

Resíduos agroindustriais como insumos promissores para obtenção de bioprodutos por leveduras - uma breve revisão

Agroindustrial wastes as promising raw materials for obtaining yeast bioproducts - a brief review

Residuos agroindustriales como insumos prometedores para la obtención de bioproductos de levadura - una breve revision

Recebido: 13/05/2020 | Revisado: 14/05/2020 | Aceito: 19/05/2020 | Publicado: 30/05/2020

Matheus Mikio Takeyama

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-5796-4618>

Programa de Pós-Graduação em Alimentos e Nutrição, Universidade Federal do Estado do Rio de Janeiro, Brasil.

Email: mikio_m@hotmail.com

Haroldo Yukio Kawaguti

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-8183-5701>

Programa de Pós-Graduação em Alimentos e Nutrição, Universidade Federal do Estado do Rio de Janeiro, Brasil.

Email: hkawaguti@gmail.com

Maria Gabriela Bello Koblitz

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-5558-570X>

Programa de Pós-Graduação em Alimentos e Nutrição, Universidade Federal do Estado do Rio de Janeiro, Brasil.

Departamento de Ciência de Alimentos, Escola de Nutrição, Universidade Federal do Estado do Rio de Janeiro, Brasil.

Email: maria.koblitz@unirio.br

Ana Elizabeth Cavalcante Fai

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-8594-2667>

Programa de Pós-Graduação em Alimentos e Nutrição, Universidade Federal do Estado do Rio de Janeiro, Brasil.

Departamento de Nutrição Básica e Experimental, Instituto de Nutrição, Universidade do Estado do Rio de Janeiro, Brasil.

Resumo

As leveduras desempenham um papel fundamental na natureza e, dada a sua versatilidade bioquímica e fisiológica, muitas delas podem ter suas rotas metabólicas direcionadas e otimizadas para a biossíntese de produtos específicos. Frente a essa potencialidade, novas contribuições que se debruçam sobre o estudo de processos fermentativos envolvendo leveduras como protagonistas, em especial para a produção de produtos de valor agregado a partir de vegetais perdidos e seus resíduos, revestem-se de importância. Dentre esses produtos, cita-se particularmente, nesta breve revisão, a produção de enzimas pectinolíticas e o potencial probiótico de leveduras em meios de cultura alternativos, como uma maneira de oportunizar esses processos de forma econômica e ambientalmente viável.

Palavras-chave: Enzimas; Probióticos; Substratos alternativos; Resíduos agroindustriais.

Abstract

Yeasts play a fundamental role in nature, and due to their biochemical and physiological versatility, many of them can have their metabolic routes regulated and optimized for the biosynthesis of specific products. In view of this potentiality, new contributions that dedicate to the study of fermentative processes involving yeasts as protagonists, especially for the production of value-added products from lost vegetables and their residues, show importance. Among these products, particularly in this brief review, the production of pectinase and yeast probiotic potential in alternative culture media is mentioned as a way to make these processes more economically and environmentally viable.

Keywords: Enzymes; Probiotics; Alternative media; Agroindustrial wastes.

Resumen

Las levaduras juegan un papel fundamental en la naturaleza y, dada su versatilidad bioquímica y fisiológica, muchas de ellas pueden tener sus rutas metabólicas dirigidas y optimizadas para la biosíntesis de productos específicos. En vista de esta potencialidad, son importantes las nuevas contribuciones que se centran en el estudio de procesos fermentativos que involucran a las levaduras como protagonistas, especialmente para la producción de productos de valor agregado a partir de vegetales perdidos y sus residuos. Entre estos productos, particularmente en esta breve revisión, se menciona la producción de pectinasa y

potencial probiótico de levedura em meios de cultivo alternativos como uma forma de fazer possíveis estes processos de uma maneira econômica y ambientalmente viable.

Palabras clave: Enzimas; Probióticos; Substratos alternativos; Resíduos agroindustriales.

1. Introdução

As leveduras desempenham um papel fundamental na natureza e nos processos biotecnológicos (Satyanarayana & Kunze, 2009; Kurtzman, Fell & Boekhout, 2011; Almeida et al., 2015). Além de seu papel como decompositores primários, seu metabolismo é aproveitado para a geração de *commodities* industriais de grande importância econômica, tais como enzimas, prebióticos, probióticos, entre outros (Kavanagh, 2017). O interesse em leveduras como protagonistas de processos fermentativos tem crescido nos últimos anos, incluindo aqui a sua utilização para produção de enzimas (Binod et al., 2013). Além da sua grande participação na produção de enzimas, as leveduras dispõem de outras capacidades não tão exploradas, uma destas, por exemplo, seu potencial probiótico (Fai et al., 2014). Em comparação com as bactérias probióticas, este grupo é interessante por possuir maior robustez tecnológica e possuir uma exigência por nutrientes menos criteriosa, além de serem resistentes à antibioticoterapia, podendo ser utilizado de forma concomitante a este tratamento, trazendo benefícios ao paciente (Klein et al., 1993; Czerucka, Piche & Rampal, 2007). Uma alternativa, visando à diminuição de custos de processos biotecnológicos, é a exploração de resíduos e excedentes da cadeia de suprimento de alimentos como substratos alternativos. A presente revisão aborda, de forma breve: (i) produção e mercado de enzimas utilizando leveduras como protagonistas em processos fermentativos; (ii) produção de enzimas pectinolíticas por leveduras; (iii) leveduras com potencial probiótico e a vantagem de utilização desta classe microbiana para tal função; (iv) utilização de substratos alternativos como opção para diminuição de custos de processos fermentativos e como estratégia de aproveitamento de resíduos.

2. Aplicações Biotecnológicas

As leveduras encontram-se amplamente distribuídas na natureza, associadas a ecossistemas diversos e, dada a sua versatilidade bioquímica e fisiológica, muitas delas podem ter suas rotas metabólicas direcionadas e otimizadas para a biossíntese de produtos específicos (Srivastava, 2019).

O emprego de processos biotecnológicos a partir de leveduras para a produção de compostos diversos tais como alimentos, aditivos, bebidas fermentadas, anticorpos, probióticos, fármacos, biocombustíveis, enzimas, vitaminas, entre outros, é amplamente utilizado; contudo, em uma avaliação taxonômica, menos de 10 % das espécies conhecidas é utilizada em escala industrial (Satyaranayana & Kunze, 2009; Kavanagh, 2017). Percebe-se assim, que esses microrganismos possuem ainda um grande potencial inexplorado (Kreger-Va Rij, 1984).

A diversidade de leveduras tem sido prospectada em uma vasta gama de ambientes, incluindo processos fabris, solo, ar, águas marinhas, lagos, animais, plantas, entre outros (Kurtzman, Fell & Boekhout, 2011). Ressalta-se que alguns microrganismos, incluindo o grupo das leveduras, vivem nos tecidos vegetais, fazendo parte de sua microbiota natural e são denominados de endofíticos. Os microrganismos endofíticos estão relacionados à sanidade das plantas promovendo benefícios por meio do estímulo ou inibição da síntese de metabólitos com funções de controle biológico, assegurando, assim, uma relação de simbiose (Corrêa et al., 2014; Martinuz et al., 2015). Contudo, estas relações bioquímicas ainda não estão integralmente elucidadas. Alguns estudos sugerem que diversas propriedades atribuídas às plantas e seus frutos seriam, na realidade, fruto do processo metabólico desses microrganismos endofíticos. Isso explica, em parte, o crescente interesse em pesquisa envolvendo microrganismos endofíticos, bem como nos produtos por eles sintetizados (Doty et al., 2016).

O Brasil é apontado como um dos países com a maior biodiversidade do planeta, dada a sua dimensão continental e a grande variação geomorfológica e climática, possuindo sete biomas com características particulares. Estes atributos se refletem na diversidade microbiana observada no país e justificam porque o Brasil não pode abdicar de sua vocação para o desenvolvimento de novos e variados produtos utilizando a biotecnologia microbiana (Pylro et al., 2014). Vale destacar que um microrganismo de uma mesma espécie, porém isolado de ambientes diferentes, pode apresentar diferenças na sua atividade metabólica, fruto do processo de adaptação a condições ambientais distintas. Por exemplo, algumas cepas de *Sacharomyces cerevisiae* isoladas em países de clima tropical apresentam potencial probiótico, enquanto outras isoladas de países frios, não apresentam este potencial, por não resistirem à temperatura de 37 °C, requisito básico para um microrganismo ser considerado um probiótico (Newbold et al., 1995; Agarwal et al., 2000; Tiago et al., 2009). A percepção da variedade de aplicações de bioprodutos, somada à demanda industrial, justificam o interesse por pesquisa neste campo e, dentre os possíveis produtos de interesse, destacam-se,

nesta revisão, a produção de enzimas microbianas e o uso desses microrganismos como probióticos potenciais. Tais aplicações serão discutidas a seguir.

3. Produção de Enzimas por Leveduras

Os biocatalisadores podem ser obtidos a partir de diversas fontes naturais, como vegetais e animais; no entanto, as fontes microbianas são as mais pesquisadas e requeridas atualmente devido a uma série de vantagens frente as outras fontes, como a maior diversidade metabólica dos microrganismos, a independência da sazonalidade e o menor tempo de desenvolvimento e produção de metabólitos (Ventura-Sobrevilla et al., 2016; Bilal & Iqbal 2019; Cipolatti et al., 2019; Singh, Singh & Pandey, 2019). Os microrganismos mais citados na produção de enzimas são os fungos filamentosos, as bactérias e as leveduras.

As leveduras possuem características importantes para a produção de enzimas em larga escala, visando a aplicação industrial, como a alta taxa de crescimento em ampla variedade de substratos; o reduzido tempo de crescimento e menores ciclos de fermentação em comparação com fungos filamentosos; a alta capacidade de secreção de enzimas extracelulares; a susceptibilidade à manipulação genética para aumentar o rendimento da produção; a possibilidade do uso de meios de cultura de baixo custo no processo fermentativo, assim como a manipulação de substratos e condições de fermentação relacionados à versatilidade metabólica; e por serem frequentes as espécies não patogênicas ou de baixo potencial patogênico (Couto, Neves & Porto, 2008; Farias & Vital, 2008; Żymańczyk-Duda, 2017; Bilal & Iqbal, 2019).

Uma grande diversidade de isoenzimas que catalisam a mesma reação tem sido isoladas a partir de diferentes espécies de leveduras, possibilitando a flexibilidade em suas condições de uso e aplicação. Além disso, tais microrganismos possuem o potencial de produzir enzimas com características diferentes, em razão da manipulação das variáveis do processo de fermentação e daquelas relacionadas à composição do meio de cultura (Gupta et al., 2003; Ventura-Sobrevilla et al., 2016). Entre as enzimas mais descritas, produzidas por leveduras, estão as proteases, celulasas, lipases, celobiases, xilanases, esterases e glicosidases (Brizzio et al., 2007; Landell & Valente, 2009).

3.1 O mercado de enzimas

O mercado global de enzimas industriais tem aumentado significativamente a cada ano. Em 2015, o mercado mundial de enzimas foi de aproximadamente 8,18 bilhões de dólares e projeções tem mostrado um alcance de até 17,50 bilhões de dólares em 2024. Embora as perspectivas sejam promissoras, o mercado de biocatalisadores enzimáticos não é diversificado (Cipolatti et al., 2019). Em 2015, a comercialização de enzimas estava distribuída da seguinte forma: 35 % destinadas às indústrias de fabricação de alimentos e bebidas, incluindo laticínios, panificação, processamento de frutas e vegetais e fabricação de cerveja; 25 % para as indústrias de detergentes, materiais de limpeza e cuidados pessoais; 20 % utilizadas na agricultura e na produção de ração animal; 10 % para o setor de bioenergia e 10 % para aplicações técnicas, indústrias farmacêuticas e outros (Guerrand, 2018).

Este ramo industrial experimentou grande crescimento nos últimos anos devido à demanda global por tecnologias de produção mais limpas e verdes visando à preservação do ambiente. Como uma das resultantes desta realidade, o mercado de enzimas teve um aumento de 4 % durante o ano de 2017, sendo os maiores contribuidores a área de bioenergia e alimentos e bebidas (Novozymes, 2018). Recentes pesquisas demonstram que a indústria de processamento de alimentos é uma das principais consumidoras de enzimas industriais. O mercado mundial de enzimas para alimentos e bebidas estava avaliado em 1.200 milhões de dólares em 2011, 1.355 milhões em 2012 e atingiria 2.306,4 milhões em 2018 (Mehta & Sehgal, 2019). Espera-se que a demanda por enzimas alimentares atinja mais de 2.940 milhões de dólares até 2021.

Considerando a diversidade de aplicações industriais de enzimas como as pectinases e observando os dados econômicos deste mercado, compreende-se a busca crescente por processos que permitam a redução de seus custos de produção. Uma das formas propostas de alcançar este objetivo é através da utilização de substratos de baixo custo para a produção de enzimas microbianas, haja vista que se estima que os substratos sintéticos clássicos possam representar 40% do total de custos em processos fermentativos em geral. Dentre esses substratos alternativos, os resíduos agrícolas apresentam um excelente potencial de utilização, uma vez que além desta iniciativa de contribuir para reduzir os custos desse processo, minimiza o impacto ambiental representado por esses resíduos (Dhillon & Kaur, 2016).

3.2. Pectinases produzidas por leveduras

Pectinases constituem um complexo enzimático capaz de degradar estruturas pécicas e são produzidas naturalmente por vegetais, bactérias e fungos. (Dhillon & Kaur, 2016; Pandey, Negi & Soccol, 2016). Em geral, os fungos são preferidos para produção de pectinases em escala industrial, pois cerca de 90 % das enzimas produzidas por esses microrganismos são extracelulares, resultando em economia de tempo e dinheiro nos processos de recuperação e purificação das enzimas (De Souza et al., 2015). No entanto, as enzimas pectinolíticas obtidas a partir de leveduras tem atraído muita atenção de vários grupos de pesquisa em todo o mundo como uma alternativa às pectinases de outros grupos microbianos (Alimardani-Theuil, Gainvors-Claisse & Duchiron, 2011).

As enzimas pectinolíticas podem ser aplicadas em diversos setores industriais onde a degradação da pectina é desejada e cerca de 25 % das vendas globais de enzimas são atribuídas às pectinases (Kashyap et al., 2000; Kaur, Kumar & Satyanarayana, 2004; Hayle & Kang, 2019). Essas enzimas vêm sendo amplamente utilizadas em várias indústrias, como a do vinho; alimentícia; de papel e celulose; no processamento de vegetais e de ração animal (Garg et al., 2016). As principais aplicações comerciais das pectinases residem no aumento do rendimento, na diminuição da viscosidade e na clarificação de sucos de frutas; no auxílio do processo de vinificação, aumentando a extração e o rendimento do suco de uva facilitando, assim, sua filtração e intensificando o sabor e a cor; no auxílio da extração e na lavagem de fibras vegetais como o algodão; no tratamento de águas residuárias; na extração de óleo vegetal como o óleo de oliva; no aumento da velocidade da fermentação de chá e na remoção da camada mucilaginosa dos grãos de café; no branqueamento da polpa celulósica para produção de papel; na elaboração de ração para ruminantes, aumentando a disponibilidade dos nutrientes; na produção de bebidas alcoólicas e em outros produtos alimentícios de origem vegetal (Tapre & Jain, 2014; Garg et al., 2016; Pandey, Negi & Soccol, 2016; Hayle & Kang, 2019).

As leveduras produtoras de enzimas pectinolíticas produzem biocatalisadores diferentes de acordo com seu perfil genético e com fatores ambientais. Em adição, dependendo dos fatores relacionados ao processo de fermentação, como a temperatura e o pH, e das condições e disponibilidade de substratos, as leveduras podem produzir poligalacturonases, pectina liases, pectinesterases e/ou pectato liases. Gêneros de leveduras como *Kluyveromyces*, *Saccharomyces* e *Cândida* produzem preferencialmente

poligalacturonases, enquanto *Rhodotorula*, produz poligalacturonase e pectinaesterase em maiores quantidades (Blanco et al., 1999; Alimardani-Theuil et al., 2011).

Geramente as poligalactorunases de levedura exibem um pH ótimo entre pH 4 e 5 enquanto a temperatura ótima pode ter uma ampla faixa de variação (Alimardani-Theuil et al., 2011). Portanto, as enzimas pectinolíticas produzidas pelas leveduras apresentam características diversificadas, conforme demonstrado na Tabela 1.

Tabela 1 - Características de algumas enzimas pectinolíticas produzidas por leveduras.

Enzima	Fonte	pH ótimo	T ótima (°C)	Referência
Poligalacturonase	<i>Kluyveromyces marxianus</i>	4,5	55	Serrat et al., 2002
Poligalacturonase	<i>Saccharomyces cerevisiae</i>	4,0	25	Gainvors et al., 2000
Poligalacturonase	<i>Kluyveromyces wickerhamii</i>	4,5	35	Silva et al., 2005
Poligalacturonase	<i>Kluyveromyces marxianus</i>	5,5	35	Silva et al., 2005
Poligalacturonase	<i>Kluyveromyces marxianus</i>	5,5	40	Masoud & Jespersen, 2006
Poligalacturonase	<i>Pichia anomala</i>	5,5	40	Masoud & Jespersen, 2006
Poligalacturonase	<i>Pichia kluyveri</i>	5,5	50	Masoud & Jespersen, 2006
Poligalacturonase	<i>Wickerhamomyces anomalus</i>	4,5	40	Martos et al., 2013
Poligalacturonase	<i>Saccharomyces cerevisiae</i>	4,5	30	Poondla et al., 2015
Poligalacturonase	<i>Saccharomyces paradoxus</i>	5,5	45	Eschstruth & Divol, 2011
Pectina liase	<i>Saccharomyces cerevisiae</i>	6,0	30	Poondla et al., 2015

Fonte: Autores.

4. Leveduras como Probióticos

Além da sua grande participação na produção enzimática, as leveduras dispõem de outras capacidades não tão exploradas, por exemplo, seu potencial probiótico. Microrganismos probióticos são conceituados como “microrganismos vivos que, quando administrados em quantidades adequadas, proporcionam um benefício à saúde do hospedeiro” (FAO/WHO, 2001). Em contraste com a diversidade de bactérias que possuem capacidade probiótica, como cepas de *Lactobacillus* sp., *Bifidobacterium* sp., *Streptococcus* sp. entre outras (Guaner et al., 2012; Alok et al., 2017), comercialmente existem hoje apenas duas cepas de leveduras utilizadas como probiótico em formulações terapêuticas para humanos (*Saccharomyces boulardii*) e animais (*S. cerevisiae*) (Fai et al., 2014). Apesar de sua pequena disponibilidade no mercado, existem relatos de várias outras espécies apresentando esse

potencial, como pode-se observar na Tabela 2. Ao contrário da *S. boulardii*, que já possui evidências clínicas e mecanismo de ação elucidado (Sazawal et al., 2006), são escassos, porém otimistas, os estudos clínicos com cepas de *S. cerevisiae* para utilização como probiótico em humanos (Pineton de Chambrun et al., 2015).

Sob o prisma tecnológico e de saúde, a vantagem de se obter leveduras com efeito probiótico deve-se a sua robustez quando comparadas às bactérias, pois seu tamanho é dez vezes maior, possuindo também uma maior cobertura de adesão celular ao endotélio. Em adição, leveduras costumam ser mais capazes de suportar ambientes adversos como o do estômago e atingir o intestino mantendo sua viabilidade, devido a estrutura celular mais elaborada (Czerucka; Piche; Rampal, 2007). Além, disso, esses microrganismos possuem resistência frente a antibióticos, possibilitando assim a continuidade da administração mesmo em um tratamento de infecção como a antibioticoterapia, por exemplo (Klein et al., 1993). Esta última propriedade é interessante, pois alguns tratamentos associam a administração conjunta de probióticos e antibióticos durante infecções gastrointestinais, o que tende a reduzir a viabilidade dos probióticos administrados. As leveduras ainda exigem menos nutrientes específicos, possuem maior resistência frente ao estresse do meio e apresentam uma grande versatilidade de aplicações industriais (Fai et al., 2014; Pacifico et al., 2014).

Tabela 2 - Potencial aplicação de leveduras como agentes probióticos.

Levedura com potencial probiótico	Isolamento	Referência
<i>Aureobasidium pullulans</i>	Azeitona preta fermentada	Bonatsou et al., 2018
<i>Cryptococcus sp.</i>	Mar vermelho	El-Baz et al., 2018
<i>Debaryomyces hansenii</i>	Intestino de truta-arco-íris (<i>Oncorhynchus mykiss</i>)	Angulo et al., 2019
<i>Hanseniaspora osmophila</i>	Alimentos	Fernández-Pacheco et al., 2019
<i>Issatchenkia terricola</i>	Uva (<i>Vitis sp.</i>)	Prabina et al., 2019
<i>Kluyveromyces lactis</i>	Sedimento hipersalino	Guluarte et al., 2019
<i>Kluyveromyces lactis</i>	Kefir	Gut et al., 2019)
<i>Kluyveromyces marxianus</i>	Kefir	Cho et al., 2018
<i>Metschnikowia sp.</i>	Intestino de pepino do mar	Ma et al., 2019
<i>Pichia kudriavzevii</i>	Romã (<i>Punica granatum</i>)	Prabina et al., 2019
<i>Rhodotorula sp.</i>	Trato respiratório de pepinos do mar	Ma et al., 2019
<i>Saccharomyces cerevisiae</i>	Fermentação natura de azeitonas pretas	Bonatsou et al., 2018
<i>Saccharomyces cerevisiae</i>	Alimento fermentado	Banik et al., 2019
<i>Saccharomyces cerevisiae</i>	Alimentos	Fernández-Pacheco et al., 2019
<i>Saccharomyces cerevisiae</i>	Trato digestivo de pato	Hu et al., 2018
<i>Saccharomyces unisporus</i>	Kefir	Gut et al., 2019
<i>Wickerhamomyces anomalus</i>	Azeite de oliva	Zullo & Ciafardini, 2019

Fonte: Autores.

5. Substratos Alternativos

A literatura aponta que o elevado custo para obtenção de produtos microbianos, tais como enzimas, é uma importante barreira a ser transposta para a expansão dos processos biotecnológicos (Cherry & Fidantsef, 2003; Fang et al., 2009; Brijwani, Oberoi & Vadlani, 2010). A análise econômica de uma instalação para produção de celulases realizada por Klein-Marcuschamer et al. (2012) demonstrou que aproximadamente 50 e 30% dos custos estão associados com manutenção das instalações e com as matérias-primas utilizadas como substrato, respectivamente. Banat et al. (2014) concluíram que é possível reduzir entre 60 a 80 % os custos de produção de biossurfactantes, por diferentes microrganismos, se substratos alternativos, tais como o melaço, forem utilizados como matéria-prima. Esses resultados, entre outros, justificam o contínuo interesse na busca por substratos alternativos para redução de custos de bioprodutos diversos.

Dentre as opções de substratos alternativos destacam-se os vegetais e seus subprodutos, pois estes apresentam uma elevada perda pós-colheita e quando processados geram elevado teor de resíduos (FAO, 2011). A denominação “subproduto agroindustrial” possui um amplo significado e se refere a qualquer material residual proveniente do processamento de produtos agrícolas, que pode ser aproveitado para outra finalidade. Muitas vezes, tais materiais se apresentam como boas fontes nutricionais para serem utilizados na alimentação animal, além de servirem como insumos para a fabricação de outros produtos e para a geração de energia (Forster-Carneiro et al., 2013; Meneghetti & Domingues, 2008).

Os subprodutos agroindustriais geralmente representam um deficit na economia das operações agrícolas, pelo fato de ainda conterem muitas substâncias que podem ser utilizadas, mas que acabam sendo desperdiçadas; e também por provocarem efeitos adversos sobre o meio ambiente no decorrer da sua disposição final (Nogueira et al., 2020; Souza et al., 2020). Os subprodutos agroindustriais incluem, por exemplo, folhas, caules, sementes, palhas, bagaços, cascas, sabugos, farelos, serragens, polpas e águas residuais (Maki, Leung & Qin, 2009). A percepção em relação aos subprodutos agrícolas têm sido reavaliada ao longo dos anos e estes vem, cada vez mais, sendo considerados recursos valiosos. Estes materiais são ricos principalmente em açúcares, fibras e outros materiais hidrolisáveis e fermentáveis, sendo, portanto, passíveis de utilização para a produção de enzimas (Da Silva et al., 2014; De Menezes et al., 2016), oligossacarídeos, bioetanol, biossurfactantes (Fai et al., 2015b; Marti et al., 2015; Jiménez-Peñalver et al., 2019), biopeptídeos (Hafeez et al., 2014; Mechmeche et al., 2017), biopolímeros (Fai et al., 2011; Koutinas et al., 2014), entre outros, como pode ser observado na Tabela 3.

Tabela 3 - Produtos bio sintetizados por leveduras em meios de cultura alternativos.

Substrato Alternativo	Levedura	Tipo de Fermentação	Produto obtido	Referência
Suco de uva branca	<i>Metschnikovia pulcherrima</i>	Líquida	Proteases	Schlender et al., 2017
Suco de uva branca	<i>Wickerhamomyces anomalus</i>	Líquida	Proteases	Schlender et al., 2017
Torta de mostarda	<i>Pichia kluyveri</i>	Sólida	Lipases	Imandi, Karanam, Garapati, 2013
Farelo de trigo e torta de cevada	<i>Candida viswanathii</i>	Sólida	Lipases	De Almeida et al., 2016
Casca e semente de manga	<i>Yarrowia lipolytica</i>	Líquida	Lipases	Pereira, Fontes-Sant'Ana; Amaral, 2019
Casca de uva	<i>Saccharomyces cerevisiae</i>	Líquida	Pectinases	Arevalo-Villena et al., 2009
Casca de batata	<i>Wickerhamomyces anomalus</i>	Líquida	Pectinases	Martos et al., 2013
Casca de laranja e torta de amendoim	<i>Saccharomyces cerevisiae</i>	Líquida	Pectinases	Poondla et al., 2016
Sabugo de milho e casca de laranja	<i>Saccharomyces cerevisiae</i>	Sólida	Pectinases	Ametefe et al., 2017
Bagaço de mandioca	<i>Rhodotorula mucilaginosa</i>	Líquida	Carotenoides	Manimala & Murugesan, 2017
Casca e polpa de café	<i>Rhodotorula mucilaginosa</i>	Líquida	Carotenoides	Moreira et al., 2018
Água de maceração de milho e mesquite	<i>Xanthophyllomyces dendrorhous</i>	Líquida	Carotenoides	Villegas-Méndez et al., 2019

Fonte: Autores.

Tabela 4 - Produtos biossintetizados por leveduras em meios de cultura alternativos (continuação).

Substrato Alternativo	Levedura	Tipo de Fermentação	Produto obtido	Referência
Farelo de arroz, bagaço de cana e melão de cana	<i>Rhodotorula glutinis</i>	Sólida e líquida	Beta-caroteno	Husseiny et al., 2017
Água de maceração de milho, melão de cana e glicerol bruto	<i>Rhodotorula mucilaginosa</i> , <i>Sporidiobolus pararoseus</i> e <i>Pichia fermentans</i>	Líquida	Beta-caroteno	Cipolatti et al., 2019
Água de maceração de milho e água de arroz parboilizado	<i>Phaffia rhodozyma</i>	Líquida	Beta e gama-caroteno	Urnau et al., 2019
Farelo de trigo	<i>Yamadazyma guilliermondii</i> , <i>Yarrowia lipolytica</i> , <i>Xanthophyllomyces dendrorhous</i> e <i>Sporidiobolus salmonicolor</i>	Sólida	Astaxantina	Dursun & Dalgiç, 2016
Resíduos de abacaxi, laranja e romã	<i>Xanthophyllomyces dendrorhous</i>	Líquida	Astaxantina	Korumilli, Mishra & Korukonda, 2020
Pó de folha de banana e torta de amendoim	<i>Saccharomyces cerevisiae</i>	Sólida	Frutoligosacarídeos	Gnaneshwar Goud, Chaitanya, Reddy, 2013
Lactose de soro de leite	<i>Pseudozyma tsukubaensis</i> e <i>Pichia kluyveri</i>	Líquida	Galactoligosacarídeos	Fai et al., 2014

Fonte: Autores.

Exemplo interessante de dois substratos alternativos com possibilidade de uso no Brasil são caqui (*Diospyros kaki*) e casca do maracujá (*Passiflora edulis flavicarpa*). O primeiro é um fruto com uma safra curta e intensa, que desvaloriza o produto, dada a grande oferta, e gera um grande desperdício de frutos (Matheus et al., 2020). Percebe-se assim, a necessidade não só de aprimorar as técnicas de armazenamento e sistema de distribuição pós-colheita do caqui, mas também de desenvolver novas formas de aproveitar melhor este fruto. Considerando a composição química do caqui, em especial seu teor de carboidratos, uma das possíveis aplicações tecnológicas para este fruto é sua utilização como meio de cultura alternativo em processos fermentativos (Matheus et al., 2020).

Em 2017, a Ásia produziu cerca de 5,1 milhões de toneladas, seguida da Europa com 455 mil toneladas e da região das Américas com 181 mil toneladas. É interessante destacar que a América do Sul é a principal responsável pela produção de caqui de todo o continente americano (aproximadamente 99,97%), sendo o Brasil o destaque com 99,56% da produção total das Américas. Em 2017, o rendimento médio da produção brasileira de caqui foi superior a 22 mil quilos por hectare (FAOSTAT, 2019; Matheus et al., 2020).

O número de cultivares de caqui comercializados é bastante diversificado, sendo estas variações percebidas quanto a cor, adstringência, teor de taninos, firmeza da polpa, entre outros. Independente da variedade, os frutos são ricos em amido, pectina, açúcares e apresentam teor alto de vitamina A e baixa acidez (Dondini & Sansavini, 2012; FAOSTAT, 2019). O conteúdo de açúcar do caqui é bastante elevado (12.5 - 19g/100 g), sendo superior ao de outras frutas como maçã, pêsego, pera e laranja (TACO, 2011; Butt et al., 2015). Dentre os açúcares, sacarose e seus monômeros são os mais abundantes (Zheng & Sugiura, 1990; Ittah, 1993; Giordani et al., 2011).

Além da grande quantidade de açúcar simples, o caqui possui um teor apreciável de fibras, entre elas, a pectina (Butt et al., 2015; Matheus et al., 2020). O fato da pectina ser um substrato importante para o estímulo da produção de enzimas pectinolíticas por leveduras (Uenojo & Pastore, 2007; Fontana & Silveira, 2012; Sandei, Fontana & Moura da Silveira, 2015), torna o caqui uma fonte interessante de substrato alternativo na produção desse complexo enzimático. Neste sentido, o caqui também é uma opção viável e economicamente interessante para a produção de biomassa microbiana com aplicações específicas, tais como a obtenção de biomassa de probióticos, devido a sua alta concentração de açúcares solúveis e ácidos orgânicos, agentes essenciais para crescimento de microrganismos, sobretudo leveduras (Lu et al., 2010; Mirabella, Castellani & Sala, 2014; Di Cagno, Filannino & Gobetti, 2016).

Apesar do mercado brasileiro de caqui estar ganhando importância com crescimento na produção de cerca de 13% entre 2007 a 2017 (FAOSTAT, 2019), há obstáculos a serem superados quanto a comercialização e perdas pós-colheita (Matheus et al., 2020). Alguns fatores que contribuem para o desperdício são: falta de informação para o manejo ideal dos frutos, que são altamente perecíveis e perdem rapidamente a firmeza da casca e da polpa, sofrendo danos no armazenamento e transporte, despadronização para a classificação dos frutos, ausência de informações durante comercialização sobre origem, características, classificação, categoria, classe e subgrupo e data de embalagem, safra curta e intensa, desvalorizando o produto, dada a grande oferta. Vale mencionar a importância social deste fruto no país, uma vez que grande parte dessa produção é cultivada por pequenos agricultores, envolvendo membros das famílias e trabalhadores temporários em época de safra (Matheus et al., 2020).

Quanto ao maracujá, o Brasil se destaca como o maior produtor mundial deste fruto (1 milhão de toneladas, com produtividade média de 14 t/ha/ano) e se estima que 30 % desta produção é destinada à indústria para produção de suco, gerando um volume muito alto de

resíduo, dado que a polpa do maracujá constitui 30 % do seu peso total, que é aproveitada para produção de sucos, sendo o restante descartado (Do Nascimento Filho e Franco, 2015; Oliveira et al., 2016). Como este resíduo é rico em fibras, em especial a pectina, e pode ser facilmente convertido em farinha, ele se torna um objeto de estudo interessante para o aproveitamento como um substrato alternativo (Seixas et al., 2014). Almeida et al. (2015) demonstrou o uso da farinha de casca de maracujá para produção de β -glicosidase por *Penicillium verruculosum* e demonstrou que, frente à utilização de substratos tradicionais, a farinha de casca de maracujá teve a capacidade de aumentar em 5,7 vezes a atividade enzimática. Mais especificamente, já há estudos demonstrando a versatilidade tecnológica da farinha de casca de maracujá na produção de enzimas pectinolíticas, sendo os resultados obtidos, em relação à quantidade e atividade enzimática, superior a outros substratos alternativos (Damásio et al., 2011; Jaramillo et al., 2015).

6. Considerações Finais

O emprego de bioprocessos para a obtenção de compostos de valor agregado para a indústria de alimentos, farmacêutica, química, entre outras, pode ser considerado econômica e ambientalmente sustentável, uma vez que utiliza condições brandas, quando comparados com processos químicos clássicos, e podem ter seu custo reduzido ao aproveitar resíduos agroindustriais como substrato base.

Observa-se uma diversa gama de bioprodutos, com uma variedade de aplicações, produzidos a partir do grupo dos ascomicetos, especialmente pelo gênero *Sacharomyces*, provavelmente em virtude de sua interessante plasticidade bioquímica e fisiológica.

Apesar das potencialidades de bioprocessos utilizando leveduras e substratos alternativos, percebe-se a necessidade de esforços em pesquisa para aumentar o rendimento e escalonar esses processos de forma economicamente viável, para contribuir na inserção de bioprodutos como esses no mercado.

Referências

Agarwal, N., Kamra, D. N., Chaudhary, L. C., Sahoo, A. & Pathak, N. N. (2000). Selection of *Saccharomyces cerevisiae* strains for use as a microbial feed additive. *Letters in Applied Microbiology*, 31(4), pp. 270–273. Doi:<https://doi.org/10.1046/j.1472-765x.2000.00826.x>

Alimardani-Theuil, P., Gainvors-Claisse, A. & Duchiron, F. (2011). Yeasts: An attractive source of pectinases—From gene expression to potential applications: A review. *Process Biochemistry*, 46(8), p. 1525–1537. Doi:<https://doi.org/10.1016/j.procbio.2011.05.010>

Almeida, A. F., Dias, K. B., Da Silva, A. N. C., Terrasan, C. R. F., Tauk-Tornisielo, S. M. & Carmona, E. C. (2016). Agroindustrial wastes as alternative for lipase production by *Candida viswanathii* under solid-state cultivation: Purification, biochemical properties, and its potential for poultry fat hydrolysis. *Enzyme Research*, (2016).

Doi:<http://dx.doi.org/10.1155/2016/1353497>

Almeida, J. M., Lima, V. A., Giloni-Lima, P. C. & Knob, A. (2015). Passion fruit peel as novel substrate for enhanced β -glucosidases production by *Penicillium verruculosum*: Potential of the crude extract for biomass hydrolysis. *Biomass and Bioenergy*, 72, pp. 216–226. Doi:<http://dx.doi.org/10.1016/j.biombioe.2014.11.002>

Alok, A., Singh, I. D., Singh, S., Kishore, M., Jha, P. C. & Iqbal, M. A. (2017). Probiotics: A new era of biotherapy. *Advanced biomedical research*, 6(31). Doi: 10.4103/2277-9175.192625

Ametefe, G. D., Dzugbefia, V. P., Kwatia, C. A. F. (2017). Optimal conditions for pectinase production by *Saccharomyces cerevisiae* (ATCC 52712) in solid state fermentation and its efficacy in orange juice extraction. *IOSR Journal of Biotechnology and Biochemistry (IOSR-JBB)*, 3(6), pp. 78-86. Doi: 10.9790/264X-03067886

Amorim, J. C., Piccoli, R. H. & Duarte, W. F. (2018). Probiotic potential of yeasts isolated from pineapple and their use in the elaboration of potentially functional fermented beverages. *Food Research International*, 107, pp. 518–527.

Doi:<https://doi.org/10.1016/j.foodres.2018.02.054>

Angulo, M., Reyes-Becerril, M., Cepeda-Palacios, R., Tovar-Ramírez, D., Esteban, M. A. & Angulo, M. (2019). Probiotic effects of marine *Debaryomyces hansenii* CBS 8339 on innate immune and antioxidant parameters in newborn goats. *Applied Microbiology and Biotechnology*, 103(5), pp. 2339–2352. Doi:<http://link.springer.com/10.1007/s00253-019-09621-5>

Araujo, H. W. C. D., Fukushima, K. & Takaki, G. M. C. (2010). Prodigiosin production by *Serratia marcescens* UCP 1549 using renewable-resources as a low cost substrate. *Molecules*, 15(10), pp. 6931–6940. Doi:10.3390/molecules15106931

Arevalo-Villena, M., Fernández, M., López, J., & Briones, A. (2009). Pectinases yeast production using grape skin as carbon source. *New Biotechnology*, 25, S70–S71.
Doi:10.1016/j.nbt.2009.06.312

Banat, I. M., Satpute, S. K., Cameotra, S. S., Patil, R. & Nyayanit, N. V. (2014). Cost effective technologies and renewable substrates for biosurfactants' production. *Frontiers in Microbiology*, 5. Doi:10.3389/fmicb.2014.00697

Banik, A., Mondal, J., Rakshit, S., Ghosh, K., Sha, S. P., Halder, S. K., Ghosh, C. & Mondal, K. C. (2019). Amelioration of cold-induced gastric injury by a yeast probiotic isolated from traditional fermented foods. *Journal of Functional Foods*, 59, pp. 164–173.
Doi:<https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S1756464619303020>

Bicas, J. L.; Maróstica Jr & M. R.; Pastore, G. M. (Eds). (2016). *Biotechnological Production of Natural Ingredients for Food Industry*. Bentham Science Publishers.

Bilal, M. & Iqbal, H. M. N. (2019). State-of-the-art strategies and applied perspectives of enzyme biocatalysis in food sector — current status and future trends. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition* 18, pp. 1-15. Doi:<https://doi.org/10.1080/10408398.2019.1627284>

Binod, P., Palkhiwala, P. & Pandey, A. (2013). Industrial enzymes - Present status and future perspectives for India. *Journal of Scientific and Industrial Research*, 72(5), pp. 271–286.

Blanco, P., Sieiro, C. & Villa, T.G. (1999). Production of pectic enzymes in yeasts- MiniReview. *FEMS Microbiology Letters*, 175(1), p. 1-9. Doi:<https://doi.org/10.1111/j.1574-6968.1999.tb13595.x>

Blum, J., Hoffmann, F. B., Ayub, R. A. & Jung, D. L., Malgarim, M. B. (2008). Uso de cera

na conservação pós-colheita do caqui cv. Giombo. *Revista Brasileira de Fruticultura*, 30(3), pp. 830–833. Doi:<https://doi.org/10.1590/S0100-29452008000300046>

Bonatsou, S., Karamouza, M., Zoumpopoulou, G., Mavrogonatou, E., Kletsas, D., Papadimitriou, K., Tsakalidou, E., Nychas, G. E. & Panagou, E. Z. (2018). Evaluating the probiotic potential and technological characteristics of yeasts implicated in cv. Kalamata natural black olive fermentation. *International Journal of Food Microbiology*, 271, pp. 48–59. Doi:<https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0168160518300692>

Brijwani, K., Oberoi, H. S. & Vadlani, P. V. (2010). Production of a cellulolytic enzyme system in mixed-culture solid-state fermentation of soybean hulls supplemented with wheat bran. *Process Biochemistry*, 45(1), pp. 120–128. Doi:<https://doi.org/10.1016/j.procbio.2009.08.015>

Butt, M. S., Sultan, M. T., Aziz, M., Naz, A., Ahmed, W., Kumar, N. & Imran, M. (2015). Persimmon (*Diospyros kaki*) fruit: hidden phytochemicals and health claims. *EXCLI Journal*, 14, pp. 542–561, Doi:<http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/27047315>

Cherry, J. R. & Fidantsef, A. L. (2003). Directed evolution of industrial enzymes: An update. *Current Opinion in Biotechnology*, 14(4), pp. 438–443. Doi: 10.1016/s0958-1669(03)00099-5

Cho, Y.-J., Kim, D.-H., Jeong, D., Seo, K.-H., Jeong, H. S., Lee, H. G. & Kim, H. (2018). Characterization of yeasts isolated from kefir as a probiotic and its synergic interaction with the wine byproduct grape seed flour/extract. *LWT*, 90, pp. 535–539, Doi:<https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0023643818300100>>.

Cipolatti, E. P., Pinto, M. C. C., Henriques, R. O., Pinto, J. C. C. S., De Castro, A. M., Freire, D. M. G. & Manoel, E. A. (2019). Enzymes in Green Chemistry: The State of the Art in Chemical Transformations. Singh, R. S., Singhanian, R. R., Oandey, A. & Larroche, C. (Eds.), *Advances in Enzyme Technology* (pp. 137-151). Elsevier.

Cipolatti, E. P., Remedi, R. D., Sá, C. S., Rodrigues, A. B., Ramosa, J. M. G. & Burkert, C. A. V., Furlong, E. B., Burkert, J. F. M. (2019). Use of agroindustrial byproducts as substrate

for production of carotenoids with antioxidant potential by wild yeasts. *Biocatalysis and Agricultural Biotechnology*, 20. Doi:<https://doi.org/10.1016/j.bcab.2019.101208>

Corrêa, R. C. G., Rhoden, S. A., Mota, T. R., Azevedo, J. L., Pamphile, J. A., De Souza, C. G., Polizeli, M. De L., Bracht, A. & Peralte, R. M. (2014). Endophytic fungi: expanding the arsenal of industrial enzyme producers. *Journal of Industrial Microbiology and Biotechnology*, 41(10), pp. 1467–1478. Doi:[10.1007/s10295-014-1496-2](https://doi.org/10.1007/s10295-014-1496-2)

Czerucka, D., Piche, T. & Rampal, P. (2007). Review article: Yeast as probiotics-*Saccharomyces boulardii*. *Alimentary Pharmacology and Therapeutics*, 26(6), pp. 767–778. Doi:<https://doi.org/10.1111/j.1365-2036.2007.03442.x>

Da Silva, C. R., Sila, M. L. C., Kamida, H. M., Goes-Neto, A. & Koblitz, M. G. B. (2014). Lytic enzyme production optimization using low-cost substrates and its application in the clarification of xanthan gum culture broth. *Food Science & Nutrition*, 2(4), pp. 299–307. Doi:[10.1002/fsn3.87](https://doi.org/10.1002/fsn3.87)

Damásio, A. R. L., Maller, A., Da Silva, T. M., Jorge, J. A., Terenzi, H. F. & Polizeli, M. T. L. M. (2011). Biotechnological potential of alternative carbon sources for production of pectinases by *Rhizopus microsporus* var. *rhizopodiformis*. *Brazilian Archives of Biology and Technology*, 54(1), pp. 141–148. Doi:<https://doi.org/10.1590/S1516-89132011000100019>

De Menezes, T. A., Bispo, A. S., Koblitz, M. G. B., Vandenberghe, L. P., Kamida, H. M. & Goes-Neto, A. (2016). Production of basidiomata and ligninolytic enzymes by the lingzhi or reishi medicinal mushroom, *Ganoderma lucidum* (agaricomycetes), in licuri (*Syagrus coronata*) wastes in Brazil. *International Journal of Medicinal Mushrooms*, 18(12), pp. 1141–1149. Doi:[10.1615/IntJMedMushrooms.v18.i12.90](https://doi.org/10.1615/IntJMedMushrooms.v18.i12.90)

De Souza, P. M., Bittencourt, M. L. S., Caprara, C. C., De Almeida, R. P. C., Silveira, D., Fonseca, Y. M., Filho, E. X. F., Júnior, A. P. & Magalhães, P. O. (2015). A biotechnology perspective of fungal proteases. *Brazilian Journal of Microbiology*, 46(2), pp. 337–346. Doi:<https://doi.org/10.1590/S1517-838246220140359>

Dhillon, G. S. & Kaur, S. (Eds.). (2016). Agro-industrial wastes as feedstock for enzyme

production: apply and exploit the emerging and valuable use options of waste biomass. Academic Press.

Di Cagno, R., Filannino, P. & Gobbetti, M. (Eds.). (2016). *Novel Fermented Fruit and Vegetable-Based Products*. Springer, Cham.

Do Nascimento Filho, W. B. & Franco, C. R. (2015). Potential assessment of waste produced through the agro-industrial processing in Brazil. *Revista Virtual de Quimica*, 7(6), pp. 1968–1987. Doi:10.5935/1984-6835.20150116

Dondini, L. & Sansavini, S. (Eds.). (2020). *Handbook of plant breeding*. Springer.

Doty, S. L., Stale, J. T., Su, M., Vajzovic, A., Bura, R., Redman, R. & Khan, Z. (2016). Endophytic yeast strains, methods for ethanol and xylitol production, methods for biological nitrogen fixation, and a genetic source for improvement of industrial strains. WO2010105226A2.

Dursun, D. & Dalgıç, A. C. (2016). Optimization of astaxanthin pigment bioprocessing by four different yeast species using wheat wastes. *Biocatalysis and Agricultural Biotechnology*, 7, pp. 1–6. Doi:<http://dx.doi.org/10.1016/j.bcab.2016.04.006>

EL-BAZ, A. F., El-Enshasy, H. A., Shetaia, Y. M., Mahrous, H., Othman, N. Z., Yousef & A. E. (2018). Semi-industrial scale production of a new yeast with probiotic traits, *Cryptococcus* sp. YMHS, isolated from the red sea. *Probiotics and Antimicrobial Proteins*, 10(1), pp. 77–88. Doi:<http://link.springer.com/10.1007/s12602-017-9291-9>

Eschstruth, A. & Divol, B. (2011). Comparative characterization of endopolygalacturonase (Pgu1) from *Saccharomyces cerevisiae* and *Saccharomyces paradoxus* under winemaking conditions. *Applied Microbiology and Biotechnology*, 91(3):623-34. Doi:10.1007/s00253-011-3238-y

FAI, A. E. C., Da Silva, J. B., De Andrade, C. J., Bution, M. L. & Pastore, G. M. (2014). Production of prebiotic galactooligosaccharides from lactose by *Pseudozyma tsukubaensis* and *Pichia kluyveri*. *Biocatalysis and Agricultural Biotechnology*, 3(4), pp. 343–350.

Doi:<http://dx.doi.org/10.1016/j.bcab.2014.04.005>

Fai, A. E. C., Simiqueli, A. P. S., Ghiselli, G. & Pastores, G. M. (2015a). Sequential optimization approach for prebiotic galactooligosaccharides synthesis by *Pseudozyma tsukubaensis* and *Pichia kluyveri*. *LWT - Food Science and Technology*, 63(2), pp. 1214–1219. Doi:<https://doi.org/10.1016/j.lwt.2015.04.064>

Fai, A. E. C., Simiqueli, A. P. S., De Andrade, C. J., Ghiselli, G. & Pastore, G. M. (2015b). Optimized production of biosurfactant from *Pseudozyma tsukubaensis* using cassava wastewater and consecutive production of galactooligosaccharides: An integrated process. *Biocatalysis and Agricultural Biotechnology*, 4(4), pp. 535–542. Doi:<http://dx.doi.org/10.1016/j.bcab.2015.10.001>

Fai, A. E. C., Stamford, T. C., Stamford-Arnaud, T. M., Santa-Cruz, P. D., Da Silva, M. C., Campos-Takaki, G. M. & Stamford, T. L. (2011). Physico-chemical characteristics and functional properties of chitin and chitosan produced by *Mucor circinelloides* using yam bean as substrate. *Molecules*, 6(8), pp. 7143–7154. Doi:10.3390/molecules16087143

Fang, X., Yano, S., Inoue, H. & Sawayama, S. (2009). Strain improvement of *Acremonium cellulolyticus* for cellulase production by mutation. *Journal of Bioscience and Bioengineering*, 107(3), pp. 256–261. Doi:<http://dx.doi.org/10.1016/j.jbiosc.2008.11.022>

FAOSTAT/FAO –(2019). Food and Agriculture Organization, FAO 2019. (2019). Acessado em 6 de Janeiro, em <http://www.fao.org/faostat/en/#data/QC/visualize>

FAO- (1997). Food and Agriculture Organization of the United Nations- FAOSTAT Statistical Database Rome FAO 1997. (1997). Acessado em 6 de Abril, em <https://search.library.wisc.edu/catalog/999890171702121>

FAO- (2011). Food and Agriculture Organization of the United Nations. Food Loss and Food Waste: Causes and Solutions. Food Loss and Food Waste: Causes and Solutions, p. 1–29. (2011). Acessado em 6 de Abril, em <https://www.elgaronline.com/view/9781788975384/9781788975384.xml>

FAO/WHO – (2001). Food and Agriculture Organization of the United Nations / World Health Organization. (2001). Evaluation of Health and Nutritional Properties of Probiotics in Food Including Powder Milk with Live Lactic Acid Bacteria. Córdoba, p. 1-34. Acessado em 6 de Abril, em ftp://ftp.fao.org/es/esn/food/probioreport_en.pdf

Fernández-Pacheco, P., Cueva, C., Arévalo-Villena, M., Moreno-Arribas, M. V. & Briones Pérez, A. (2019). *Saccharomyces cerevisiae* and *Hanseniaspora osmophila* strains as yeast active cultures for potential probiotic applications. *Food & Function*, 10(8), pp. 4924–4931. Doi:<http://xlink.rsc.org/?DOI=C9FO00732F>

Fontana, R. C. & Silveira, M. M. (2012). Influence of pectin, glucose, and ph on the production of endo- and exopolygalacturonase by *Aspergillus oryzae* in liquid medium. *Brazilian Journal of Chemical Engineering*, 29(4), pp. 683–690. Doi:<https://doi.org/10.1590/S0104-66322012000400001>

Forster-Carbeiro, T., Berni, M. D., Dorileo, I. L. & Rostagno, M. A.(2013). Biorefinery study of availability of agriculture residues and wastes for integrated biorefineries in Brazil. *Resources, Conservation and Recycling*, 77, pp. 78-88. Doi:<https://doi.org/10.1016/j.resconrec.2013.05.007>

Gainvors, A., Nedjaoum, N., Gognies, S., Muzart, M., Nedjma, M. & Belarbi, A. (2000). Purification and characterization of acidic endo-polygalacturonase encoded by the PGL1-1 gene from *Saccharomyces cerevisiae*. *FEMS Microbiology Letters*, 183(1), pp. 131-135. Doi:<https://doi.org/10.1111/j.1574-6968.2000.tb08946.x>

Garg, G., Singh, A., Kaur, A., Singh, R., Kaur, J. & Mahajan, R. (2016). Microbial pectinases: an ecofriendly tool of nature for industries. *3 Biotech*, 6(1), pp.47. Doi:[10.1007/s13205-016-0371-4](https://doi.org/10.1007/s13205-016-0371-4)

Giordani, E., Doumet, S., Nin, S. & Del Bubba, M. (2011). Selected primary and secondary metabolites in fresh persimmon (*Diospyros kaki* Thunb.): A review of analytical methods and current knowledge of fruit composition and health benefits. *Food Research International*, 44(7), pp. 1752–1767. Doi:<http://dx.doi.org/10.1016/j.foodres.2011.01.036>

Gnaneshwar Goud, K.; Chaitanya, K. & Reddy, G. (2013). Enhanced production of β -d-fructofuranosidase by *Saccharomyces cerevisiae* using agro-industrial wastes as substrates. *Biocatalysis and Agricultural Biotechnology*, 2(4), pp. 385–392.

Doi:<http://dx.doi.org/10.1016/j.bcab.2013.08.001>

Guarner, F., Sanders, M. E., Eliakim, R., Fedorak, R., Gangl, A., Garisch, J., Kaufmann, P., Karakan, T., Khan, A. G., Kim, N., De Paula, J. A., Ramakrishna, B., Shanahan, F., Thomson, A. & Mair, A. L. (2011). World gastroenterology organisation global guidelines: Probiotics and prebiotics october 2011. *Journal of Clinical Gastroenterology*, 46(6), pp. 468–481.

Guerrand, D. (2018). Economics of food and feed enzymes: Status and prospectives. (2018). Nunes, C. S. & Kumar, V. (Eds.), *Enzymes in Human and Animal Nutrition* (pp. 487-514). Academic Press.

Guluarte, C., Reyes-Becerril, M., Gonzalez-Silvera, D., Cuesta, A., Angulo, C. & Esteban, N. A. (2019). Probiotic properties and fatty acid composition of the yeast *Kluyveromyces lactis* M3. In vivo immunomodulatory activities in gilthead seabream (*Sparus aurata*). *Fish & Shellfish Immunology*, 94, pp. 389–397.

Doi:<https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S1050464819309088>>.

Gupta, R., Gigras, P., Mohapatra, H., Goswami, V. K. Chauhan & B. (2003). Microbial α -amylases: a biotechnological perspective. *Process Biochemistry*. 38(11), p. 1599-1616.

Doi:10.1016/S0032-9592(03)00053-0

Gupta, V. K., Sharma, G. D., Tuohy, M. G., Gaur, R. (Eds.). (2016). The handbook of microbial bioresources. CABI.

Gut, A. M., Vasiljevic, T., Yeager, T. & Donkor, O. N. (2019). Characterization of yeasts isolated from traditional kefir grains for potential probiotic properties. *Journal of Functional Foods*, 58. Doi:<https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S1756464619302300>

Hafeez, Z., Cakir-Kiefer, C., Roux, E., Perrin, C., Miclo, L. & Dary-Mouroto, A. (2014). Strategies of producing bioactive peptides from milk proteins to functionalize fermented milk products. *Food Research Internationa*. 63, pp. 71–80. Doi:<http://dx.doi.org/10.1016/j.foodres>.

2014.06.002

Haile, M. & Kang, W. H.. (2019) Isolation, identification, and characterization of pectinolytic yeasts for starter culture in coffee fermentation. *Microorganisms*, 7 (10), pp. 401.

Doi:10.3390/microorganisms7100401

Hu, X. Q., Liu, Q., Hu, J. P., Zhou, J. J., Zhang, X., Peng, S. Y., Peng, L. J., Wang, X. D. (2018). Identification and characterization of probiotic yeast isolated from digestive tract of ducks. *Poultry Science*, 97(8), pp. 2902–2908. Doi:<https://academic.oup.com/ps/article/97/8/2902/4995765>

Husseiny, S. M., Abdelhafez, A. A., Ali, A. A.-A. & Sand, H. M. (2017). Optimization of b-carotene production from *Rhodotorula glutinis* ATCC 4054 growing on agro-industrial substrate using Plackett–Burman design. Proceedings of the National Academy of Sciences, India Section B: Biological Sciences, pp. 1637-1646. Doi:10.1007/s40011-017-0908-2

Imandi, S. B., Karanam, S. K., Garapati, H. R. (2013). Use of Plackett-Burman design for rapid screening of nitrogen and carbon sources for the production of lipase in solid state fermentation by *Yarrowia lipolytica* from mustard oil cake (*Brassica napus*). Brazilian Journal of Microbiology, 921, pp. 915–921, 2013.

Ittah, Y. (1993) Sugar content changes in persimmon fruits (*Diospyros kaki* L.) during artificial ripening with CO₂: a possible connection to destringency mechanisms. *Food Chemistry*, 48(1), pp. 25–29. Doi:[https://doi.org/10.1016/0308-8146\(93\)90216-3](https://doi.org/10.1016/0308-8146(93)90216-3)

Jaramillo, P. M. D., Andreus, J., Neto, G. P. S., Castro, C. F. S. Filho, E. X. F. (2015). The characterization of a pectin-degrading enzyme from *Aspergillus oryzae* grown on passion fruit peel as the carbon source and the evaluation of its potential for industrial applications.

Biocatalysis and Biotransformation, 33(5–6), pp. 310–322. Doi: <https://doi.org/10.3109/10242422.2016.1168817>

Jiménez-Peñalver, P., Koh, A., Gross, R., Gea, T. & Font, X. (2019). Biosurfactants from waste : Structures and interfacial properties of *Sophorolipids* produced from a residual oil cake. Doi:<https://doi.org/10.1002/jsde.12366>

- Kashyap, D. R., Chandra, S. & Tewari, R. (2000). Production, purification and characterization of pectinase from a *Bacillus* sp. DT7. *World Journal of Microbiology and Biotechnology*, 16(3), pp. 277–282. Doi:<https://doi.org/10.1023/A:1008902107929>
- Kaur, G., Kumar, S. & Satyanarayana, T. (2004). Production, characterization and application of a thermostable polygalacturonase of a thermophilic mould *Sporotrichum thermophile* Apinis. *Bioresource Technology*, 94(3), pp. 239–243. Doi:10.1016/j.biortech.2003.05.003
- Kavanagh, K. (Ed.) (2017). *Fungi: biology and applications*. John Wiley & Sons.
- Klein-Marcuschamer, D., Oleskowicz-Popiel, P., Simmons, B. A. & Blanch, H. W. (2012). The challenge of enzyme cost in the production of lignocellulosic biofuels. *Biotechnology and Bioengineering*, 109(4), pp. 1083–1087. Doi:<https://doi.org/10.1002/bit.24370>
- Klein, S. M., Elmer, G. W., McFarland, L. V., Surawicz, C. M. & Levy, R. H. (1993). Recovery and Elimination of the Biotherapeutic Agent, *Saccharomyces boulardii*, in Healthy Human Volunteers. *Pharmaceutical Research: An Official Journal of the American Association of Pharmaceutical Scientists*, 10(11), pp. 1615-1629. Doi: 10.1023/a:1018924820333
- Korumilli, T., Mishra, S. & Korukonda, J. R. (2020). Production of astaxanthin by *Xanthophyllomyces dendrorhous* on fruit waste extract and optimization of key parameters using Taguchi method. *Journal of Biochemistry and Technology*, 11(1): pp. 25-31.
- Koutinas, A. A., Vlysidis, A., Pleissner, D., Kopsahelis, N., Garcia, I. L., Kookos, I. K., Papanikolaou, S., Kwan, T. H. & Lin, C. S. K. (2014). Valorization of industrial waste and by-product streams via fermentation for the production of chemicals and biopolymers. *Chemical Society Reviews*, 43(8), pp. 2587–2627. Doi:10.1039/c3cs60293a
- Kreger-VanN Rij, N. J. W. (Ed.). (1984). *The yeasts: a taxonomic study*. Elsevier.
- Kurtzman, C., Fell, J. W. & Boekhout, T. (Eds.). (2011). *The yeasts: a taxonomic study*. Elsevier.

Lu, Z., He, F., Shi, Y., Lu, M. & Yu, L. (2009). Fermentative production of L(+)-lactic acid using hydrolyzed acorn starch, persimmon juice and wheat bran hydrolysate as nutrients. *Bioresource Technology*, 101(10), pp. 3642–3648. Doi:<http://dx.doi.org/10.1016/j.biortech.2009.12.119>

Ma, Y.-X., Li, L.Y., Li, M., Chen, W., Bao, P.-Y., Yu, Z.-C. & Chang, Y.-Q. (2019). Effects of dietary probiotic yeast on growth parameters in juvenile sea cucumber, *Apostichopus japonicus*. *Aquaculture*, 499, pp. 203–211. Doi:<https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0044848618308780>>.

Maki, M. L., Broere, M., Leung, K. T. & Qin, W. (2011). Characterization of some efficient cellulase producing bacteria isolated from paper mill sludges and organic fertilizers. *International Journal of Biochemistry and Molecular Biology*, 2(2), pp. 146-154.

Manimala, M. R. A. & Murugesan, R. (2017). Studies on carotenoid pigment production by yeast *Rhodotorula mucilaginosa* using cheap materials of agro-industrial origin. *The Pharma Innovation Journal*, 6(1): 80-82.

Marti, M. E., Colonna, W. J., Reznik, G., Pynn, M., Jarrell, K., Lamsal, B. & Glatz, C. E.. Production of fatty-acyl-glutamate biosurfactant by *Bacillus subtilis* on soybean co-products. (2015). *Biochemical Engineering Journal*, 95, pp. 48–55, 2015. Doi:<http://dx.doi.org/10.1016/j.bej.2014.11.011>

Martinuz, A., Zewdu, G., Ludwig, N., Grundler, F. M. W., Sikora, R. A. & Schouten, A. (2015). The application of *Arabidopsis thaliana* in studying tripartite interactions among plants, beneficial fungal endophytes and biotrophic plant-parasitic nematodes. *Planta*, 241(4), pp. 1015–1025. Doi:[10.1007/s00425-014-2237-5](https://doi.org/10.1007/s00425-014-2237-5)

Martos, M.A., Zubreski, E.R., Garro, O.A. & Hours, R.A. (2013). Production of pectinolytic enzymes by the yeast *Wickerhamomyces anomalus* isolated from citrus fruits peels. *Biotechnol Research International*, 2013. Doi:<https://doi.org/10.1155/2013/435154>

Matheus, J.R.V., Andrade, C.J., Miyahira, R.F., Fai, A.E.C. (2020). Persimmon (*Diospyros kaki* L.): Chemical Properties, Bioactive Compounds and Potential Use in the Development of

New Products – A Review, Food Reviews International, 2020. Doi:10.1080/87559129.2020.1733597

Mechmeche, M., Kachouri, F., Ksontini, H. & Hamdi, M. (2017). Production of bioactive peptides from tomato seed isolate by *Lactobacillus plantarum* fermentation and enhancement of antioxidant activity. *Food Biotechnology*, 31(2), pp. 94–113, 2017. Doi:<https://doi.org/10.1080/08905436.2017.1302888>

Mehta, P. K. & Sehgal, S. (Eds.). (2019). *Microbial Enzymes in Food Processing*. Springer, Cham

Meneghetti, C. C. & Domingues, J. L. (2008). Características nutricionais e uso de subprodutos da agroindústria na alimentação de bovinos. *Revista Eletrônica Nutrime*, 5(2), pp. 512-536.

Mirabella, N.; Castellani, V. & Sala, S. (2014). Current options for the valorization of food manufacturing waste: A review. *Journal of Cleaner Production*, 65, pp. 28–41. Doi:<http://dx.doi.org/10.1016/j.jclepro.2013.10.051>

Moharib, S. A., El-Sayed, S. T. & Jwanny, E. W. (2000). Evaluation of enzymes produced from yeast. *Nahrung*, 44(1), pp. 47–51. Doi:10.1002/(SICI)1521-3803(20000101)44:1<47::AID-FOOD47>3.0.CO;2-K

Moharib, S. A., El-Sayed, S. T., & Jwanny, E. W. (2000). Evaluation of enzymes produced from yeast. *Nahrung*, 44(1), pp. 47–51. Doi:10.1002/(sici)1521-3803(20000101)44:1<47::aid-food47>3.0.co;2-k

Moreira, M. D., Melo, M. M., Coimbra, J. M., Dos Reis, K. C., Schwan, R. F. & Silva, C. F. (2018). Solid coffee waste as alternative to produce carotenoids with antioxidant and antimicrobial activities. *Waste Management*, 82, pp. 93–99. Doi:<https://doi.org/10.1016/j.wasman.2018.10.017>

Newbold, C. J., Wallace, R. J., Chen, X. B. & McIntosh, F. M. (1995). Different strains of *Saccharomyces cerevisiae* differ in their effects on ruminal bacterial numbers in vitro and in

sheep. *Journal of animal science*, 73(6), p. 1811–1818. Doi:10.2527/1995.7361811x

Nogueira, T. B. G., a Silva, T. P. M., de Araújo Luiz, D., de Andrade, C. J., de Andrade, L. M., Ferreira, M. S. L., & Fai, A. E. C. (2020). Fruits and vegetable-processing waste: a case study in two markets at Rio de Janeiro, RJ, Brazil. *Environmental Science and Pollution Research*. Doi:10.1007/s11356-020-08244-y

NOVOZYMES. The Novozymes Report 2014. (2014). Acessado em 6 de Abril, em https://s21.q4cdn.com/655485906/files/doc_financials/annual_english/NovozymesReport2014.pdf

NOVOZYMES. The Novozymes Report 2018. (2018). Acessado em 6 de Abril, em <https://report2018.novozymes.com>

Oliveira, D. A., Angonese, M., Gomes, C. & Ferreira, S. S. (2016). Valorization of passion fruit (*Passiflora edulis* sp.) by-products: Sustainable recovery and biological activities. *Journal of Supercritical Fluids*, 111, pp. 55–62. Doi:<http://dx.doi.org/10.1016/j.supflu.2016.01.010>

Pacifico, L., Farahmand, F., Najafi, M. & Shoaran, M. (2014). Probiotics for the treatment of *Helicobacter pylori* infection in children. *World Journal of Gastroenterology*, 20(3), pp. 673–683. Doi:10.3748/wjg.v20.i3.673

Pandey, A., Negi, S. & Soccol, C. R. (Eds.). (2016). Current developments in biotechnology and bioengineering: production, isolation and purification of industrial products. Elsevier.
Paulino, B. N., Pessôa, M. G., Molina, G., Kaupert Neto, A. A., Oliveira, J. V. C., Mano, M. C. R. & Pastore, G. M. (2017). Biotechnological production of value-added compounds by ustilaginomycetous yeasts. *Applied Microbiology and Biotechnology*, 101(21), pp. 7789–7809. Doi:10.1007/s00253-017-8516-x

Pereira, A. S., Fontes-Sant’Ana, G. C. & Amaral, P. F. F. (2019). Mango agro-industrial wastes for lipase production from *Yarrowia lipolytica* and the potential of the fermented solid as a biocatalyst. *Food and Bioproducts Processing*, 115, pp. 68–77. Doi:<https://doi.org/10.1016/j.fbp.2019.02.002>

Pineton de Chambrun, G., Neut, C., Chau, A., Cazaubiel, M., Pelerin, F., Justen, P. & Desreumaux, P. (2015). A randomized clinical trial of *Saccharomyces cerevisiae* versus placebo in the irritable bowel syndrome. *Digestive and Liver Disease*, 47(2), pp. 119–124.,
Doi:<http://dx.doi.org/10.1016/j.dld.2014.11.007>

Poondla, V., Bandikari, R., Subramanyam, R., & Reddy Obulam, V. S. (2015). Low temperature active pectinases production by *Saccharomyces cerevisiae* isolate and their characterization. *Biocatalysis and Agricultural Biotechnology*, 4(1), pp. 70–76.
Doi:[10.1016/j.bcab.2014.09.008](http://dx.doi.org/10.1016/j.bcab.2014.09.008)

Poondla, V., Yannam, S. K., Gummadi, S. N., Subramanyam, R. & Reddy Obulam, V. S. (2016). Enhanced production of pectinase by *Saccharomyces cerevisiae* isolate using fruit and agro-industrial wastes: Its application in fruit and fiber processing. *Biocatalysis and Agricultural Biotechnology*, 6, 40–50. Doi:[10.1016/j.bcab.2016.02.007](http://dx.doi.org/10.1016/j.bcab.2016.02.007)

Prabina, B. J., Kumutha, K., Anandham, R. & Durga, P. (2019). Isolation and characterization of multifunctional yeast as plant probiotics for better crop nutrition in pulses. *International Journal of Current Microbiology and Applied Sciences*, 8(1), pp. 2711–2718.
Doi:<https://www.ijcmas.com/abstractview.php?ID=11673&vol=8-1-2019&SNo=286>

Pylro, V. S., Roesch, L. F. W., Ortega, J. M., Do Amaral, A. M., Tótola, M. R., Hirsch, P. R., Rosado, A. S., Góes-Neto, A., da Silva, A. L. C., Rosa, C. A., Morais, D. K., Andreote, F. D., Duarte, G. F., de Melo, I. S., Seldin, S., Lambais, M. R., Hungria, M., Peixoto, R. S., Kruger, R. H., Tsai & S. M., Azevedo, V. (2014). Brazilian Microbiome Project: Revealing the Unexplored Microbial Diversity-Challenges and Prospects. *Microbial Ecology*, 67(2), pp. 237–241. Doi:[10.1007/s00248-013-0302-4](http://dx.doi.org/10.1007/s00248-013-0302-4)

Sandri, I. G., Fontana, R. C. & Moura da Silveira, M. (2015). Influence of pH and temperature on the production of polygalacturonases by *Aspergillus fumigatus*. *LWT - Food Science and Technology*, 61(2), pp. 430–436. Doi:<http://dx.doi.org/10.1016/j.lwt.2014.12.004>.

Satyanarayana, T. & Kunze, G. (Eds.). (2009). Yeast biotechnology: diversity and

applications. Springer.

Sazawal, S., Hiremath, G., Dhingra, U., Malik, P., Deb, S. & Black, R. E. (2006). Efficacy of probiotics in prevention of acute diarrhoea: a meta-analysis of masked, randomised, placebo-controlled trials. *Lancet Infectious Diseases*, 6(6), pp. 374–382. Doi:10.1016/S1473-3099(06)70495-9

Schlender, M., Distler, U., Tenzer, S., Thines, E. & Claus, H. (2017). Purification and properties of yeast proteases secreted by *Wickerhamomyces anomalus* 227 and *Metschnikovia pulcherrima* 446 during growth in a white grape juice. *Fermentation*, 3(1).

Doi:<https://doi.org/10.3390/fermentation3010002>

Seixas, F. L., Fukuda, D. L., Turbiani, F. R. B., Garcia, P. S., Petkowicz, C. L. de O., Jagadevan, S. & Gimenes, M. L. (2014). Extraction of pectin from passion fruit peel (*Passiflora edulis* f.flavicarpa) by microwave-induced heating. *Food Hydrocolloids*, 38, pp. 186–192. Doi:10.1016/j.foodhyd.2013.12.001

Serrat, M., Bermúdez, R.C. & Villa, T.G. (2002). Production, purification and characterization of a polygalacturonase from a new strain of *Kluyveromyces marxianus* isolated from coffee wet-processing wastewater. *Applied Biochemistry and Biotechnology*, 97, pp. 193-208. Doi:10.1385/abab:97:3:193

Sharma, A., Singh, R. S., Gupta, G., Ahmad, T. & Kaur, B. (2019). Metabolic engineering of enzyme-regulated bioprocesses. Singh, R. S., Singhania, R. R., Oandey, A. & Larroche, C. (Eds.), *Advances in Enzyme Technology* (pp. 293-323). Elsevier.

Silva, E. G., Borges, M. D. F., Medina, C., Piccoli, R. H. & Schwan, R. F. (2005). Pectinolytic enzymes secreted by yeasts from tropical fruits. *FEMS Yeast Research* 5(9), pp. 859-865. Doi:10.1016/j.femsyr.2005.02.006

Souza, P. G., Santos, S. , Nogueira, T. B. B., Santana, I., Fai, A. E. C. (2020). Avaliação de desperdício em restaurantes comerciais do tipo self-service total na Universidade do Estado do Rio de Janeiro (UERJ). *Research, Society and Development* 9 (6). Doi: <http://dx.doi.org/10.33448/rsd-v9i6.3605>

Srivastava, R. K. (2019). Yeast species mediated bioprocesses and bio-products for biotechnological application. *Journal of Biotechnology and Biomedical Science*, 2(1), pp. 1–11. Doi:<https://openaccesspub.org/jbbs/article/1048>

TACO, N. (2011). Tabela brasileira de composição de alimentos. Revista Ampliada NEPA UNICAMP, p. 161.

Tapre, A. R., & Jain, R. K. (2014). Pectinases: Enzymes for fruit processing industry. *International Food Research Journal*, 21(2), pp. 447–453.

Tiago, F. C. P., Martins, F. S., Rosa, C. A., Nardi, R. M. D., Cara, D. C. & Nicoli, J. R. (2009). Physiological characterization of non-*Saccharomyces* yeasts from agro-industrial and environmental origins with possible probiotic function. *World Journal of Microbiology and Biotechnology*, 25(4), pp. 657–666. Doi:<https://doi.org/10.1007/s11274-008-9934-9>

Uçkun Kiran, E., Trzcinski, A. P., Ng, W. J. & Liu, Y. (2014). Bioconversion of food waste to energy: A review. *Fuel*, 134, pp. 389–399. Doi:<https://doi.org/10.1016/j.fuel.2014.05.074>

Uenojo, M. & Pastore, G. M. (2007). Pectinases: Aplicações industriais e perspectivas. *Quimica Nova*, 30(2), pp. 388–394. Doi:<https://doi.org/10.1590/S0100-40422007000200028>

Urnaú, L., Colet, R., Reato, P. T., Burkert, J. F. M., Rodrigues, E., Gomes, R., Jacques, R. A., Valduga, E. & Steffens, C. (2019). Use of low-cost agro-industrial substrate to obtain carotenoids from *Phaffia rhodozyma* in a bioreactor. *Industrial Biotechnology*, 15(1). Doi: 10.1089/ind.2018.0027

Ventura-Sobrevilla, J., Boone-Villa, D., Rodriguez, R., Martinez-Hernandez, J. L. & Aguilar, C. N. Microbial biosynthesis of enzymes for food applications. Yada, R. Y. (Ed.) *Improving and tailoring enzymes for food quality and functionality* (pp.85-99). Elsevier.

Venturini Filho, W. G. & Mendes, B. do P. (2004). Fermentação alcoólica de raízes tropicais. Cultura de tuberosas amiláceas latino americanas. Cereda, M.P. & Vilpoux, O.F. (Eds.). *Tecnologia, usos e potencialidades de tuberosas amiláceas Latino Americanas*, (pp. 530–

575). Embrapa.

Wood, I. P., Cook, N. M., Wilson, D. R., Ryden, P., Robertson, J. A. & Waldron, K. W. (2016) Ethanol from a biorefinery waste stream: Saccharification of amylase, protease and xylanase treated wheat bran. *Food Chemistry*, 198, pp. 125–131. Doi:<http://dx.doi.org/10.1016/j.foodchem.2015.09.108>

Zheng, G. H. & Sugiura, A. (1990). Changes in sugar composition in relation to invertase activity in the growth and ripening of persimmon (*Diospyros kaki*) fruits. *Journal of the Japanese Society for Horticultural Science*, 59(2), pp. 281–287. Doi:https://www.jstage.jst.go.jp/article/jjshs1925/59/2/59_2_281/_article

Zullo, B. A. & Ciafardini, G. Evaluation of physiological properties of yeast strains isolated from olive oil and their in vitro probiotic trait. (2018). *Food Microbiology*, 78, pp. 179–187. Doi: <https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S074000201830306X>

Żymańczyk-Duda, E., Brzezińska-Rodak, M., Klimek-Ochab, M., Duda, M & Zerka, A. (2014). Yeast as a versatile tool in biotechnology yeast- Industrial applications Doi: [10.5772/intechopen.70130](https://doi.org/10.5772/intechopen.70130)

Porcentagem de contribuição de cada autor no manuscrito

Matheus Mikio Takeyama - 25 %

Haroldo Yukio Kawaguti - 25 %

Maria Gabriela Bello Koblitz - 25 %