

III-514 - Análise bibliométrica das alternativas de gerenciamento do bagaço de malte proveniente da indústria cervejeira com enfoque na digestão anaeróbia

Ana Rosa Aon Cardoso Fernandes*¹

*Doutoranda em Engenharia Ambiental pela Universidade Federal de Ouro Preto e Mestre em Ciências Ambientais pela Universidade Estadual Paulista

Bruno Eduardo Lôbo Baeta²

²Doutor em Engenharia Ambiental pela Universidade Federal de Ouro Preto

Endereço^(*): Laboratório de química tecnológica e ambiental – Universidade Federal de Ouro Preto, campus Morro do Cruzeiro 1. ana.aon@aluno.edu.ufop.br

RESUMO

O consumo de cerveja vem aumentando ao longo dos anos, junto a esse aumento a geração de resíduos também vem crescendo. O paradigma dos resíduos como objeto de destinação para cumprimento de legislação vem sendo substituído pela ideia de que se deve valorizar e buscar formar ambientalmente mais sustentáveis para lidar com esses materiais. O bagaço de malte é o principal resíduo gerado pela indústria cervejeira, apresenta características lignocelulósicas, com relevante teor de nitrogênio. O que tem motivado diversas pesquisas objetivando a valorização dessa biomassa em diferentes setores. Esse trabalho se propôs a fazer um levantamento bibliométrico sobre as explorações da destinação desse resíduo, onde foi possível observar diferentes áreas de atuação, com enfoque na parte de geração de biocombustíveis, considerando que são tecnologias mais estabelecidas para resíduos lignocelulósicos.

PALAVRAS-CHAVE: Análise bibliométrica, indústria cervejeira, bagaço de malte, resíduos lignocelulósicos, biocombustíveis.

INTRODUÇÃO

O consumo de cerveja é uma prática mundial que excede os limites de fronteiras. A sua importância está atrelada a questões que vão além do prazer individual do consumidor ao ingerir o produto, mas também abrange um aspecto de identidade cultural em diversas regiões, em que o valor do produto vai além do econômico e comercial. Esse mercado tem apresentado um crescimento produtivo significativo, o que também acarreta o aumento de resíduos gerados (EUROPE ECONOMICS, 2020).

O crescimento da produção de cerveja tem sido observado como constante nos últimos 20 anos no Brasil, a média anual no período é de 19,6%, realizando um recorte temporal para os últimos 5 anos do estudo a média sobe para 36,4%. São Paulo é o estado com o maior número de cervejarias, seguido pelo Rio Grande do Sul e Minas gerais (BRASIL, 2019).

O bagaço de malte é um resíduo lignocelulósico gerado pela indústria cervejeira que representa cerca de 85% do volume total de subprodutos do setor. Devido ao seu alto teor de açúcares e proteína sua principal destinação é a comercialização para nutrição animal. Porém, devido a essas mesmas características, abordagens diversas têm sido exploradas para um melhor aproveitamento como, por exemplo, a geração de biogás através da digestão anaeróbia (MUSSATTO, 2014).

Compreender a nossa dependência dos recursos naturais implica em um uso eficiente e sustentável deles. Dessa forma, esse trabalho buscou aplicar a ferramenta de análise bibliométrica através do software VOSViewer a fim de identificar as potencialidades na gestão e valorização do principal resíduo cervejeiro, o bagaço de malte.

MATERIAIS E MÉTODOS

Através do levantamento de artigos de revisão que retratam aplicações do bagaço de malte, gerou-se os termos que abrangem as principais destinações científicas acerca desse resíduo (MUSSATTO, 2014; BONIFÁCIO-LOPES et al., 2019; CHETRARIU; DABIJA, 2020) (Figura 1). Esses termos foram utilizados em equações de busca na base de dados Web of Science e Scopus utilizando operadores booleanos. As informações obtidas foram então compiladas no software VOSViewer para uma análise bibliométrica e gráfica das principais abordagens no meio acadêmico como opções de valorização do bagaço de malte.

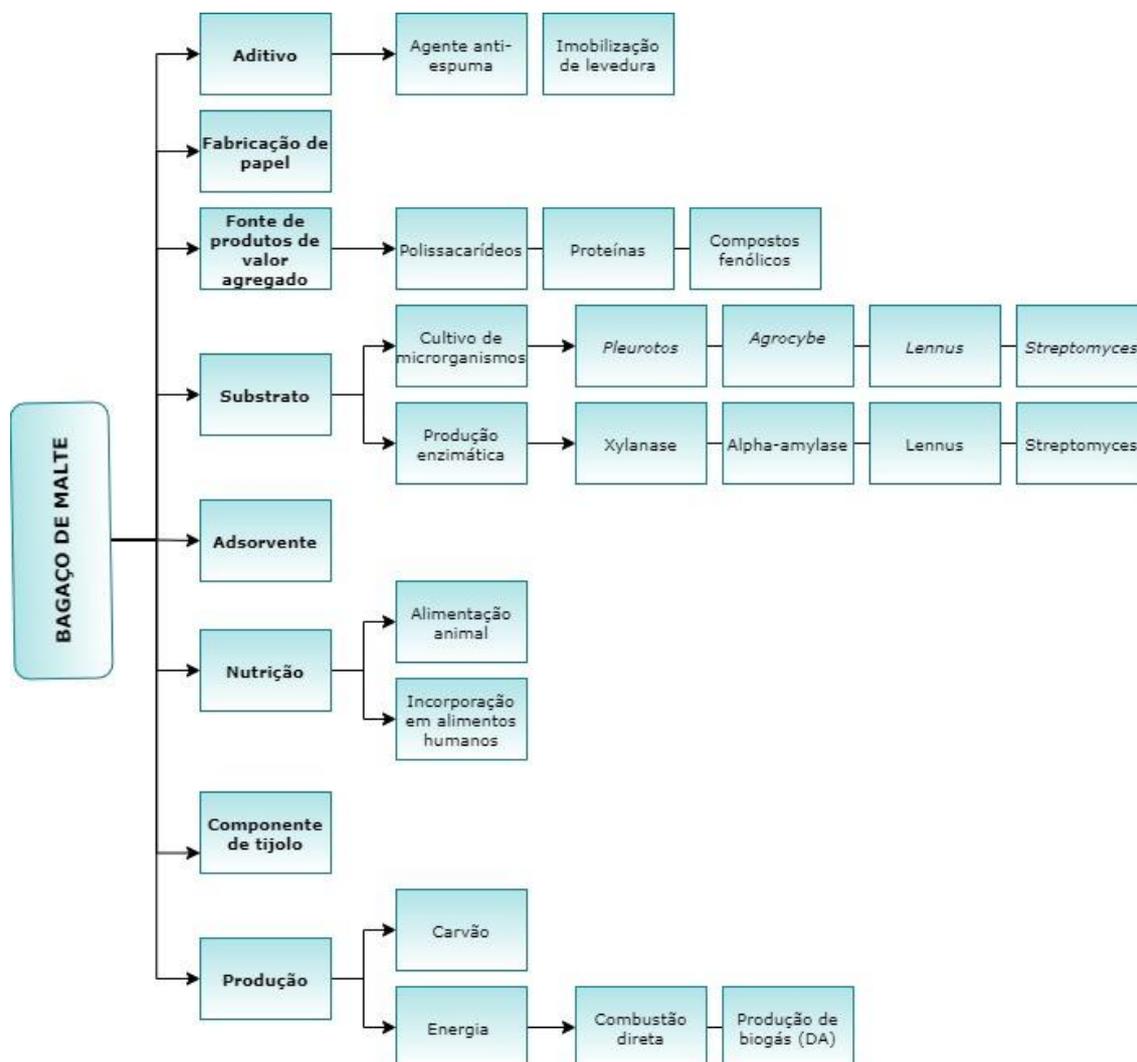


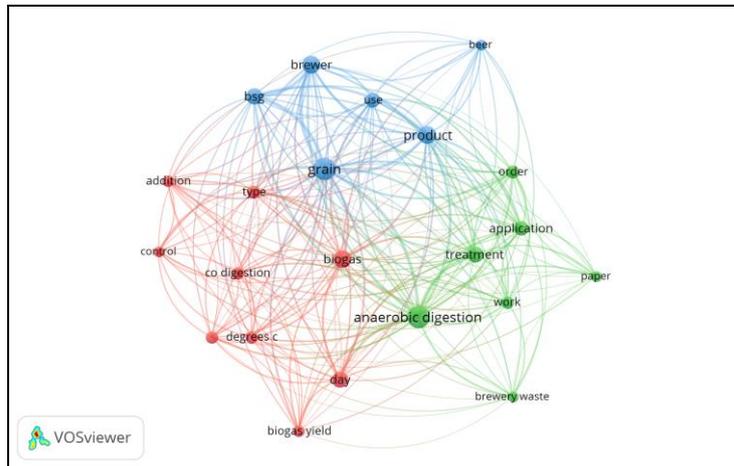
Figura 1 - Principais aplicações para o bagaço de malte

RESULTADOS

Foram reportados 858 resultados utilizando a seguinte equação de busca na plataforma *Web of Science* “TS = (‘brewer’s spent grain’ OR ‘brewer’s spent grains’ OR ‘brewers’ spent grain’ OR ‘brewers’ spent grains’ OR ‘malt bagasse’) NOT KP = (‘brewer’s spent grain’ OR ‘brewer’s spent grains’ OR ‘brewers’ spent grain’ OR ‘brewers’ spent grains’ OR ‘malt bagasse’)”. De acordo com a Figura 2 é possível observar um aumento significativo de trabalhos dedicados a esse tema nos últimos anos, passando de 8 artigos no ano de 2005 para 134 em 2021.

Figura 3 - Bibliometria evidenciando as principais aplicações do bagaço de malte em artigos científico

Evidenciando que grande parte dos trabalhos publicados acerca da produção de biogás é abordando o tratamento de efluentes, e que as aplicações do bagaço de malte são difusas no meio científico, foram selecionados, utilizando o software VOSViewer, apenas os termos que relacionam o bagaço de malte com processos de produção de biogás através da digestão anaeróbia, nesse cenário cabe destacar a presença do termo codigestão.



Fonte: Elaborado pela autora - software VOSViewer

Figura 4 - Bibliometria evidenciando a relação da digestão anaeróbia com bagaço de malte e codigestão

Através da análise bibliométrica foi possível identificar uma variedade de tecnologias na literatura para a valorização do bagaço de malte, grande parte relacionada a extração de produtos de valor agregado. Contudo, é importante ressaltar que algumas tecnologias ainda não são difundidas. A digestão anaeróbia, juntamente com a alimentação animal e destinação para aterros são as abordagens comerciais adotadas atualmente para o resíduo (MITRI et al., 2022). Sendo a venda para alimentação animal a principal destinação comercial do bagaço de malte, o que nem sempre é uma alternativa viável de ser implementada já que a estabilidade microbiológica do resíduo inviabiliza a estocagem e grandes deslocamentos para destinação (BOCHMANN et al., 2015). O uso de forma inapropriada pode inclusive ser maléfico para os animais acarretando doenças como botulismo, neurotoxicose, acidose ruminal intoxicação por etanol (BRUST et al., 2015).

Dessa forma, optou-se por evidenciar através da análise bibliométrica a digestão anaeróbia, onde foi possível observar a necessidade de incrementos tecnológicos ou o uso da codigestão, a fim de viabilizar maiores taxas de produção de biogás do resíduo. Como evidenciado pelos termos “codigestion” e “biogas yield” (Figura 3).

A utilização do bagaço de malte como substrato para produção energética através da digestão anaeróbia é uma aplicação potencial para o resíduo (COLUSSI et al., 2016). Contudo, algumas implementações tecnológicas são necessárias para viabilizar o processo e torná-lo significativamente produtivo.

Sežun et al. (2011) demonstraram que, independentemente da aplicação do pré-tratamento, utilizar o bagaço de malte como monosubstrato para produção de biogás é inviável devido a uma inibição gerada pelos intermediários do processo de degradação. Com isso, os autores ressaltam a necessidade de tecnologias alternativas que permitam a produção energética a partir dessa biomassa. Os autores observaram indícios que o *p*-cresol é um dos responsáveis pelo colapso do biorreator.

Scherhauser et al., (2020) verificaram que o aproveitamento do bagaço de malte como alimentação animal é interessante sob o ponto de vista de emissões de gases de efeito estufa porque atua como substituto de culturas como a soja, que apresentam maior impacto de emissões. Quanto às emissões relacionadas a digestão anaeróbia do bagaço o resultado é uma significativa emissão de gases, porém, quando o combustível gerado substitui um combustível de origem fóssil a vantagem ambiental se torna expressiva. Sendo assim, se faz

necessário compreender que a técnica aplicada deve ser direcionada de acordo com um esclarecimento amplo dos impactos gerados por cada opção de produto.

CONCLUSÕES

É possível observar dentro das abordagens acadêmicas um crescente interesse pela valorização do bagaço de malte. Por ser um resíduo com alto teor de açúcares e proteínas, a gama de opções para sua aplicação se torna ampla. O alto volume de geração do biorresíduo alimentado pelo crescimento da indústria cervejeira também são condutores do interesse na exploração de alternativas para o BSG. Contudo, é importante ressaltar que as necessidades de substituição de combustíveis fósseis é imediata, o mercado de biogás tem se mostrado importante, especialmente com arcabouços legais no Brasil que incentivam tomadas de decisão nessa direção, como o programa Renovabio. Dessa forma, a literatura se mostrou alinhada com as necessidades tecnológicas direcionadas a valorização desse resíduo através da produção de biogás. O amparo da viabilidade tecnológica surge através de pesquisas que se orientam para maiores taxas de metano e estabilidades dos reatores, propondo tecnologias como pré-tratamento e codigestão, a fim de aproveitar inteiramente a capacidade desse resíduo como auxiliar na transição para um mercado fundamentado em produção de energia limpa e renovável.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. BOCHMANN, G.; DROSG, B.; FUCHS, W. Anaerobic Digestion of Thermal Pretreated Brewers' Spent Grains. **Environmental Progress & Sustainable Energy**, Graz, v. 34, n. 4, p. 1092-1096, jul. 2015.
2. BONIFÁCIO-LOPES, T.; TEIXEIRA, José A.; PINTADO, Manuela. Current extraction techniques towards bioactive compounds from brewer's spent grain – A review. **Critical Reviews In Food Science And Nutrition**, [S.L.], v. 60, n. 16, p. 2730-2741, 21 ago. 2019.
3. BRASIL. MINISTÉRIO DA AGRICULTURA PECUÁRIA E ABASTECIMENTO. **Anuário da Cerveja**. 2019. Disponível em: <https://www.gov.br/agricultura/pt-br/assuntos/inspecao/produtos-vegetal/publicacoes/anuario-da-cerveja-2019>. Acesso em: 05 jan. 2020.
4. BRUST, Luís Armando C.; ARAGÃO, Ana Paula; BEZERRA JUNIOR, Pedro S.; GALVÃO, Alexandre; FRANÇA, Ticiano N.; GRAÇA, Flávio A.s.; PEIXOTO, Paulo V. Enfermidades em bovinos associadas ao consumo de resíduos de cervejaria. **Pesquisa Veterinária Brasileira**, [S.L.], v. 35, n. 12, p. 956-964, dez. 2015.
5. CHETRARIU, Anuța; DABIJA, Adriana. Brewer's Spent Grains: possibilities of valorization, a review. **Applied Sciences**, [S.L.], v. 10, n. 16, p. 5619-5626, 13 ago. 2020.
6. COLUSSI, Iginio; CORTESI, Angelo; GALLO, Vittorino; VITANZA, Rosa. Biomethanization of Brewer's Spent Grain Evaluated by Application of the Anaerobic Digestion Model No.1. **Environmental Progress & Sustainable Energy**, SI, v. 35, n. 4, p. 1055-1060, jul. 2016.
7. EUROPE ECONOMICS. **The Contribution made by Beer to the European Economy**: eu report. EU Report. 2020. Elaborado por The Brewers of Europe. Disponível em: <https://brewersofeurope.org/uploads/mycms-files/documents/publications/2020/contribution-made-by-beer-to-EU-economy-2020.pdf>. Acesso em: 05 jan. 2020.
8. MUSSATTO, Solange I. Brewer's spent grain: a valuable feedstock for industrial applications. **Journal Of The Science Of Food And Agriculture**, [S.L.], v. 94, n. 7, p. 1264-1275, 24 jan. 2014.
9. SCHERHAUFER, S.; DAVIS, J.; METCALFE, P.; GOLLNOW, S.; COLIN, F.; MENNA, F. de; VITTUARI, M.; ÖSTERGREN, K.. Environmental assessment of the valorisation and recycling of selected food production side flows. **Resources, Conservation And Recycling**, [S.L.], v. 161, p.



104921, out. 2020.

10. SEZUN, Mija et al. Anaerobic Digestion of Brewery Spent Grain in a Semi-Continuous Bioreactor: Inhibition by Phenolic Degradation Products. *Acta Chim. Slov* v. 58, p. 158-166, 2011.