela 2 e para estas condições da Tabela 1, não levando em consideração demais variáveis experimentais e/ou custos, com a utilização da casca de arroz seria possível produzir 281 milhões de metros cúbicos/ano de biogás e com a palha de arroz 1,63 bilhões de m^3/ano de biogás no estado do Rio Grande do Sul. Estes resultados são satisfatórios e demonstram um potencial pouco explorado destas biomassas, pois, de acordo com o Panorama do Biogás no Brasil (2021), o país em 2020 possuía 638 plantas de biogás em operação para fins energéticos, produzindo 1,83 bilhão de Nm^3 de biogás, sendo 78% das usinas classificadas como de pequeno porte, produzindo até 1 mi Nm^3 de

biogás por ano. A Figura 1 apresenta resumidamente a comparação entre as duas biomassas de arroz.

Figura 1. Comparação do potencial bioenergético entre as biomassas



Considerando que o biogás produzido contenha em torno de 50% de metano em sua composição, e que 1m³ de biometano é equivalente energeticamente a 1L de diesel, logo o biogás gerado pela palha de arroz seria equivalente energeticamente a geração de 816 milhões de litros de diesel, demonstrando o seu potencial para uma substituição completa ou parcial do diesel e/ou GNV em veículos, que poderiam ser utilizados pelo próprio produtor rural, garantindo uma fonte de renda e combustível e assim diminuindo os custos de produção. Pois, de acordo com Dubois et al. (2017) muitas comunidades agrícolas rurais ainda continuam dependendo da biomassa tradicional e enfrentam desafios no acesso à energia. Portanto, estes resultados demonstram o potencial energético destas biomassas, principalmente da palha de arroz, uma vez que a casca de arroz já vem sendo estudada e aplicada em diversas indústrias. A palha de arroz produzida por pequenos, médios e grandes produtores desta cultura agrícola na zona rural, geralmente em áreas de difícil acesso a energia e combustíveis, pode ser uma excelente fonte de energia térmica, elétrica, uso como gás de cozinha e como combustível veicular.

Para Minas et al. (2020) envolver agricultores e as comunidades na geração de bioenergia é importante para sistemas sustentáveis, especialmente nas áreas rurais. De acordo com os mesmos, a queima da palha de arroz pode ser reduzida através de soluções sociais bioenergéticas inovadoras. Os autores ainda destacam que é fundamental o desenvolvimento de políticas governamentais e de apoio aos produtores rurais que incentivem o uso da palha de arroz com soluções inovadoras principalmente para o mercado de bioenergia e que também proibam a queima da palha de arroz. De acordo com Goodman (2020), as regulamentações mais rígidas no descarte de resíduos agrícolas, têm contribuído para os avanços científicos quanto aos usos potenciais destas biomassas, e várias contribuições para as atividades agrícolas têm sido estudadas e desenvolvidas como: geração de energia, materiais de construção e controle da poluição ambiental. O autor também acredita que futuramente muitos serão os usos em operações de pequena escala, principalmente se os países adotarem uma política de desenvolvimento rural como forma de diminuir a taxa de urbanização juntamente com a utilização da ciência. Além disso, a conversão destes resíduos em produtos energéticos pode contribuir para

alcançar os Objetivos do Desenvolvimento Sustentável da ONU, podendo garantir uma segurança energética, mitigar as emissões atmosféricas e reduzir a poluição ambiental.

4. CONCLUSÕES

A palha de arroz apresentou valores mais elevados na estimativa de produção de biogás e energia térmica através do uso dos resíduos de arroz, sendo de 1,63E+09(m³/ano) e 4,13E+10 (MJ/ano) e para a casca de arroz de 2,81E+07 (m³/ano) e 7,11E+08 (MJ/ano) respectivamente. Estas biomassas agrícolas são fontes energéticas pouco exploradas e podem ajudar os agricultores a produzirem sua própria energia e combustível, contribuindo assim para um desenvolvimento sustentável. Entretanto, ainda é necessário mais esforços governamentais com políticas públicas e incentivos para agricultores rurais. Além disso, é necessário que pesquisas científicas continuem evoluindo nesta área, principalmente desenvolvendo soluções para uma eficiente degradação anaeróbia de materiais lignocelulósicos.

5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- BUNDHOO, Z. M.A. Potential of bio-hydrogen production from dark fermentation of crop residues: a review. **International Journal Of Hydrogen Energy**, [S.L.], v. 44, n. 32, p. 17346-17362, jun. 2019.
- DUBOIS, O. et al. **Energy access: food and agriculture**. The World Bank, 2017.
- EPE. Empresa de Pesquisa Energética. **Inventário Energético de Resíduos Rurais**. Rio de Janeiro, 2014.
- FAO. Alimentação e Agricultura Mundial – **Anuário Estatístico 2021**. Roma. Disponível em: <https://doi.org/10.4060/cb4477en>.
- GOODMAN, B. A. Utilization of waste straw and husks from rice production: A review. **Journal of Bioresources and Bioproducts**, v. 5, n. 3, p. 143-162, 2020.
- IBGE. INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Indicadores IBGE**. Levantamento Sistemático da Produção Agrícola Estatística da Produção Agrícola-Julho 2022. Disponível em: https://biblioteca.ibge.gov.br/visualizacao/periodicos/2415/epag_2022_jul.pdf.
- KADAM, K. L. et al. Palha de arroz como recurso lignocelulósico: coleta, processamento, transporte e aspectos ambientais. **Biomassa e Bioenergia**, v. 18, n. 5, p. 369-389, 2000.
- KIM, S.; DALE, B. E. Produção potencial global de bioetanol a partir de culturas desperdiçadas e resíduos de culturas. **Biomassa e bioenergia**, v. 26, n. 4, p. 361-375, 2004.
- MINAS, A. M.; MANDER, S.; MCLACHLAN, C. How can we engage farmers in bioenergy development? Building a social innovation strategy for rice straw bioenergy in the Philippines and Vietnam. **Energy Research & Social Science**, v. 70, p. 101717, 2020.
- OLUGBEMIDE, A.D. et al. Enhanced Biogas Production from Rice Husk Through Solid-State Chemical Pretreatments. **Waste Biomass Valor** 11, 2397–2407 (2020).
- POTDUKHE, R. M et al. Co-digestion of waste activated sludge and agricultural straw waste for enhanced biogas production. **Bioresource Technology Reports**, 15, 100769, 2021.