FACT SHEET

Fermentação de Biomassa: aproveitando o potencial proteico dos microrganismos

Produto análogo ao frango feito de micélio. Imagens cedida pela Meati Foods.

gfi Brasil

Ficha de créditos

Autores

Marina Sucha Heidemann
Isabela de Oliveira Pereira
Bruna Leal Maske
Stéphanie Massaki
Maria Clara Manzoki
Germano Glufke Reis

Revisão

Amanda Leitolis
Cristiana Ambiel
Carlos Ricardo Soccol
Susan Grace Karp

Projeto Gráfico

Fabio Cardoso

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação – CIP

H465 Heidemann, Marina Sucha e Outros
Fermentação de biomassa: aproveitando o potencial proteico dos microrganismos: fact sheet / Marina Sucha Heidemann, Isabela de Oliveira Pereira, Bruna Leal Maske, Stéphanie Massaki, Maria Clara Manzoki e Germano Glufke Reis. – São Paulo: Tiibooks; The Good Food Institute Brasil, 2024.
E-BooK: PDF, 14 p.; IL; Color

ISBN 978-65-87080-97-0

1. Alimentos. 2. Cadeia Produtiva Alimentar. 3. Tecnologia de Alimentos. 4. Inovação. 5. Fermentação. 6. Fermentação de Biomassa. 7. Microrganismo. 8. Proteínas Alternativas. 9. Alimentos Análogos aos Alimentos Animais Convencionais. I. Título. II. Aproveitando o potencial proteico dos microrganismos. III. Fact sheet. IV. Heidemann, Marina Sucha. V. Pereira, Isabela de Oliveira. VI. Maske, Bruna Leal. VII. Massaki, Stéphanie. IX. Manzoki, Maria Clara. X. Reis, Germano Glufke. XI. IFC/Brasil.

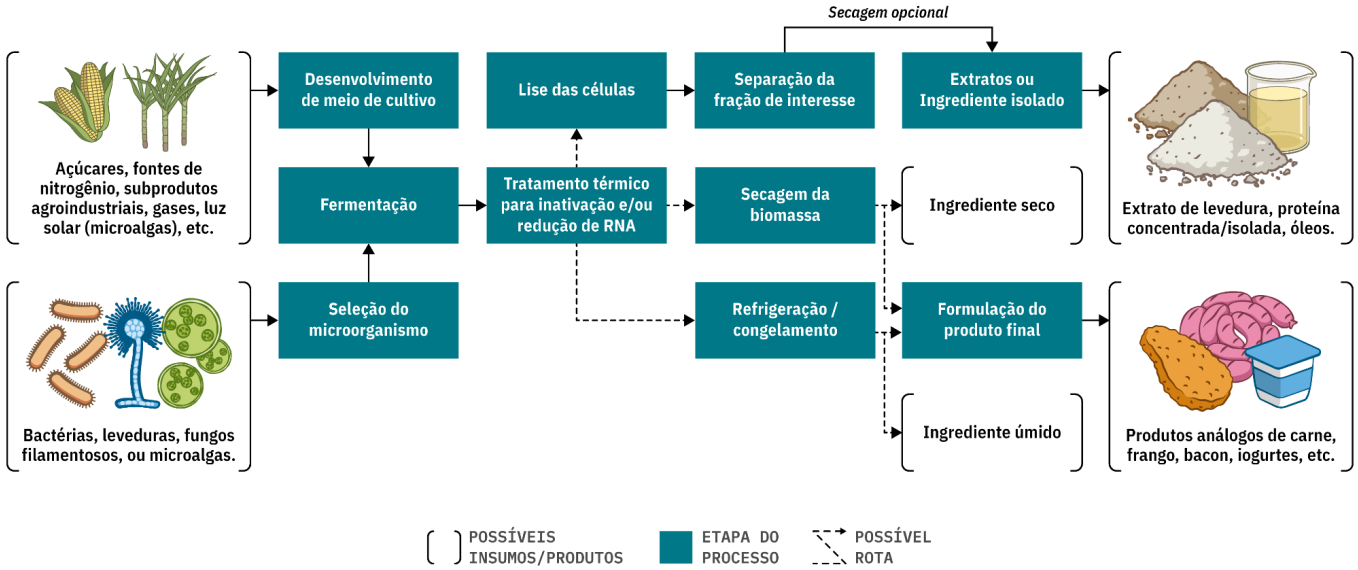
CDU 664 **CDD 664**

Catalogação elaborada por Regina Simão Paulino – CRB 6/1154

A fermentação de biomassa é um processo no qual microrganismos, como bactérias, leveduras, microalgas e fungos, multiplicam-se em grandes quantidades gerando um conjunto de células que chamamos de biomassa. Esse processo é realizado dentro de tanques controlados, os biorreatores, que criam o ambiente favorável para o crescimento microbiano. A depender do microrganismo escolhido para o processo fermentativo, a biomassa pode ser composta por células que apresentam alto teor de proteínas ou alto teor de óleos. Um organismo unicelular rico em proteína é denominado de "proteína unicelular" ou *single-cell protein*. Já um organismo rico em óleos serve como fonte de óleo microbiano ou *single-cell oil* (Campos-Valdez et al., 2023).

Utilizando-se a fermentação de biomassa, diferentes produtos análogos aos produtos animais convencionais podem ser produzidos: cárneos (Meati, Bosque Foods, Quorn), análogos de frutos do mar (Aqua Cultured Foods), iorgurtes (Nature's Fynd) ou, ainda, ingredientes proteicos para serem utilizado em formulações alimentícias diversas (Typcal, Done Properly).

Resumo gráfico. *Diagrama com as possíveis rotas, insumos e produtos de proteínas alternativas que podem ser obtidos utilizando a tecnologia de fermentação de biomassa abordada nesse fact sheet.*



1. Potencial dos microrganismos como fonte proteica

A fermentação de biomassa é uma tecnologia promissora no setor de proteínas alternativas, pois a própria biomassa produzida pode servir como ingrediente principal na composição de novos produtos, podendo ser minimamente processada. Essa tecnologia pode ser aplicada em modelos de negócio B2B (*business-to-business*) para fornecer uma ampla gama de ingredientes livres de componentes de origem animal para indústria alimentícia. Exemplos incluem farinha proteica de micélio e ingredientes já utilizados pela indústria, como levedura nutricional, além de extrato de levedura e extratos fermentados. Além disso, modelos de negócio B2C (*business-to-consumer*) também são possíveis. Neste caso, produtos finais, como hambúrguer de micélio ou análogos de frutos do mar, são vendidos diretamente aos consumidores.

Em 2022, foram investidos 406 milhões de dólares no setor de fermentação de biomassa e atualmente 70 *startups* no mundo desenvolvem produtos alternativos utilizando fermentação de biomassa	Entre 2013 e 2023 foram investidos 4,1 bilhões de dólares em fermentação para a produção de proteínas alternativas no mundo[1]. Em 2022, o setor de fermentação de biomassa foi responsável por 406 milhões de dólares investidos[2]. Atualmente, há aproximadamente 70 *startups* no mundo que desenvolvem produtos alternativos advindos da fermentação de biomassa[1]. No Brasil, pode-se citar as empresas Typical (ingredientes e produtos à base micélio), a Tekohá, e a Hyph. *Fonte: Good Food Institute (2023) e Alternative Protein Company... (2024).*
Os microrganismos podem conter até 75% de proteína em sua composição	Apesar do destaque para o potencial da utilização de micélio, as leveduras, bactérias e microalgas também são fontes promissoras de proteína[1]. A microalga spirulina, por exemplo, contém até 65% de proteína em sua composição[2]. Depois de processada, o pó proteico resultante pode ser usado como suplemento alimentar e pode ser adicionado a vários alimentos, aumentando seu valor nutricional. Algumas espécies de bactérias, como *Bacillus subtilis* e *Corynobacterium glutamicum* podem chegar a cerca de 70% de proteína em base seca, e algumas microalgas como *Aphanizomenon flos-aquae* podem chegar a 75%[3]. *Fonte: 1- Bratosin, Darjan e Vodnar (2021); 2- Alfadhly et al. (2022); 3- Ritala et al. (2017) citado por Silva, Taniwaki e Sá (2022).*
O uso de microrganismos na produção de análogos de carne é uma prática que pode aprimorar a experiência sensorial destes produtos	Espécies de cogumelos, por exemplo, contêm ácido glutâmico, um dos principais responsáveis pelo sabor umami*, e são utilizados para conferir uma sensação gustativa rica e satisfatória[1]. O extrato de levedura também é empregado para compor o umami, pois é um componente de sabor que contém alta concentração de precursores de sabor (moléculas não voláteis), como açúcares redutores, aminoácidos, nucleotídeos, peptídeos, lipídios e tiamina, sendo a maioria substâncias ativas no paladar[2]. *Fonte: 1- Singh et al. (2023); 2- Kale, Mishra e Annapure (2022).* **O umami é o quinto gosto básico do paladar humano, além de doce, salgado, amargo e azedo. Ele aumenta a salivação, prolonga o sabor global dos alimentos e também pode ajudar a reduzir a quantidade de sal nas formulações alimentícias.*

O micélio dos fungos pode ser usado para mimetizar as fibras da carne em produtos análogos

Micélio é o nome dado à estrutura que compõe a biomassa de fungos filamentosos, composto por estruturas finas e ramificadas que se assemelham às fibras de carne e são ricas em proteínas[1]. Assim, o micélio pode ser usado como o ingrediente principal de produtos análogos cárneos por apresentar características interessantes de textura e também sabor neutro, a depender da espécie utilizada. Além disso, a estrutura do produto continua íntegra após o cozimento, possibilitando o corte, tal como nos produtos de origem animal[2]. Nesse sentido, é possível obter carnes análogas às de boi (Adamo Foods), de porco (Bosque Foods), de frango (Meati), de peixe (Esencia Foods) e frutos do mar (Aqua Cultured Foods).

Fonte: 1- Holt et al. (2023); 2- Ahmad et al. (2022).

Produtos de fermentação de biomassa têm alto valor nutricional

Os produtos de fermentação de biomassa são alimentos de alto valor nutricional[1]. Em geral, eles são ricos em proteínas, fibras, e não possuem gordura. Também são ricos em minerais e vitaminas. O perfil nutricional difere dependendo do microrganismo utilizado no processo e da formulação do produto. As leveduras, por exemplo, possuem alta quantidade de monoligossacarídeos e beta-glucano, que são conhecidos por suas propriedades prebióticas, auxiliando a saúde intestinal[2].
Outro aspecto importante é que algumas fontes de proteína microbianas fornecem todos os aminoácidos essenciais para a alimentação humana, assim como a carne convencional[3].

Fonte: 1- Bratosin, Darjan e Vodnar (2021); 2- Rai, Pandey, e Sahoo (2019); 3- Saeed et al. (2023).

A fermentação de biomassa é uma alternativa para produzir óleos também

As espécies *single-cell oil* também podem desempenhar um papel crucial na indústria de proteínas alternativas, podendo ser utilizadas nos produtos de fontes microbianas, análogos vegetais e também em carne cultivada. Os óleos obtidos de fonte microbiana podem ser semelhantes aos óleos vegetais dependendo do perfil de ácidos graxos e pode ser também uma alternativa mais sustentável e eficiente de produção.

Fonte: Stellner et al. (2023).

A produção de proteínas microbianas pode reduzir significativamente o impacto ambiental e o custo de produção de ingredientes quando comparada a produções convencionais de proteína	Análises técnico-econômicas (TEA) demonstram que um ingrediente feito de biomassa de *Fusarium venenatum* pode ser produzido por valores que variam de US$ 3,55/kg (US$ 29,56/kg de proteína)[1] a US$ 5,04/kg (US$40,04/kg de proteína)[2], indicando que a alternativa já compete economicamente com preço de cortes de carne bovina, principalmente quando examinados os custos em relação ao conteúdo de proteína. Os estudos também reforçam que reduções potenciais no custo para atingir paridade de preço com produtos mais baratos como frango, por exemplo, podem ser alcançadas por meio de avanços em parâmetros específicos do microrganismo, como teor proteico e velocidade de crescimento. Sobre os impactos do processo, resultados de análise de ciclo de vida (LCA) demonstraram benefícios significativos de sustentabilidade da micoproteína* produzida com substrato lignocelulósico, com emissões de gases de efeito estufa inferiores a 14% das emissão da produção de proteína da carne bovina[2]. Para além dos impactos reduzidos com a utilização de resíduos lignocelulósicos como substrato, o uso de gases (*gas fermentation*) oferece possibilidades de impacto ainda menor: uma proteína microbiana de bactéria produzida a partir de gases H_2, O_2 e CO_2 oferece a redução de 53 até 100% menos impacto ambiental que proteínas alimentícias derivadas de animais[3]. *Fonte: 1- Risner et al. (2023); 2- Upcraft et al. (2021); 3-Järviö et al. (2021).* **Termo que define a proteína derivada de fungos, originado do grego, em que "mico" significa fungo.*
A biomassa microbiana pode ser usada também como um insumo na cadeia de produção da carne cultivada	Além de servir como agregadores de sabor, teor proteico e textura em produtos finais, os fungos têm sido estudados para utilização como *scaffolds*, ou seja, estruturas tridimensionais usadas para dar suporte a adesão e crescimento das células[1,2], dando à carne cultivada estrutura e aparência de corte de carne convencional. Adicionalmente, biomassas de fungos e microalgas, por exemplo, também podem ser utilizadas para gerar componentes do meio de cultivo, seja como fonte de proteínas[3] ou de hidrolisados contendo aminoácidos. *Fonte: 1- Wang et al. (2024); 2- Ogawa et al. (2022); 3-Nakazawa et al. (2018); 3- Combe et al. (2024).*

2. Por que a fermentação de biomassa é promissora no Brasil?

O grande diferencial do Brasil é possuir uma cadeia de produção de bioprodutos por fermentação bem estabelecida, além da grande quantidade de substratos produzidas no país. O Brasil lidera a produção global de cana-de-açúcar e atingiu um recorde na produção de açúcar, alcançando mais de 46 milhões de toneladas (Brasil Deve Atingir..., 2024). A cana-de-açúcar é um dos recursos de biomassa mais promissores na bioeconomia, por ser uma fonte de açúcares fermentáveis e de biomassa lignocelulósica que pode ser convertida em uma ampla variedade de produtos (Karp et al., 2022).

86% dos pesquisadores brasileiros atuam em pesquisas envolvendo a utilização de resíduos industriais e/ou agroindustriais como componentes do meio de cultivo[1]	Além da ampla disponibilidade de substratos fermentescíveis tradicionais como açúcar de cana, a utilização de subprodutos e resíduos agroindustriais como fonte de carbono e nitrogênio para produção de proteínas por fermentação oferece uma oportunidade de redução de custos e impacto ambiental dos processos. O Brasil produz anualmente bilhões de toneladas desses materiais, o que motiva a atuação de diversos pesquisadores em alternativas para valorização desses insumos. *Fonte: 1- mapeamento realizado pelo The Good Food Institute Brasil*

Oportunidade para um mercado nacional em expansão: A adição de micélio em formulações de análogos vegetais pode melhorar parâmetros de qualidade desses produtos[1]	Os resultados de um estudo que avaliou a produção de produto vegetal análogo de carne de baixa umidade incorporando micélio em isolado de proteína de ervilha por meio de extrusão[1], por exemplo, demonstraram que a adição de até 30% de micélio tem efeito mínimo na estrutura, mas melhora os parâmetros de qualidade (índice de solubilidade em água, capacidade de absorção de água e óleo, capacidade de retenção de água, taxa de expansão etc.), levando à formação de um produto análogo de carne fibroso. Os ingredientes à base de micélio podem ser uma opção para o setor que ainda não conseguiu entregar o equilíbrio desejado entre sabor, preço, conveniência e saudabilidade, conforme identificado na pesquisa do consumidor brasileiro e o mercado *plant-based*[2]. *Fonte: 1- Mandliya et al. (2022); 2- Lupetti e Casseli (2024).*

Produção científica: explorando a biodiversidade microbiana e a diversidade de insumos brasileiros

Os pesquisadores brasileiros estão engajados no isolamento de novas cepas de microrganismos com elevado teor de proteínas, lipídios e micronutrientes, como vitaminas, minerais e compostos bioativos, a partir de resíduos agroindustriais. Essa tendência é respaldada por recentes publicações nacionais[1,2,3,4], que destacam o cultivo de leveduras, microalgas e micélio como fontes promissoras de biomassa nutritiva. Destacam-se alguns projetos do programa BIOMAS, iniciativa do GFI Brasil: "Fungos amazônicos como potencial alternativa saudável e sustentável para elaboração de produtos cárneos análogos"[5], "Bioconversão de subproduto da agroindústria da castanha na Amazônia em proteína do tipo *plant-fungi based*"[6], e "Desenvolvimento de farinha a base de subprodutos do processamento de babaçu obtida a partir de hidrólise e fermentação para aplicação em produtos cárneos análogos"[7]. A produção científica no tema também inclui artigos de revisão sobre o potencial de desenvolvimento de proteína microbiana como alternativa à carne de forma sustentável, utilizando resíduos agroindustriais[8] e também avanços na bioprospecção de microrganismos produtores de lipídeos[9] (*single cell oil*).

Fonte: 1- Bitencourt et al. (2022); 2- Pessoa et al. (2023); 3- Fratelli et al. (2023); 4- Pesquisadores do INCT... (2024) ; 5- Bicas (2022); 6- Sales-Campos (2022); 7- Carvalho Netto (2022); 8- Alves et al. (2023); 9- Soccol et al. (2022).

A semelhança entre os equipamentos presentes nas indústrias cervejeiras e àquela necessária para fermentação de biomassa representa uma oportunidade para *retrofit** e aumento da produção de alimentos no país

Em comparação com a fermentação de precisão, a fermentação de biomassa apresenta-se como uma tecnologia de menor complexidade e custo. Os equipamentos necessários para essa tecnologia são similares aos utilizados nas indústrias cervejeiras, incluindo fermentadores, sistemas de controle de temperatura, agitadores ou sistemas de aeração, sistemas de filtragem e equipamentos de secagem e processamento final. Esse cenário apresenta uma oportunidade significativa para o mercado brasileiro, já que o país possui grandes indústrias fermentativas, abrangendo alimentos, bebidas e a produção de etanol. A sazonalidade em algumas das indústrias citadas pode resultar na operação abaixo da capacidade total durante alguns períodos do ano, sugerindo uma oportunidade para a produção de proteínas a partir da fermentação de biomassa usando equipamentos similares a outros processos fermentativos, gerando lucros e impulsionando o desenvolvimento sustentável no setor alimentício.

Fonte: Fermentation Manufacturing Capacity... (2024).
**Refere-se ao processo de atualização, modernização ou adaptação de equipamentos para implementar novas funcionalidades.*

Referências

AHMAD, M. I. *et al*. A review on mycoprotein: History, nutritional composition, production methods, and health benefits. *Trends in Food Science & Technology*, Amsterdam, v. 121, p. 14-29, 2022. DOI: 10.1016/j.tifs.2022.01.027.

ALFADHLY, N. K. Z. *et al*. Trends and Technological Advancements in the Possible Food Applications of Spirulina and Their Health Benefits: A Review. *Molecules*, Basel, v. 27, n. 17, 5584, Sept. 2022. DOI: 10.3390/molecules27175584.

ALTERNATIVE PROTEIN COMPANY database. *Good Food Institute*, Washington, DC, 2024. Disponível em: https://gfi.org/resource/alternative-protein-company-database/. Acesso em: 8 nov. 2024.

ALVES, S. C. *et al*. Microbial meat: A sustainable vegan protein source produced from agri-waste to feed the world. *Food Research International*, Amsterdam, v. 166, 112596, Apr. 2023. DOI: 10.1016/j.foodres.2023.112596.

BITENCOURT, T. B. *et al*. Nutrient biomass production from agro-industrial residues using Yarrowia lipolytica: screening and optimization of growing conditions. *Brazilian Journal of Food Technology*, v. 25, 2022. DOI: https://doi.org/10.1590/1981-6723.28720.

BICAS, J. *Fungos amazônicos como potencial alternativa saudável e sustentável para elaboração de produtos cárneos análogos*. [*S. l.*]: GFI Brasil, 2022. Disponível em: https://gfi.org.br/wp-content/uploads/2024/01/Projeto-03-Fungos-amazonicos-Programa-Biomas-GFI-Brasil.docx.pdf. Acesso em: 29 maio 2024.

BRASIL DEVE ATINGIR recorde na produção de açúcar mesmo com redução na produção de cana-de-açúcar na safra 2024/2025. Conab, Brasília, DF, 25 abr. 2024. Disponível em: https://www.conab.gov.br/ultimas-noticias/5501-brasil-deve-atingir-recorde-na-producao-de-acucar-mesmo-com-reducao-na-producao-de-cana-de-acucar-na-safra-2024-2025. Acesso em: 31 maio 2024.

BRATOSIN, B. C.; DARJAN, S.; VODNAR, D. C. Single Cell Protein: A Potential Substitute in Human and Animal Nutrition. *Sustainability*, Basel, v. 13, n. 16, 9284, July 2021. DOI: 10.3390/su13169284.

CAMPOS-VALDEZ, A. *et al*. Sustainable production of single-cell oil and protein from wastepaper hydrolysate: identification and optimization of a *Rhodotorula mucilaginosa* strain as a promising yeast. *FEMS Yeast Research*, Oxford, v. 23, n. 044, Oct. 2023. DOI: 10.1093/femsyr/foad044.

CARVALHO NETTO, O. V. *Desenvolvimento de farinha a base de subprodutos do processamento de babaçu obtida a partir de hidrólise e fermentação para aplicação em produtos cárneos análogos*. [*S. l.*]: GFI Brasil, 2022. Disponível em: https://gfi.org.br/wp-content/uploads/2024/01/Projeto-05-farinha-a-base-de-subprodutos-do-processamento-de-babacu-Programa-Biomas-GFI-Brasil.docx.pdf. Acesso em: 29 maio 2024.

COMBE, M. *et al*. NMR metabolomics of plant and yeast-based hydrolysates for cell culture media applications — A comprehensive assessment. *Current Research in Food Science*, Amsterdam, v. 9, 100855, 2024. DOI: 10.1016/j.crfs.2024.100855.

EM FEVEREIRO, IBGE prevê safra de 300,7 milhões de toneladas para 2024. *Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística*, Rio de Janeiro, 2024. Disponível em: https://agenciadenoticias.ibge.gov.br/agencia-sala-de-imprensa/2013-agencia-de-noticias/releases/39369-em-fevereiro-ibge-preve-safra-de-300-7-milhoes-de-toneladas-para-2024#:~:text=Em%20fevereiro%2C%20a%20produ%C3%A7%C3%A3o%20de,2%2C7%20milh%C3%B5es%20de%20toneladas. Acesso em: 28 maio 2024.

FERMENTATION MANUFACTURING CAPACITY analysis. *Good Food Institute*, Washington, DC, 2024. Disponível em: https://gfi.org/resource/fermentation-manufacturing-capacity-analysis/. Acesso em: 12 jun. 2024.

FRATELLI, C. *et al*. *Spirulina* and its residual biomass as alternative sustainable ingredients: impact on the rheological and nutritional features of wheat bread manufacture. *Frontiers in Food Science and Technology,* [*s. l.*], v. 3, Oct. 2023. DOI: https://doi.org/10.3389/frfst.2023.1258219.

GOMES, M. A. *et al*. The fermentation efficiency exhibited by Saccharomyces cerevisiae on Sugarcane bagasse hydrolysate, by analyzing the effects of pre-treatment and detoxification. *Semina*: Ciências Agrárias, Londrina, v. 43, n. 5, p. 2155-2170, 2022. DOI: 10.5433/1679-0359.2022v43n5p2155.

GOOD FOOD INSTITUTE. *2022 State of the Industry Report* – Fermentation: Meat, seafood, eggs and dairy. Washington, DC: GFI, 2022. Disponível em: https://gfi.org/wp-content/uploads/2023/01/2022-Fermentation-State-of-the-Industry-Report-1.pdf. Acesso em: 28 maio 2024.

GOOD FOOD INSTITUTE. *2023 State of the Industry Report* – Fermentation: Meat, seafood, eggs and dairy. Washington, DC: GFI, 2023. Disponível em: https://gfi.org/resource/fermentation-state-of-the-industry-report/. Acesso em: 16 abr. 2024.

HOLT, R. R. *et al*. Mycelium: A Nutrient-Dense Food To Help Address World Hunger, Promote Health, and Support a Regenerative Food System. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, [*s. l.*], v. 72, n. 5, Dez. 2023. DOI: 10.1021/acs.jafc.3c03307.

JÄRVIÖ, N *et al*. An attributional life cycle assessment of microbial protein production: A case study on using hydrogen-oxidizing bacteria. *Science of The Total Environment*, Amsterdam, v. 776, 145764, July 2021. DOI: 10.1016/j.scitotenv.2021.145764.

KALE, P.; MISHRA, A.; ANNAPURE, U. S. Development of vegan meat flavour: A review on sources and techniques. *Future Foods*, Amsterdam, v. 5, 100149, 2022. DOI: 10.1016/j.fufo.2022.100149.
KARP, S. G. *et al*. Sugarcane: A Promising Source of Green Carbon in the Circular Bioeconomy. *Sugar Tech*, Berlin, v. 24, p. 1230-1245, 2022. DOI: 10.1007/s12355-022-01161-z.

LIU, Z. *et al*. Valorization of Food Waste to Produce Value-Added Products Based on Its Bioactive Compounds. *Processes*, Basel, v. 11, n. 3, Feb. 2023. DOI: https://doi.org/10.3390/pr11030840.

LUPETTI, C.; CASSELLI, R. *Olhar 360° sobre o consumidor brasileiro e o mercado plant-based 2023/2024*. São Paulo: Tikbooks; The Good Food Institute, 2024. *E-Book.* Disponível em:

https://gfi.org.br/wp-content/uploads/2024/05/Pesquisa-de-Consumidor-2023-2024-GFI-Brasil.pdf. Acesso em: 8 nov. 2024.

MADHUSHAN, K. W. A. *et al*. Microbial production of amino acids and peptides. *In*: KUMAR, R. (ed.). *Biorationals and Biopesticides*: Pest Management. Berlin: De Gruyter, 2024. p. 295-334. DOI: 10.1515/9783111204819-015.

MANDLIYA, S. *et al*. Incorporation of Mycelium (Pleurotus eryngii) in Pea Protein Based Low Moisture Meat Analogue: Effect on Its Physicochemical, Rehydration and Structural Properties. *Foods*, Basel, v. 11, n. 16, 2476, 2022. DOI: 10.3390/foods11162476.

MOHAMED, A. M. D. *et al.* Umami sources in flavorings and seasonings: halal approach. *Innovation of Food Products in Halal Supply Chain Worldwide*, Amsterdam, p. 35-47, . 2023. DOI: 10.1016/B978-0-323-91662-2.00006-5.

NAKAZAWA, S. *et al*. Fe-transferrins or their homologues in ex-vivo mushrooms as identified by ESR spectroscopy and quantum chemical calculations: A full spin-Hamiltonian approach for the ferric sextet state with intermediate zero-field splitting parameters. *Food Chemistry*, Amsterdam, v. 266, p. 24-30, 15 Nov. 2018. DOI: 10.1016/j.foodchem.2018.05.092.

OGAWA, M. *et al*. Assessing Edible Filamentous Fungal Carriers as Cell Supports for Growth of Yeast and Cultivated Meat. *Foods*, Basel, v. 11, n. 19, 2022. DOI: 10.3390/foods11193142.

PESQUISADORES DO INCT são premiados em Simpósio de Inovação e Tecnologia. *INCTLeveduras*, Belo Horizonte, 2024. Disponível em: https://www.inctleveduras.org/categoria-4/pesquisadores-do-inct-sao-premiados-em-simposio-de-inovacao-e-tecnologia/. Acesso em: 8 nov. 2024.

PESSOA, V. A. *et al.* Production of mycelial biomass, proteases and protease inhibitors by *Ganoderma lucidum* under different submerged fermentation conditions. *Brazilian Journal of Biology*, v. 83, 2023. DOI: 10.1590/1519-6984.270316.

PRODUÇÃO DE CANA-DE-AÇÚCAR é estimada em 652,9 milhões de toneladas influenciada por boa produtividade. *Conab*, Brasília, DF, 17 ago. 2023. Disponível em: https://www.conab.gov.br/ultimas-noticias/5124-producao-de-cana-de-acucar-e-estimada-em-652-9-milhoes-de-toneladas-influenciada-por-boa-produtividade. Acesso em: 28 maio 2024.

RAI, A. K.; PANDEY, A.; SAHOO, D. Biotechnological potential of yeasts in functional food industry. *Trends in Food Science & Technology*, Amsterdam, v. 83, p. 129-137, 2019.

RISNER D. *et al*. A techno-economic model of mycoprotein production: achieving price parity with beef protein. *Frontiers in Sustainable Food System*, [*s. l.*], v. 7, 1204307, 2023. DOI: 10.3389/fsufs.2023.1204307.

ROJAS, L. F.; ZAPATA, P.; RUIZ-TIRADO, L. Agro-industrial waste enzymes: Perspectives in circular economy. *Current Opinion in Green and Sustainable Chemistry*, Amsterdam, v. 34, 100585, 2022.

SAEED, F. *et al*. Role of mycoprotein as a non-meat protein in food security and sustainability: A review. *International Journal of Food Properties*, Abingdon, v. 26, n. 1, p. 683-695, 2023. DOI: 10.1080/10942912.2023.2178456.

SALES-CAMPOS, C. *Bioconversão de subproduto da agroindústria da castanha na amazônia em proteína do tipo plant-fungi based*. [*S. l.*]: GFI Brasil, 2022. Disponível em: https://gfi.org.br/wp-content/uploads/2024/01/Projeto-09-Bioconversao-de-subproduto-da-agroindustria-da-castanha-Programa-Biomas-GFI-Brasil.docx.pdf. Acesso em: 29 maio 2024.

SILVA, N.; TANIWAKI, M. H.; SÁ, P. B. Z. R. *Série Tecnológica Das Proteínas Alternativas*: Fermentação e Processos Fermentativos. São Paulo: Tiki Books; GFI Brasil, 2022. Disponível em: https://gfi.org.br/wp-content/uploads/2022/11/Serie-Tecnologica-Fermentacao-e-processos-fermentativos-GFI-Brasil.pdf. Acesso em: 28 maio 2024.

SINGH, U. *et al*. Edible mushrooms: A sustainable novel ingredient for meat analogs. *eFood*, 4:e122, 2023. DOI: 10.1002/efd2.122

SOCCOL, C. R. *et al*. Bioprospecting lipid-producing microorganisms: From metagenomic-assisted isolation techniques to industrial application and innovations. *Bioresource Technology*, Amsterdam, v. 346, 126455, Feb. 2022. DOI: 10.1016/j.biortech.2021.126455.

STELLNER, N. I. *et al*. Value-Added Squalene in Single-Cell Oil Produced with *Cutaneotrichosporon oleaginosus* for Food Applications. *Journal of Agricultural and Food Chemistry,* Washington, DC, v. 71, n. 22, May 2023. DOI: 10.1021/acs.jafc.3c01703.

UPCRAFT, T. *et al.* Protein from renewable resources: mycoprotein production from agricultural residues. *Green Chemistry*, [*s. l.*], v. 23, n. 14, 5150, June 2021. DOI: 10.1039/d1gc01021b.

WANG, Y. *et al*. 3D edible scaffolds with yeast protein: A novel alternative protein scaffold for the production of high-quality cell-cultured meat. *International Journal of Biological Macromolecules*, Amsterdam, v. 259, Part 1, 129134, 2024. DOI: 10.1016/j.ijbiomac.2023.129134.

YAFETTO, L.; ODAM TEEN, G. T.; WIAFE-KWAGYAN, M. Valorization of agro-industrial wastes into animal feed through microbial fermentation: A review of the global and Ghanaian case. *Heliyon*, [*s. l.*], v. 9, n. 4, e14814, Apr. 2023. DOI: 10.1016/j.heliyon.2023.e14814.

Equipe do GFI Brasil

Alexandre Cabral
Vice-presidente Executivo

Alysson Soares
Especialista de Políticas Públicas

Ana Carolina Rossettini
Gerente de Desenvolvimento e Estratégia

Amanda Leitolis, Ph.D.
Especialista em Ciência e Tecnologia

Ana Paula Rossettini
Analista de Recursos Humanos

Bruno Filgueira
Analista de Engajamento Corporativo

Camila Nascimento
Analista de Operações e Finanças

Camila Lupetti
Especialista em Inteligência de Mercado de Engajamento Corporativo

Cristiana Ambiel, MS.
Diretora de Ciência e Tecnologia

Fabio Cardoso
Analista de Comunicação

Gabriela Garcia, MS.
Analista de Políticas Públicas

Gabriel Mesquita
Analista em ESG de Engajamento Corporativo

Graziele Karatay, Ph.D.
Especialista em Ciência e Tecnologia

Guilherme de Oliveira
Especialista em Inovação de Engajamento Corporativo

Gustavo Guadagnini
Presidente

Isabela Pereira
Analista de Ciência e Tecnologia

Julia Cadete
Analista de Operações

Karine Seibel
Gerente de Operações

Lorena Pinho, Ph.D.
Analista de Ciência e Tecnologia

Luciana Fontinelle, Ph.D.
Especialista em Ciência e Tecnologia

Lívia Brito, MS.
Analista de Comunicação

Manuel Netto
Analista de Políticas Públicas

Mariana Bernal, MS.
Analista de Políticas Públicas

Mariana Demarco, Ph.D.
Analista de Ciência e Tecnologia

Patrícia Santos
Assistente Executiva

Raquel Casselli
Diretora de Engajamento Corporativo

Victoria Gadelha, MBE.
Analista de Comunicação

Vinícius Gallon
Gerente de Comunicação

gfi Brasil

Todo o trabalho desenvolvido pelo GFI é oferecido gratuitamente à sociedade e só conseguimos realizá-lo pois contamos com o suporte de nossa família de doadores. Atuamos de maneira a maximizar as doações de nossa comunidade de apoiadores, buscando sempre a maior eficiência na utilização dos recursos.

GFI.ORG.BR
INSTAGRAM
TIKTOK
YOUTUBE
LINKEDIN

Ajude a construir uma cadeia de alimentos mais justa, segura e sustentável.

Doe para o GFI Brasil