



**UNIVERSIDADE ESTADUAL DE FEIRA DE SANTANA**

Autorizada pelo Decreto Federal nº 77.496 de 27/04/76  
Recredenciamento pelo Decreto nº 17.228 de 25/11/2016



**PRÓ-REITORIA DE PESQUISA E PÓS-GRADUAÇÃO**  
**COORDENAÇÃO DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA**

## **XXV SEMINÁRIO DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA DA UEFS** **SEMANA NACIONAL DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA - 2021**

### **POTENCIAL BIOTECNOLÓGICO DE LEVEDURAS COM APLICAÇÕES PARA O DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL**

**Erika Pinto Silva<sup>1</sup> e Raquel Guimarães Benevides**<sup>2</sup>

1. Bolsista PROBIC/UEFS, Graduando em Bacharelado em Ciências Biológicas, Universidade Estadual de Feira de Santana, e-mail: [bioerikaps@gmail.com](mailto:bioerikaps@gmail.com)
2. Orientador, Departamento de Ciências Biológicas, Universidade Estadual de Feira de Santana, e-mail: [raquelgb@gmail.com](mailto:raquelgb@gmail.com)

**PALAVRAS-CHAVE:** biotecnologia; fungos leveduriformes; sustentabilidade.

#### **INTRODUÇÃO**

As leveduras são fungos unicelulares (Reino Fungi, Domínio Eukarya), não filamentosos, bem sucedidos e funcionalmente essenciais para a manutenção e o equilíbrio dos ecossistemas (KURTZMAN & FEEL, 2011; TORTORA et al., 2017; YURKOV, 2018). Leveduras crescem e reproduzem mais rapidamente do que a maioria dos fungos filamentosos, sendo mais eficientes em aplicações de alterações químicas devido sua maior relação área/volume (CARMO DE SOUZA, 1969; LODDER, 1970).

Nas últimas duas décadas, a biotecnologia surgiu como uma ferramenta para a fabricação de produtos ou processos para a utilização específica que derivam de sistemas biológicos, células vivas, ou seus derivados. A biotecnologia pode ser usada para converter fontes renováveis de carbono em produtos relacionados à transportes, saúde e alimentação (D'AMBROSIO et al., 2017).

Os microrganismos são bastante utilizados nas produções industriais biotecnológicas em larga escala de compostos com alto valor agregado. Além disso, podem ser cultivados como fábricas de células e para a obtenção de componentes celulares e seus produtos finais. Micróbios tem sido usados diretamente na produção de biocombustíveis, bebidas, produtos alimentícios, químicos, farmacêuticos e outros (CARVALHO et al., 2021).

Ademais, o desenvolvimento sustentável utilizando bases biológicas tem sido relevante nos últimos 10 anos (JI et al., 2018). As questões geopolíticas e ambientais, com as preocupações com o aquecimento global, além do esgotamento crescente de combustíveis fósseis, impulsiona o desenvolvimento sustentável e busca por fontes de carbono renováveis (MOYSÉS et al., 2016).

As leveduras são essenciais em diversos processos biotecnológicos devido sua alta capacidade de fermentação, versatilidade metabólica e baixo risco ambiental e a saúde humana (NANDY & SRIVASTAVA, 2018). Portanto, as leveduras são organismos com grande potencial para diversas aplicações, sendo de suma relevância ambiental, econômica, social e política promover a busca por dados sobre o potencial biotecnológico de leveduras com aplicações para o desenvolvimento sustentável.

#### **MATERIAL E MÉTODOS OU METODOLOGIA (ou equivalente)**

Inicialmente, para elaborar as estratégias de busca, foram utilizadas as bases de dados de descritores DeCS (Base de dados da América Latina) e MeSH/NCBI (National Center for Biotechnology Information), com a finalidade de encontrar as palavras-chave.

Conforme as palavras-chave, foram analisados os estudos mais relevantes nos últimos 10 anos (2011-2021), tendo como referência as bases de dados: Periódicos da CAPES, PubMed, Portal Regional da BVS, ERIC e Google acadêmico. A estratégia de busca combinou o uso dos operadores lógicos booleanos (OR e AND).

O resultado total das buscas de estudos foi de 805 artigos, e 242 artigos duplicados foram excluídos. Aplicando busca comum e delineamento, encontrou-se 353 estudos no Periódicos da CAPES e 4 no ERIC; e com busca avançada, 195 estudos foram encontrados na PubMed e 11 no Portal Regional da BVS. Portanto, 563 artigos foram analisados com critérios de inclusão e exclusão, excluindo 323 na avaliação de títulos e 131 de *abstracts*. Em seguida, a metanálise do escopo dos textos completos foi feita nos 109 artigos restantes, resultando em 66 artigos para desenvolver esta revisão sistemática.

Os artigos foram avaliados com a finalidade de encontrar dados sobre o potencial biotecnológico de leveduras com aplicações para o desenvolvimento sustentável. Os dados relevantes ao estudo foram coletados nos 66 artigos selecionados, aglutinando as ideias junto às dos autores, e com visão crítica dos textos. A relevância dos estudos foi qualificada considerando sua importância para o potencial biotecnológico sustentável de leveduras, além de validar os dados obtidos com base em referências e no cruzamento de informações, verificando se os dados não se confundem ou se contradizem.

Após análise e extração de dados, observou-se que dos 66 estudos selecionados, 41 artigos continham informações sobre a biotecnologia de leveduras na produção sustentável e econômica dos biocombustíveis bioetanol (25 artigos) e biodiesel (16 artigos), e os outros 25 artigos na produção sustentável e econômica de produtos químicos (18 artigos), farmacêuticos (5 artigos) e alimentícios (2 artigos).

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

### *Biotecnologia de Leveduras na Produção Sustentável e Econômica de Bioetanol*

O bioetanol é notado como o biocombustível mais usado em escala industrial, podendo utilizar fontes renováveis para promover a sustentabilidade. A biomassa lignocelulósica é o recurso energético mais promissor para a conversão em bioetanol, sem concorrência com a produção de alimentos. Contudo, a produção de bioetanol pode ocasionar contaminação bacteriana, e as altas temperaturas e condições ácidas do pré-tratamento podem gerar compostos inibidores do crescimento de leveduras e da fermentação. A levedura *Saccharomyces cerevisiae* é o microrganismo mais promissor na produção de etanol, mas carece de estudos sobre a conversão de fontes alternativas de carbono.

Com a análise dos estudos, conclui-se que as estratégias de engenharia metabólica e evolutiva podem promover o desenvolvimento de cepas de leveduras geneticamente modificadas para conversão eficiente de bioetanol, além de possibilitar alta tolerância aos inibidores. A evolução em culturas de lote repetitivo e lote alimentado usando a cepa de *S. cerevisiae* recombinante é uma alternativa promissora, podendo melhorar a taxa máxima de crescimento, consumo de xilose e produtividade de etanol. A cepa modificada *S. cerevisiae* TMB 3500 pode ser promissora em fermentações anaeróbicas.

As leveduras *Kluyveromyces cellobivorus*, *Pachysolen tannophilus*, *Spathaspora passalidarum*, *Spathaspora arborariae*, *Scheffersomyces shehatae*, *Scheffersomyces stipite*, *Galactomyces geotrichum* e *Candida akabanensis* foram identificadas com capacidade de

conversão de xilose em etanol por VALINHAS *et al.* (2018), e são microrganismos promissores. No entanto, carece de informações, sendo necessário mais estudos sobre essas espécies, e suas aplicações na produção de bioetanol. O estudo de TU *et al.* (2019) fornece informações relevantes sobre o uso de *Talaromyces leycettanus* JCM12802 para a produção de altos níveis de celulose, hemicelulose e pentose.

Com suporte nos estudos de TEIXEIRA *et al.* (2012) e LIMA-COSTA *et al.* (2012), conclui-se que o meio de fermentação em alta gravidade é uma estratégia promissora para promover o aumento da produtividade, concentração e rendimento do etanol, além de reduzir o risco de contaminação e custos energéticos. No entanto, nota-se que essa metodologia facilita a fermentação incompleta, sendo necessário a produção de mais estudos que elucidem esse impasse. Uma alternativa para melhorar o desempenho fermentativo é o encapsulamento de leveduras apresentado por WESTMAN *et al.* (2012), que também aumenta a termotolerância das leveduras. Contudo, essa estratégia apresenta lacunas que precisam ser melhor estudadas. O método “CoRyFee” desenvolvido por KNUDSEN *et al.* (2020) é uma estratégia relevante para reduzir os custos da fermentação, aumentar o rendimento do etanol e evitar contaminações.

O estudo de RAGHAVENDRAN *et al.* (2020) representa uma abordagem promissora para a aplicação de sistemas de aeração para a propagação em culturas de *S. cerevisiae*, mas ainda é necessário realizar mais estudos, visto que não supera a propagação convencional. As leveduras *Yarrowia lipolytica* e *Saccharomyces boulardii* representam organismos valorosos para uso em bioprocessos de bioetanol, mas carecem de estudos metabólicos e suas possíveis aplicações. A levedura *Pichia kudriavzevii* KVMP10 investigada por KOUTINAS *et al.* (2016) e *Kluyveromyces marxianus* mutante estudada por HUGHES *et al.* (2014) apresentam valiosas cepas para bioprocessos de bioetanol em fermentações com altas temperaturas, além de uso de hexoses e pentoses.

## CONSIDERAÇÕES FINAIS

A revisão sistemática aponta que para o potencial biotecnológico de leveduras com aplicações para o desenvolvimento sustentável há mais estudos relativos à produção dos biocombustíveis bioetanol e biodiesel, e para indústrias químicas. Poucos estudos são evidenciados para indústrias farmacêuticas. Ademais, esse estudo indica a necessidade de informações sobre desenvolvimento sustentável usando leveduras para produções alimentícias. Notavelmente, a biomassa lignocelulósica é a fonte de matéria-prima preferencial em aplicações biotecnológicas sustentáveis com uso de leveduras em produção de biocombustíveis, químicos e farmacêuticos, visto que fornece uma fonte energética abundante, renovável, de baixo custo, fácil acesso e sem prejudicar a produção alimentícia. Constata-se que a levedura *Saccharomyces cerevisiae* é o microrganismo mais utilizado e com maior relevância na produção de biocombustíveis e produtos químicos, farmacêuticos e alimentícios. A *Yarrowia lipolytica* é a oleaginosa mais promissora para promover estratégias biotecnológicas em aplicações sustentáveis na produção do biocombustível biodiesel, e em indústrias químicas e farmacêuticas.

## REFERÊNCIAS

CARMO DE SOUZA, L. 1969. Distribution of yeasts in natura. In: ROSE, A. H.; HARRISON, J. S. (Ed.). The yeasts: biology of the yeasts. London: **Academic Press**, v. 1, p. 9-106.

CARVALHO, Jéssyca Ketterine et al. Yeasts isolated from a lotic continental environment in Brazil show potential to produce amylase, cellulase and protease. **Biotechnology Reports**, v. 30, p. e00630, 2021.

D'AMBROSIO, Vasil; JENSEN, Michael K. Lighting up yeast cell factories by transcription factor-based biosensors. **FEMS yeast research**, v. 17, n. 7, 2017.

JI, Rong-Yu et al. Metabolic engineering of yeast for the production of 3-hydroxypropionic acid. **Frontiers in microbiology**, v. 9, p. 2185, 2018.

HUGHES, Stephen R. et al. Sustainable conversion of coffee and other crop wastes to biofuels and bioproducts using coupled biochemical and thermochemical processes in a multi-stage biorefinery concept. **Applied microbiology and biotechnology**, v. 98, n. 20, p. 8413-8431, 2014.

KNUDSEN, Jan Dines; RØNNOW, Birgitte. Extended fed-batch fermentation of a C5/C6 optimised yeast strain on wheat straw hydrolysate using an online refractive index sensor to measure the relative fermentation rate. **Scientific reports**, v. 10, n. 1, p. 1-9, 2020.

KOUTINAS, Michalis et al. High temperature alcoholic fermentation of orange peel by the newly isolated thermotolerant *Pichia kudriavzevii* KVMP 10. **Letters in applied microbiology**, v. 62, n. 1, p. 75-83, 2016.

KURTZMAN, Cletus P.; FELL, Jack W.; BOEKHOUT, Teun (Ed.). **The yeasts: a taxonomic study**. Elsevier, 2011.

LIMA-COSTA, Maria Emília et al. Kinetics of sugars consumption and ethanol inhibition in carob pulp fermentation by *Saccharomyces cerevisiae* in batch and fed-batch cultures. **Journal of Industrial Microbiology and Biotechnology**, v. 39, n. 5, p. 789-797, 2012.

LODDER, J. 1970. *The Yeast: a taxonomic study*. Oxford: North Holland Publishing Company. 1395p.

MOYSÉS, Danuza Nogueira et al. Xylose fermentation by *Saccharomyces cerevisiae*: challenges and prospects. **International Journal of Molecular Sciences**, v. 17, n. 3, p. 207, 2016.

NANDY, Subir Kumar; SRIVASTAVA, R. K. A review on sustainable yeast biotechnological processes and applications. **Microbiological research**, v. 207, p. 83-90, 2018.

RAGHAVENDRAN, Vijayendran et al. A microbubble-sparged yeast propagation-fermentation process for bioethanol production. **Biotechnology for biofuels**, v. 13, p. 1-16, 2020.

TEIXEIRA, Miguel C. et al. Increased expression of the yeast multidrug resistance ABC transporter Pdr18 leads to increased ethanol tolerance and ethanol production in high gravity alcoholic fermentation. **Microbial cell factories**, v. 11, n. 1, p. 1-9, 2012.

TORTORA, Gerard J.; FUNKE, Berdell R.; CASE, Christine L. **Microbiologia**. 12. ed. Porto Alegre: Artmed, 2017.

TU, Tao et al. A GH51  $\alpha$ -L-arabinofuranosidase from *Talaromyces leycettanus* strain JCM12802 that selectively drives synergistic lignocellulose hydrolysis. **Microbial cell factories**, v. 18, n. 1, p. 1-12, 2019.

VALINHAS, Raquel V. et al. Xylose fermentation to ethanol by new *Galactomyces geotrichum* and *Candida akabanensis* strains. **PeerJ**, v. 6, p. e4673, 2018.

WESTMAN, Johan O.; TAHERZADEH, Mohammad J.; FRANZÉN, Carl Johan. Proteomic analysis of the increased stress tolerance of *Saccharomyces cerevisiae* encapsulated in liquid core alginate-chitosan capsules. *PLoS One*, v. 7, n. 11, p. e49335, 2012.

YURKOV, A. M. **Yeasts of the soil - Obscure but precious.** *Yeast*, v. 35, n. 5, p. 369–378, 2018.