# RESSALVA

Atendendo solicitação do(a) autor(a), o texto completo será disponibilizado somente a partir de 28/07/2027

At the author's request, the full text will not be available online until July 28, 2027

UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA
"JÚLIO DE MESQUITA FILHO"
Campus de Botucatu

FCA
FACULDADE DE CIÊNCIAS AGRONÔMICAS
UNESP | BOTUCATU

**MAYRA SCHMIDT RECHSTEINER**

# VALORIZAÇÃO DA CASCA E POLPA DE FRUTOS DE MANGA EM DIFERENTES ESTÁDIOS DE MATURAÇÃO NA PRODUÇÃO DE CERVEJAS: AVALIAÇÕES FÍSICO-QUÍMICAS, TECNOLÓGICAS E FUNCIONAIS

**Botucatu**

**2026**

**MAYRA SCHMIDT RECHSTEINER**

# VALORIZAÇÃO DA CASCA E POLPA DE FRUTOS DE MANGA EM DIFERENTES ESTÁDIOS DE MATURAÇÃO NA PRODUÇÃO DE CERVEJAS: AVALIAÇÕES FÍSICO-QUÍMICAS, TECNOLÓGICAS E FUNCIONAIS

Dissertação apresentada à Faculdade de Ciências Agronômicas da Unesp Câmpus de Botucatu, para obtenção do título de Mestre em Engenharia Agrícola.

Orientador(a): Prof.ª. Dr.ª. Magali Leonel

**Botucatu**

**2026**

R297v

Rechsteiner, Mayra Schmidt
Valorização da casca e polpa de frutos de manga em diferentes estádios de maturação na produção de cervejas : avaliações físico-químicas, tecnológicas e funcionais / Mayra Schmidt Rechsteiner. -- Botucatu, 2026
165 p. : il., tabs., fotos

Dissertação (mestrado) - Universidade Estadual Paulista (UNESP), Faculdade de Ciências Agronômicas, Botucatu
Orientadora: Magali Leonel

1. Resíduos agrícolas. 2. Manga (fruta). 3. Cerveja. 4. Economia circular. I. Título.

Sistema de geração automática de fichas catalográficas da Unesp. Dados fornecidos pelo autor(a).

UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA

**Câmpus de Botucatu**

## CERTIFICADO DE APROVAÇÃO

**Título:** Valorização da casca e polpa de frutos de manga em diferentes estádios de maturação na produção de cervejas: avaliações físico-químicas, tecnológicas e funcionais

AUTORA: MAYRA SCHMIDT RECHSTEINER
ORIENTADORA: MAGALI LEONEL

Aprovada como parte das exigências para obtenção do Título de Mestra em Engenharia Agrícola, pela Comissão Examinadora:

Pesquisadora Doutora MAGALI LEONEL (Participaçao Presencial)
Coordenadoria Executiva - Centro de Raízes e Amidos Tropicais / UNESP / Reitoria - RUNESP

Prof.ª Dr.ª DANIELE SOUZA DE CARVALHO (Participaçao Virtual)
Campus Avaré / Instituto Federal de São Paulo

Prof. Dr. MARCELO DE SOUZA SILVA (Participaçao Presencial)
Produção Vegetal / UNESP / Câmpus de Botucatu - FCA

Botucatu, 28 de julho de 2026.

## AGRADECIMENTOS

Agradeço à minha orientadora, Profª. Drª. Magali Leonel, pela orientação e suporte ao longo do desenvolvimento deste trabalho.

À minha mãe, Mariana Schmidt, pelo incentivo e por não medir esforços para me ajudar a alcançar meus objetivos. E ao meu avô, Schmidt, que não pôde ver o fim deste ciclo, mas sempre esteve na torcida por mim e teve grande influência no meu apreço pelo universo cervejeiro.

À toda equipe do CERAT pela disponibilidade, paciência, auxílio e convivência durante este período.

Aos professores Vitor Garcia, Marcelo Silva e Pricila Veiga, e ao técnico Ricardo Figueira, pelos ensinamentos e contribuições nas diferentes etapas deste trabalho.

Aos colegas de laboratório, por compartilharem comigo a rotina, as disciplinas, o trabalho e também os momentos divertidos.

Ao Programa de Pós-Graduação em Engenharia Agrícola, pela formação proporcionada e pelo suporte necessário para a realização das análises essenciais deste estudo.

À CAPES – Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior, pela bolsa de estudos concedida. O presente trabalho foi realizado com apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior – Brasil – CAPES – Código de financiamento 001.

Por fim, agradeço aos meus amigos, que tornam o dia a dia mais leve.

## RESUMO

A manga possui grande relevância comercial, porém sua cadeia produtiva ainda sofre perdas expressivas devido ao descarte de frutos fora do padrão comercial e à geração de resíduos industriais. Apesar disso, esses resíduos apresentam elevado potencial de aproveitamento em função de suas propriedades nutricionais e funcionais. Nesse contexto, sua utilização na produção cervejeira surge como uma alternativa promissora para a valorização de subprodutos agroindustriais e o desenvolvimento de bebidas com características diferenciadas. O presente trabalho teve como objetivo avaliar o potencial tecnológico, físico-químico e funcional da aplicação de frações de manga obtidas em diferentes estádios de maturação na produção de cervejas. Frutos de manga 'Palmer' foram colhidos na Fazenda Experimental de São Manuel (UNESP) em dois estádios de maturação, imaturo e maduro, representando diferentes etapas de geração de resíduos na cadeia produtiva. Esses frutos foram caracterizados quanto aos parâmetros físicos e físico-químicos. A partir deles, foram obtidas farinhas de casca (FCMI) e de polpa (FPMI) de manga imatura, além de farinha de casca (FCMM) de manga madura. A polpa de manga madura (PMM) foi utilizada *in natura*, sem processo de desidratação. As farinhas foram caracterizadas quanto à composição centesimal, composição mineral e potencial bioativo. Na etapa seguinte, foram elaboradas cervejas divididas em dois grupos experimentais, conforme o tipo de matéria-prima. O grupo com matérias-primas imaturas foi composto por dois tipos de farinha (FCMI e FPMI) e quatro níveis de substituição parcial do malte (2,5; 5,0; 7,5 e 10,0%), além de uma formulação controle puro malte. Já os tratamentos com matéria-prima madura utilizaram substituição parcial do malte fixa em 2,5% de FCMM, associada à adição de PMM durante a maturação, nas concentrações de 0, 5, 10, 15 e 20%, também comparadas ao controle. As cervejas foram caracterizadas quanto às propriedades físico-químicas, tecnológicas e funcionais. Os dados obtidos foram submetidos à análise de variância (ANOVA), com comparação de médias ao nível de 5% de significância pelos testes Tukey (frutos e farinhas) e Scott-Knott (cervejas), além de análise de regressão e análise de componentes principais (PCA). As farinhas de casca apresentaram maiores teores de minerais e atividade antioxidante, enquanto a FPMI apresentou maiores concentrações de açúcares e amido. Nas cervejas elaboradas com FCMI, observou-se aumento do teor de polifenóis totais e da capacidade antioxidante, com destaque para a formulação com 2,5% de substituição,

que apresentou os resultados mais favoráveis entre os parâmetros avaliados, agregando funcionalidade sem comprometer o desempenho fermentativo. Em contrapartida, a FPMI comprometeu a conversão e a atenuação do extrato, resultando em maior teor de açúcares residuais e menor teor alcoólico. Entre os tratamentos com matérias-primas maduras, a substituição parcial do malte por 2,5% de FCMM aumentou a atividade antioxidante sem prejuízos ao processo fermentativo. Já a adição de polpa madura durante a maturação intensificou a carbonatação, o teor alcoólico, a capacidade antioxidante e a coloração das cervejas, destacando-se a concentração de 10% como uma condição intermediária capaz de agregar diferenciação à bebida sem aumentos excessivos dos parâmetros avaliados. Conclui-se que frações de manga provenientes de diferentes estádios de maturação apresentam potencial de aplicação no processo cervejeiro, contribuindo para a agregação de características tecnológicas e funcionais às bebidas. Nas condições avaliadas, a utilização da FPMI não se mostrou tecnicamente adequada, indicando a necessidade de estudos complementares. Já a farinha de casca de manga, em ambos os estádios, mostrou-se a fração mais promissora para substituição parcial do malte, enquanto a adição de PMM representa uma alternativa viável para o desenvolvimento de uma bebida com qualidade tecnológica e potencial de diferenciação.

**Palavras-chave**: *Mangifera indica* L.; casca; polpa; adjuntos cervejeiros; bioeconomia circular.

## ABSTRACT

Mango has great commercial relevance; however, its production chain still incurs significant losses due to the disposal of fruit that does not meet commercial standards and the generation of industrial residues. Despite this, these residues present high potential for utilization because of their nutritional and functional properties. In this context, their use in brewing emerges as a promising alternative for valorizing agro-industrial by-products and developing beverages with distinctive characteristics. The present study aimed to evaluate the technological, physicochemical, and functional potential of the application of mango fractions obtained at different maturity stages in beer production. 'Palmer' mango fruits were harvested at the São Manuel Experimental Farm (UNESP) at two maturity stages, immature and mature, representing different stages of residue generation within the production chain. These fruits were characterized regarding their physical and physicochemical parameters. From them, immature mango peel flour (FCMI), immature mango pulp flour (FPMI), and mature mango peel flour (FCMM) were produced. Mature mango pulp (PMM) was used in natura, without undergoing a dehydration process. The flours were characterized regarding proximate composition, mineral composition, and bioactive potential. In the subsequent stage, beers were produced and divided into two experimental groups according to the type of raw material. The group containing immature raw materials consisted of two flour types (FCMI and FPMI) and four levels of partial malt substitution (2.5, 5.0, 7.5, and 10.0%), in addition to a control formulation brewed exclusively with malt. Treatments containing mature raw materials used a fixed partial malt substitution of 2.5% FCMM, associated with the addition of PMM during maturation at concentrations of 0, 5, 10, 15, and 20%, also compared with the control. The beers were characterized regarding their physicochemical, technological, and functional properties. The obtained data were subjected to analysis of variance (ANOVA), with mean comparisons at the 5% significance level using Tukey's test (fruits and flours) and Scott-Knott's test (beers), in addition to regression analysis and principal component analysis (PCA). Mango peel flours presented higher mineral contents and antioxidant activity, whereas FPMI showed higher concentrations of sugars and starch. In beers produced with FCMI, increases in total polyphenol content and antioxidant capacity were observed, with the 2.5% substitution formulation standing out as presenting the most favorable results among the evaluated parameters, adding

functionality without compromising fermentative performance. In contrast, FPMI impaired extract conversion and attenuation, resulting in higher residual sugar content and lower alcohol content. Among the treatments containing mature raw materials, the partial substitution of malt with 2.5% FCMM increased antioxidant activity without impairing the fermentation process. The addition of mature pulp during maturation increased carbonation, alcohol content, antioxidant capacity, and beer color, with the 10% concentration standing out as an intermediate condition capable of adding differentiation to the beverage without excessive increases in the evaluated parameters. It is concluded that mango fractions obtained from different maturity stages have potential for application in the brewing process, contributing technological and functional characteristics to the beverages. Under the evaluated conditions, the use of FPMI was not technically suitable, indicating the need for further studies. In contrast, mango peel flour, at both maturity stages, proved to be the most promising fraction for partial malt substitution, while the addition of PMM represents a viable alternative for the development of a beverage with technological quality and differentiation potential.

**Keywords**: *Mangifera indica* L.; peel; pulp; brewing adjuncts; circular bioeconomy.

## LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 - Fluxograma do processo cervejeiro .....40
Figura 2 - Esquema do catabolismo da glicólise em levedura cervejeira .....46
Figura 3 - Reações enzimáticas ordenadas no processo de fermentação alcoólica .47
Figura 4 - Exemplos de frutos desqualificados e perdas observadas no pomar. (A) Fruto com danos físicos; (B) e (C) frutos pequenos e com deformações; e (D) queda prematura de frutos imaturos.....56
Figura 5 - Fluxograma simplificado da produção de cervejas com a utilização de casca e polpa de frutos imaturos .....66
Figura 6 - Fluxograma simplificado da produção de cervejas com a utilização de casca e polpa de frutos maduros.....68
Figura 7 - Sólidos precipitados após centrifugação das amostras de cerveja.....70
Figura 8 - Diferenças visuais na coloração da casca e da polpa de frutos de manga ‘Palmer’ em diferentes estádios de maturação. (A) Casca de fruto imaturo; (B) Polpa de fruto imaturo; (C) Casca de fruto maduro; (D) Polpa de fruto maduro .....76
Figura 9 - Aspecto visual das farinhas de manga ‘Palmer’ obtidas a partir de diferentes frações e estádios de maturação.....80
Figura 10 - Perfil de macrominerais (A) e microminerais (B) das farinhas de manga ‘Palmer’ em diferentes frações e estádios de maturação.....82
Figura 11 - Projeção das amostras (A) e das variáveis (B) na Análise de Componentes Principais (PCA) das farinhas de manga.....86
Figura 12 – Presença de amido não hidrolisado nas formulações. (A, B) Formação de grumos durante a mosturação; (C) precipitados após centrifugação; (D) reação com solução de iodo, evidenciando coloração azul-arroxeada característica da presença de amido.....90
Figura 13 - Interação entre os fatores avaliados para os parâmetros de cor (A), pH (B), acidez total (C) e acidez fixa (D) das cervejas elaboradas com FCMI e FPMI.....91
Figura 14 - Interação entre os fatores avaliados para os parâmetros de teor alcoólico (A), extrato aparente (B) e extrato real (C) das cervejas elaboradas com FCMI e FPMI .....92

Figura 15 - Interação entre os fatores avaliados para os parâmetros de amargor (A), carbonatação (B) e turbidez (C) das cervejas elaboradas com FCMI e FPMI ..... 93
Figura 16 - Interação entre os fatores avaliados para os parâmetros de polifenóis totais (A) e atividade antioxidante pelo método ABTS (B) das cervejas elaboradas com FCMI e FPMI ..... 94
Figura 17 - Atividade antioxidante pelo método DPPH ($IC^{50}$) das cervejas elaboradas com FCMI e FPMI ..... 95
Figura 18 - Projeção das amostras (A) e das variáveis (B) na Análise de Componentes Principais (PCA) para cervejas elaboradas com FCMI e FPMI ..... 96
Figura 19 - Atividade antioxidante pelo método DPPH ($IC_{50}$) de cervejas elaboradas com farinha da casca de manga madura (FCMM) e adição de polpa de manga madura na maturação ..... 100
Figura 20 - Cor (A), pH (B), teor alcoólico (C), carbonatação (D) e turbidez (E) em função da concentração de polpa de manga madura adicionada na etapa de maturação das cervejas ..... 101
Figura 21 - Projeção das amostras (A) e das variáveis (B) na Análise de Componentes Principais (PCA) para cervejas elaboradas com FCMM e PMM ..... 103

## LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Comparativo técnico entre frutos imaturos e maduros da cultivar Palmer para aplicação tecnológica ..... 30
Tabela 2 - Composição física, físico-química e bioquímica de grãos de cevada e de malte ..... 35
Tabela 3 - Valores de granulometria para moagem do malte ..... 41
Tabela 4 - Atuação enzimática e respectivas condições ótimas de pH e temperatura ..... 42
Tabela 5 - Porcentagens de malte e farinhas de manga de frações imaturas nos diferentes tratamentos experimentais ..... 65
Tabela 6 - Porcentagens de malte e farinhas de manga nos diferentes tratamentos experimentais ..... 67
Tabela 7 - Análise de variância para as propriedades de cor da casca e da polpa de frutos de manga em diferentes estádios de maturação ..... 74
Tabela 8 - Propriedades de cor de frutos de manga ‘Palmer’ nos estádios imaturo e maduro ..... 75
Tabela 9 - Análise de variância para as propriedades físicas e físico-químicas de frutos de manga nos estádios imaturo e maduro ..... 77
Tabela 10 - Propriedades físicas e físico-químicas de frutos de manga nos estádios imaturo e maduro ..... 77
Tabela 11 - Percentual de umidade das frações de manga ‘Palmer’ conforme o estádio de maturação ..... 78
Tabela 12 - Balanço de massa e rendimento de secagem das frações de frutos de manga imaturos e maduros ..... 78
Tabela 13 - Análise de variância para as coordenadas colorimétricas das farinhas de diferentes frações de manga ‘Palmer’ ..... 79
Tabela 14 - Coordenadas colorimétricas das farinhas de diferentes frações de manga ‘Palmer’ em função do estádio de maturação ..... 79
Tabela 15 - Análise de variância para os parâmetros físico-químicos e centesimais das farinhas de manga ‘Palmer’ ..... 80
Tabela 16 - Composição centesimal e parâmetros físico-químicos das farinhas de manga ‘Palmer’ ..... 81

Tabela 17 - Análise de variância para os parâmetros funcionais das farinhas de manga 'Palmer' ..... 83
Tabela 18 - Teores de polifenóis totais e atividade antioxidante das farinhas de manga 'Palmer' ..... 84
Tabela 19 - Análise de variância para as propriedades cor, pH e acidez (total, fixa e volátil) das cervejas elaboradas com diferentes proporções de FCMI e FPMI ..... 87
Tabela 20 - Análise de variância para as propriedades de extrato (original, aparente e real) e teor alcoólico das cervejas elaboradas com diferentes proporções FCMI e FPMI ..... 88
Tabela 21 - Análise de variância para os parâmetros de carbonatação, amargor, turbidez e propriedades bioativas das cervejas elaboradas com diferentes proporções de FCMI e FPMI ..... 88
Tabela 22 - Perfil físico-químico, teor de compostos fenólicos e capacidade antioxidante de cervejas elaboradas com diferentes proporções FCMI e FPMI ..... 89
Tabela 23 - Análise de variância para as propriedades cor, pH e acidez (total, fixa e volátil) ..... 97
Tabela 24 - Análise de variância para as propriedades teor alcoólico e extratos (original, aparente e real) ..... 97
Tabela 25 - Análise de variância para as propriedades de carbonatação, amargor, turbidez, polifenóis totais e atividade antioxidante por ABTS ..... 98
Tabela 26 - Perfil físico-químico, teor de compostos fenólicos e capacidade antioxidante de cervejas elaboradas com substituição parcial do malte por farinha da casca de manga madura (FCMM) e adição de polpa de manga madura na maturação ..... 99

## LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

| | |
|---|---|
| MAPA | Ministério da Agricultura e Pecuária |
| PIB | Produto Interno Bruto |
| Sindicerv | Sindicato Nacional da Indústria da Cerveja |
| FAO | Organização das Nações Unidas para a Alimentação e a Agricultura |
| ODS | Objetivos de Desenvolvimento Sustentável |
| ATP | Adenosina Trifosfato |
| IBU | Unidades Internacionais de Amargor |
| FCMI | Farinha de Casca de Manga Imatura |
| FPMI | Farinha de Polpa de Manga Imatura |
| FCMM | Farinha de Casca de Manga Madura |
| PMM | Polpa de Manga Madura |
| AOAC | *Association of Official Analytical Chemists* |
| EBC | *European Brewery Convention* |
| ASBC | *American Society of Brewing Chemists* |
| IAL | Instituto Adolf Lutz |
| ANOVA | Análise de Variância |
| PCA | Análise de Componentes Principais |
| BJCP | *Beer Judge Certification Program* |

**SUMÁRIO**


**1 INTRODUÇÃO ..... 21**

**2 REVISÃO DE LITERATURA ..... 24**

**2.1 Cadeia produtiva da manga e desafios ..... 24**

**2.2 Composição e características da manga ..... 27**

**2.3 Cerveja ..... 31**

2.3.1 Definição legal ..... 31

2.3.2 Matérias–primas ..... 32

*2.3.2.1 Água ..... 33*

*2.3.2.2 Malte ..... 33*

*2.3.2.3 Lúpulo ..... 35*

*2.3.2.4 Levedura ..... 36*

*2.3.2.5 Adjuntos e matérias-primas não convencionais ..... 37*

2.3.3 Processo cervejeiro ..... 39

2.3.4 Parâmetros de qualidade das cervejas ..... 49

**2.4 Utilização de matérias-primas alternativas e subprodutos da fruticultura na produção de cerveja ..... 51**

**3 MATERIAL E MÉTODOS ..... 55**

**3.1 Análise dos frutos ..... 57**

**3.2 Preparo das farinhas de casca e polpa de manga ..... 58**

**3.3 Caracterização das farinhas de casca e polpa de manga ..... 59**

**3.4 Formulação e produção de cervejas especiais ..... 64**

**3.5 Análises físico-químicas das cervejas ..... 69**

**3.6 Análise dos dados ..... 72**

**3.7 Uso de inteligência artificial (IA) ..... 72**

**4 RESULTADOS ..... 74**

**4.1 Caracterização dos frutos ..... 74**

**4.2 Caracterização das farinhas ..... 78**

4.2.1 Análise de componentes principais (PCA) das farinhas ..... 85

**4.3 Caracterização das cervejas ..... 87**

4.3.1 Cervejas elaboradas com matéria-prima de manga imatura (FCMI e FPMI) ..... 87

*4.3.1.1 Análise de componentes principais (PCA) de cervejas elaboradas com matéria-prima de manga imatura (FCMI e FPMI) ..... 95*

4.3.2 Cervejas elaboradas com matéria-prima de manga madura (FCMM e PMM) ..... 97

*4.3.2.1 Análise de componentes principais (PCA) de cervejas elaboradas com matéria-prima de manga madura (FCMM e PMM) ..... 102*

**5 DISCUSSÃO ..... 104**

**5.1 Caracterização dos frutos ..... 104**

**5.2 Caracterização das farinhas de casca e polpa de manga ..... 105**

5.2.1 Análise de componentes principais (PCA) das farinhas ..... 111

**5.3 Caracterização das cervejas ..... 113**

5.3.1 Caracterização das cervejas elaboradas com matéria-prima de manga imatura (FCMI e FPMI) ..... 113

*5.3.1.1 Análise de componentes principais (PCA) de cervejas elaboradas com matéria-prima de manga imatura (FCMI e FPMI) ..... 124*

5.3.2 Caracterização das cervejas elaboradas com matéria-prima de manga madura (FCMM e PMM) ..... 125

*5.3.2.1 Análise de componentes principais (PCA) de cervejas elaboradas com matéria-prima de manga madura (FCMM e PMM) ..... 134*

**6 CONCLUSÕES ..... 136**

**REFERÊNCIAS ..... 137**

**APÊNDICE A ..... 158**

**APÊNDICE B ..... 160**

**APÊNDICE C ..... 163**

**ANEXO A ..... 165**

# 1 INTRODUÇÃO

A manga, com destaque para a cultivar Palmer, predominante no território nacional (Flori; Resende, 2020; Simões *et al.*, 2020; Kist; Fardin, 2025), possui grande relevância comercial, sendo o Brasil um dos principais produtores globais. Seu aroma e sabor são amplamente apreciados, e a fruta é uma fonte rica em compostos com potencial benéfico à saúde (Lossolli *et al.*, 2024). O consumo é expressivo tanto *in natura* quanto em derivados, como sucos e polpas (Mwaurah *et al.*, 2020).

No entanto, o agronegócio da manga no Brasil enfrenta desafios significativos devido às perdas na cadeia produtiva, principalmente em razão de sua perecibilidade e de manejos inadequados (Lossolli *et al.*, 2024). Frutos que não atendem aos padrões comerciais, como os imaturos ou danificados, são frequentemente descartados ainda nos pomares, gerando prejuízos econômicos ao setor e impactos ambientais associados (Lossolli *et al.*, 2023). Além disso, a geração e o descarte de resíduos durante o processamento industrial da manga contribuem para esse cenário de perdas e desperdícios (Mwaurah *et al.*, 2020).

Assim, o aproveitamento de frutos sem padrão comercial e de resíduos gerados pela agroindústria na forma de farinhas surge como uma alternativa viável para a reduzir desperdícios e agregar valor à cadeia produtiva da manga. Essa estratégia contribui para o aumento da vida útil desses materiais e sua reintegração industrial como ingredientes de maior valor agregado, alinhando-se aos princípios da economia circular e às demandas por sustentabilidade e inovação no setor de alimentos e bebidas.

Nesse contexto, os subprodutos gerados ao longo da cadeia apresentam potencial nutricional e funcional para aplicação no desenvolvimento de novos produtos (Ribeiro *et al.*, 2008; Mwaurah *et al.*, 2020), incluindo bebidas fermentadas. As cascas de manga, por exemplo, representam de 7% a 24% do peso do fruto e são ricas em fibras dietéticas e polifenóis, como mangiferina e quercetina (Jahurul *et al.*, 2015), compostos associados à atividade antioxidante e que podem contribuir para a estabilidade oxidativa de alimentos e bebidas (Castañeda-Valbuena *et al.*, 2021; Kučuk *et al.*, 2024). Por outro lado, a polpa da manga verde apresenta-se como uma fonte estratégica de amido (68,5% a 76,8% da matéria seca) e pectinas (Lebaka *et al.*,

2021), componentes com potencial para aplicação em processos fermentativos, uma vez que podem atuar como fonte complementar de carboidratos e influenciar características do produto final (Gasiński *et al.*, 2020; Radu *et al.*, 2024).

Entre as possíveis aplicações desses ingredientes destaca-se a produção cervejeira. A cerveja é uma das bebidas alcoólicas mais antigas e ocupa uma posição de destaque entre as mais consumidas globalmente, sendo superada apenas pela água e pelo chá (Baigts-Allende *et al.*, 2021). Além de sua relevância histórica e cultural, o mercado global de cerveja artesanal apresenta projeção de expansão de USD 128,94 bilhões em 2025 para USD 214,65 bilhões até 2030 (Mordor Intelligence, 2026).

No Brasil, o setor cervejeiro apresenta crescimento contínuo e elevada capacidade de adaptação, consolidando o país entre os principais produtores e consumidores mundiais de cerveja (Medina *et al.*, 2023; Kirin Holdings, 2023). Dados do Ministério da Agricultura e Pecuária indicam que o número de cervejarias registradas e o volume de exportações permanecem em ascensão (Brasil, 2025). Além disso, a cadeia produtiva cervejeira representa aproximadamente 2% do Produto Interno Bruto (PIB) nacional, movimentando cerca de R$ 254 bilhões ao longo de toda a cadeia produtiva (Sindicerv, 2026). Embora o mercado ainda seja concentrado em grandes grupos cervejeiros (Sindicerv, 2026), o crescimento das cervejarias independentes evidencia oportunidades para a expansão de produtos diferenciados e de maior valor agregado.

Para atender às novas demandas sensoriais e mudanças no comportamento de consumo, novos estilos de cerveja vêm sendo desenvolvidos (Zhao *et al.*, 2023). Paralelamente, as pesquisas na área têm se intensificado, com foco no desenvolvimento de produtos inovadores, na análise do comportamento e preferências dos consumidores, na melhoria dos atributos sensoriais e físico-químicos, além da exploração de propriedades funcionais (Radu *et al.*, 2024).

A cerveja é tradicionalmente produzida a partir de quatro ingredientes principais: água, malte de cevada, lúpulo e levedura (Wannenmacher; Gastl; Becker, 2018; Cela *et al.*, 2020). No entanto, a busca por inovação impulsiona o uso de matérias-primas não convencionais, empregadas como aditivos ou substitutos parciais dos ingredientes tradicionais (Radu *et al.*, 2024). Nessa linha, o uso de frutas tem se destacado, tanto pela diversidade de sabores quanto pelo potencial de agregar

valor ao produto final, especialmente devido à presença de compostos bioativos e antioxidantes (Paiva; Mutz; Conte-Junior, 2021; Brito Júnior *et al.*, 2023).

A adição de frutas pode influenciar diretamente parâmetros produtivos e de qualidade da cerveja. Os açúcares fermentescíveis presentes nessas matérias-primas fornecem substrato adicional para as leveduras, podendo favorecer a produção de etanol e modificar a dinâmica fermentativa (Veljovic *et al.*, 2010; Gasinski *et al.*, 2020). Além disso, compostos como ácidos orgânicos, vitaminas, minerais e pigmentos naturais podem alterar características físico-químicas da bebida, incluindo pH e coloração (D'amore *et al.*, 1989; Park *et al.*, 2019; Marín *et al.*, 2021; Zhao *et al.*, 2023). Paralelamente, a liberação de polifenóis e outros compostos bioativos contribui para o aumento da atividade antioxidante e do potencial funcional da cerveja (Zapata *et al.*, 2017; Nardini; Garaguso, 2020).

Por outro lado, a substituição parcial do malte por matérias-primas não convencionais também pode trazer desafios, como limitações enzimáticas, dificuldades nas etapas de sacarificação e filtração, deficiência de nitrogênio assimilável e possíveis impactos no rendimento fermentativo e no teor alcoólico final (Bogdan; Kordialik-Bogacka, 2017; Cadenas *et al.*, 2021; Kulathunga; Reuhs; Simsek, 2020; Radu *et al.*, 2024). Apesar do crescente interesse pela utilização de frutas e de seus subprodutos na produção cervejeira, ainda são escassos os estudos que avaliam diferentes frações do fruto em distintos estádios de maturação, especialmente quanto aos seus efeitos sobre o processo cervejeiro e as características da bebida.

Diante desse contexto, este trabalho teve como objetivo avaliar o potencial tecnológico, físico-químico e funcional de frações de manga obtidas em diferentes estádios de maturação para aplicação na produção de cervejas. Para os frutos imaturos, foram avaliadas farinhas de casca e polpa como substitutos parciais do malte de cevada, em diferentes concentrações. Para os frutos maduros, avaliou-se a utilização da farinha de casca como adjunto cervejeiro e da polpa *in natura* durante a etapa de maturação.

# 6 CONCLUSÕES

A caracterização das farinhas de manga demonstra que frações geralmente descartadas apresentam potencial para aplicação no processo cervejeiro, constituindo uma alternativa para a valorização de subprodutos da cadeia produtiva da manga. As farinhas de casca (FCMI e FCMM) se destacam pelo maior conteúdo de minerais e compostos bioativos, enquanto a farinha de polpa imatura (FPMI) apresenta maior concentração de carboidratos, evidenciando funções distintas e complementares para aplicação em processos cervejeiros.

Entre as formulações avaliadas, a utilização de 2,5% de farinha de casca de manga imatura promove o maior incremento funcional à bebida, com aumento do conteúdo de compostos fenólicos e da capacidade antioxidante. A substituição parcial do malte por 2,5% de farinha de casca madura também apresenta resultados favoráveis, contribuindo para o desempenho fermentativo e para a capacidade antioxidante das cervejas. Em contrapartida, as formulações contendo farinha de polpa imatura (FPMI) não apresentam o desempenho fermentativo esperado, apesar do elevado potencial fermentescível indicado pela composição da matéria-prima. A adição de polpa madura durante a maturação intensifica características físico-químicas da bebida, como cor, teor alcoólico e carbonatação, destacando-se a formulação contendo 10% de polpa madura entre os tratamentos avaliados.

O aproveitamento de frações subutilizadas da manga na produção de cervejas é viável e agrega valor tecnológico e funcional à bebida. Nas condições avaliadas neste estudo, as formulações FCMI_2,5, FCMM_0 e FCMM_10 apresentam o conjunto de resultados mais promissor. Estudos futuros devem abordar o ajuste das condições de processo e a avaliação das preferências do consumidor, visando adequar a dinâmica fermentativa e as características sensoriais às particularidades de cada matriz.

## REFERÊNCIAS

ABBAS, K. A.; KHALIL, S. K.; HUSSIN, A. S. M. Modified starches and their usages in selected food products: a review study. **Journal of Agricultural Science**, v. 2, n. 2, p. 90–100, 2010. Disponível em: https://doi.org/10.5539/jas.v2n2p90. Acesso em: 15 mai. 2026.

ADADI, P. *et al.* Production and analysis of non-traditional beer supplemented with sea buckthorn. **Agronomy Research**, v. 15, n. 5, p. 1831–1845, 2017. Disponível em: https://doi.org/10.15159/AR.17.060. Acesso em: 18 abr. 2026.

AJILA, C. M. *et al.* Bioactive compounds and antioxidant potential of mango peel extract. **Food Chemistry**, v. 105, n. 3, p. 982–988, 2007. Disponível em: https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2007.04.052. Acesso em: 14 abr. 2026.

ALAÑÓN, M. E. *et al.* Profiling phenolic compounds in underutilized mango peel by-products from cultivars grown in Spanish subtropical climate over maturation course. **Food Research International**, v. 140, art. 109852, fev. 2021. Disponível em: https://doi.org/10.1016/j.foodres.2020.109852. Acesso em: 18 abr. 2026.

AMAGLIANI, L. *et al*. The composition, extraction, functionality and applications of rice proteins: a review. **Trends in Food Science & Technology**, v. 64, p. 1–12, 2017. Disponível em: https://doi.org/10.1016/j.tifs.2017.01.008. Acesso em: 18 abr. 2026.

AMBEV. **Programa de Formação Técnica de Cervejeiros**. Jacareí: AmBev, 2014. Material técnico interno.

AMBEV. **Apresentação de integração na função**. Agudos: Ambev, 10 out. 2018. Material interno para treinamento.

AMERICAN SOCIETY OF BREWING CHEMISTS. **ASBC Methods of Analysis**. 14. ed. St. Paul: American Society of Brewing Chemists, 2009.

AOAC INTERNATIONAL. **Official Methods of Analysis of AOAC International**. 19. ed. Gaithersburg, MD, EUA: Association of Official Analytical Communities, 2012.

ARON, P. M.; SHELLHAMMER, T. H. A discussion of polyphenols in beer physical and flavour stability. **Journal of the Institute of Brewing**, v. 116, n. 4, p. 369–380, 2010. Disponível em: https://doi.org/10.1002/j.2050-0416.2010.tb00788.x. Acesso em: 15 mai. 2026.

ARRIETA, A. A. *et al*. Prediction of bitterness and alcoholic strength in beer using an electronic tongue. **Food Chemistry**, v. 123, n. 3, p. 642–646, 2010. Disponível em: https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2010.05.006. Acesso em: 30 mai. 2026.

ASSIS, J. S. de *et al*. **Elaboração e difusão das normas da produção integrada da manga no Brasil**: **colheita e pós-colheita**. Petrolina: Embrapa Semiárido, 2004. Disponível em: http://www.alice.cnptia.embrapa.br/alice/handle/doc/157817. Acesso em: 14 abr. 2026.

AYALA-ZAVALA, J. F. *et al.* Agro-industrial potential of exotic fruit byproducts as a source of food additives. **Food Research International**, v. 44, n. 7, p. 1866–1874, 2011. Disponível em: http://dx.doi.org/10.1016/j.foodres.2011.02.021. Acesso em: 23 mar. 2026.

AYETIGBO, O. *et al*. Comparing characteristics of root, flour and starch of biofortified yellow-flesh and white-flesh cassava variants, and sustainability considerations: a review. **Sustainability**, v. 10, n. 9, art. 3089, 2018. Disponível em: https://doi.org/10.3390/su10093089. Acesso em: 14. Abr. 2026

AZIZ, N. A. A. *et al*. Evaluation of processed green and ripe mango peel and pulp flours (*Mangifera indica* var. Chokanan) in terms of chemical composition, antioxidant compounds and functional properties. **Journal of the Science of Food and Agriculture**, v. 92, n. 3, p. 557–563, 2012. Disponível em: https://doi.org/10.1002/jsfa.4606. Acesso em: 16 mai. 2026.

BAIGTS-ALLENDE, D. K. *et al.* A comparative study of polyphenolic and amino acid profiles of commercial fruit beers. **Journal of Food Composition and Analysis**, v. 100, art. 103921, 2021. Disponível em: https://doi.org/10.1016/j.jfca.2021.103921. Acesso em 23 mar. 2026.

BALASUNDRAM, N.; SUNDRAM, K.; SAMMAN, S. Phenolic compounds in plants and agri-industrial by-products: antioxidant activity, occurrence, and potential uses. **Food Chemistry**, v. 99, n. 1, p. 191–203, 2006. Disponível em: https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2005.07.042. Acesso em: 16 mai. 2026.

BAMFORTH, C. W. (organizador). **Beer**: a quality perspective. Burlington: Academic Press, 2009. 1 v. (Handbook of Alcoholic Beverages Series). ISBN 978-0-12-669201-3.

BEER JUDGE CERTIFICATION PROGRAM. **Guia de Estilos de Cervejas BJCP 2021**. Tradução de Leonardo Moura *et al*. BJCP, 2021. Disponível em: https://www.bjcp.org/. Acesso em: 15 mai. 2026.

BELLO-PÉREZ, L. A.; GARCÍA-SUÁREZ, F. J. L.; AGAMA-ACEVEDO, E. Mango carbohydrates. **Food**, v. 1, n. 1, p. 36–40, 2007.

BELLUT, K. *et al*. On the suitability of alternative cereals, pseudocereals and pulses in the production of alcohol-reduced beers by non-conventional yeasts. **European Food Research and Technology**, v. 245, p. 2549–2564, 2019. Disponível em: https://doi.org/10.1007/s00217-019-03372-3. Acesso em: 15 mai. 2026

BERNARDES-SILVA, A. P. F. *et al*. Starch mobilization and sucrose accumulation in the pulp of Keitt mangoes during postharvest ripening. **Journal of Food Biochemistry**, v. 32, p. 384–395, 2008. Disponível em: https://doi.org/10.1111/j.1745-4514.2008.00175.x. Acesso em: 23 mai. 2026.

BERNARDES-SILVA, A. P. F.; LAJOLO, F. M.; CORDENUNSI, B. R. Evolução dos teores de amido e açúcares solúveis durante o desenvolvimento e amadurecimento de diferentes cultivares de manga. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v. 23, p. 116–120, dez. 2003. Suplemento. Disponível em: https://doi.org/10.1590/S0101-20612003000400022. Acesso em: 23 mai. 2026.

BOGDAN, P.; KORDIALIK-BOGACKA, E. Alternatives to malt in brewing. **Trends in Food Science & Technology**, v. 65, p. 1–9, 2017. Disponível em: https://doi.org/10.1016/j.tifs.2017.05.001. Acesso em: 14 abr. 2026.

BONNEAU, A. *et al*. Aroma compounds in fresh and dried mango fruit (*Mangifera indica* L. cv. Kent): impact of drying on volatile composition. **International Journal of Food Science and Technology**, v. 51, n. 3, p. 789–800, 2016. Disponível em: https://doi.org/10.1111/ijfs.13038. Acesso em: 25 mai. 2026.

BOONYAI, P.; BHANDARI, B.; HOWES, T. Stickiness measurement techniques for food powders: a review. **Powder Technology**, v. 145, n. 1, p. 34-46, 2004. Disponível em: https://doi.org/10.1016/j.powtec.2004.04.039. Acesso em: 25 mai. 2025

BORRÁS-ENRÍQUEZ, A. J. *et al*. Effect of ultrasound-assisted extraction parameters on total polyphenols and its antioxidant activity from mango residues (*Mangifera indica* L. var. Manililla). **Separations**, v. 8, n. 7, p. 94, 2021. Disponível em: https://doi.org/10.3390/separations8070094. Acesso em: 17 jan. 2026.

BRAND-WILLIAMS, W.; CUVELIER, M. E.; BERSET, C. Use of a free radical method to evaluate antioxidant activity. **LWT - Food Science and Technology**, London, v. 28, n. 1, p. 25–30, 1995. Disponível em: http://dx.doi.org/10.1016/S0023-6438(95)80008-5. Acesso em: 30 mai. 2026.

BRASIL. Ministério da Saúde. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. Resolução RDC nº 263, de 22 de setembro de 2005. **Aprova o regulamento técnico para produtos de cereais, amidos, farinhas e farelos.** Diário Oficial da União: seção 1, Brasília, DF, ano 142, n. 184, p. 368-369, 23 set. 2005.

BRASIL. Ministério da Saúde. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. Resolução RDC nº 54, de 12 de novembro de 2012. **Dispõe sobre o Regulamento Técnico sobre Informação Nutricional Complementar**. Diário Oficial da União: seção 1, Brasília, DF, n. 219, p. 122, 13 nov. 2012.

BRASIL. Decreto nº 9.902, de 8 de julho de 2019. **Altera o Anexo ao Decreto nº 6.871, de 4 de junho de 2009, que regulamenta a Lei nº 8.918, de 14 de julho de 1994, que dispõe sobre a padronização, a classificação, o registro, a inspeção, a produção e a fiscalização de bebidas.**, Brasília, DF, 8 julho 2019.

BRASIL. Instrução Normativa nº 65. **Diário Oficial da União**, Brasília, DF, 11 dezembro 2019.

BRASIL. Ministério da Agricultura e Pecuária. **Anuário da Cerveja 2025**: ano referência 2024. Brasília: MAPA/SDA/DIPOV, 2025. 68 p. ISBN 978-85-7991-355-6.

BRITO JÚNIOR, M. R. *et al*. Physicochemical characteristics and antioxidant potential of a fruit beer produced with Juçara (*Euterpe edulis Martius*) fruit pulp. **Brazilian Archives of Biology and Technology**, v. 66, e23220324, p. 1–12, 2023.

Disponível em: https://doi.org/10.1590/1678-4324-2023220324. Acesso em: 25 fev. 2026.

BRIGGS, D. E. *et al*. **Brewing: Science and Practice**. 1ª. ed. Cambridge: Woodhead Publishing Limited, 2004.

CADENAS, R. *et al*. Brewing with starchy adjuncts: its influence on the sensory and nutritional properties of beer. **Foods**, v. 10, n. 8, art. 1726, ago. 2021. Disponível em: https://doi.org/10.3390/foods10081726. Acesso em: 14 abr. 2026.

CÂNDIDO, H. T.; MARZULLO, Y. O. T.; LEONEL, M. Green Banana Flour Technology: from Raw Material to Sensory Acceptance of Products Made with Green Banana Flour in the Brazilian Scenario. Brazilian **Archives of Biology and Technology**, v. 66, e23210543, p. 1–15, 2023. Disponível em: https://doi.org/10.1590/1678-4324-2023210543. Acesso em 20 mar. 2026.

CÁRDENAS-HERNÁNDEZ, E. *et al*. From agroindustrial waste to nutraceuticals: potential of mango seed for sustainable product development. **Trends in Food Science & Technology**, v. 154, p. 104754, dez. 2024. Disponível em: https://doi.org/10.1016/j.tifs.2024.104754. Acesso em: 14 abr. 2026.

CARVALHO, G. B. M. *et al*. Banana as adjunct in beer production: applicability and performance of fermentative parameters. **Applied Biochemistry and Biotechnology**, v. 155, n. 1-3, p. 356–365, 2009. Disponível em: https://doi.org/10.1007/s12010-008-8458-y. Acesso em: 30 mar. 2026.

CASTAÑEDA-VALBUENA, D. *et al*. Ultrasound extraction conditions effect on antioxidant capacity of mango by-product extracts. **Food and Bioproducts Processing**, v. 127, p. 212–224, 2021. Disponível em: https://doi.org/10.1016/j.fbp.2021.03.002. Acesso em: 18 abr. 2026.

CEAGESP. Conheça os benefícios da manga Palmer, produto destaque da semana (21 a 25/10) no atacado da CEAGESP. São Paulo: CEAGESP, 23 out. 2024. Disponível em: https://ceagesp.gov.br/comunicacao/noticias/manga-palmer-destaque-ceagesp-21-a-25-10-2024/. Acesso em: 19 abr. 2026.

CEAGESP. Manga. São Paulo: Hortiescolha, 2025. (Hortipedia). Disponível em: https://ceagesp.gov.br/hortiescolha/hortipedia/manga/. Acesso em: 19 abr. 2026.

CECCARONI, D. *et al*. Specialty rice malt optimization and improvement of rice malt beer aspect and aroma. **LWT – Food Science and Technology**, v. 99, p. 299–305, 2019. Disponível em: https://doi.org/10.1016/j.lwt.2018.09.060. Acesso em: 25 abr. 2025.

CELA, N. *et al*. Gluten-free brewing: Issues and perspectives. **Fermentation**, v. 6, n. 2, p. 53, 2020. Disponível em: https://doi.org/10.3390/fermentation6020053. Acesso em: 19 abr. 2026.

CELA, N. *et al*. Sustainable brewing: valorization of apple pomace and its impact on beer quality and consumers' acceptability. **Future Foods**, v. 12, art. 100785, 2025. Disponível em: https://doi.org/10.1016/j.fufo.2025.100785. Acesso em: 01 mai. 2026.

CERVANOSSA. **Como é produzida**. Disponível em: https://cervanossa.wordpress.com/como-e-produzida-2/. Acesso em: 8 jan. 2025.

CHAKRABORTY, I. *et al*. An insight into the gelatinization properties influencing the modified starches used in food industry: a review. **Food and Bioprocess Technology**, v. 15, p. 1195–1223, 2022. Disponível em: https://doi.org/10.1007/s11947-022-02761-z. Acesso em: 01 mai. 2026.

CHO, J. H. *et al*. Persimmon fruit enhanced quality characteristics and antioxidant potential of beer. **Food Science and Biotechnology**, v. 27, n. 4, p. 1067–1073, 2018. Disponível em: https://doi.org/10.1007/s10068-018-0340-2. Acesso em: 25 abr. 2026.

COLLIN, S. *et al*. Polyphenols and Beer Quality. In: RAMAWAT, K. G.; MÉRILLON, J. M. (ed.). **Natural Products: Phytochemistry, Botany and Metabolism of Alkaloids, Phenolics and Terpenes**. Berlin: Springer, 2013. p. 2333–2359.

COSTA, J. D. S. *et al*. Maturação de mangas 'Palmer' e 'Tommy Atkins' avaliadas por espectroscopia baseada no índice DA. **Revista Iberoamericana de Tecnología Postcosecha**, Hermosillo, v. 20, n. 1, p. 28-40, 2019. Disponível em: https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=81359562003. Acesso em: 14 abr. 2026.

CRESCENTI, M. O que determina uma boa cerveja? 'Lei da pureza' alemã completa 500 anos. **BBC News Brasil**, 2016. Disponivel em: https://www.bbc.com/portuguese/noticias/2016/01/160119_500_anos_lei_cerveja_alemanha_rb. Acesso em: 01 Outubro 2024.

CROONENBERGHS, A. P. *et al*. Fruit beers, beers with or without a co-fermentation step with fruits. **Current Opinion in Biotechnology**, v. 86, art. 103081, 2024. Disponível em: https://doi.org/10.1016/j.copbio.2024.103081. Acesso em: 25 abr. 2026.

D'AMORE, T. *et al*. A study of ethanol tolerance in yeast. **Critical Reviews in Biotechnology**, v. 9, n. 4, p. 287–304, 1989. Disponível em: https://doi.org/10.3109/07388558909036740. Acesso em: 26 abr. 2026.

DA-SILVA, J. R. *et al*. Mandacaru fruit pulp (*Cereus jamacaru D.C.*) as an adjunct and its influence on beer properties. **Food Chemistry**, v. 406, art. 135066, 2023. Disponível em: https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2022.135066. Acesso em: 13 fev. 2026.

DENG, Y. *et al*. Composition and biochemical properties of ale beer enriched with lignans from *Schisandra chinensis* Baillon (omija) fruits. **Food Science and Biotechnology**, v. 29, n. 5, p. 609–617, 2020. Disponível em: https://doi.org/10.1007/s10068-019-00714-5. Acesso em: 28 abr. 2026.

DIOMANDE, M. *et al*. Mango peel and almond flour (Mangifera indica var Amelie, Kent, Keitt, Brooks) harvested, processed in north of cote d'ivoire: biochemical parameters and mineral content. **Asian Food Science Journal**, v. 20, n. 6, p. 1–9, 2021. Disponível em: https://doi.org/10.9734/afsj/2021/v20i630304. Acesso em: 14 abr. 2026.

DRAGONE, G.; SILVA, J. B. D. A. Cerveja. In: VENTURINI, W. G. **Bebidas Alcoólicas:** Ciência e Tecnologia. 2ª. ed. São Paulo: Blucher, v. 1, 2013. p. 15-50.

DREWNOWSKI, A.; GOMEZ-CARNEROS, C. Bitter taste, phytonutrients, and the consumer: a review. **The American Journal of Clinical Nutrition**, v. 72, n. 6, p. 1424–1435, 2000. Disponível em: https://doi.org/10.1093/ajcn/72.6.1424. Acesso em: 01 mai. 2026.

DUBERY, I. A.; VAN RENSBURG, L. J.; SCHABORT, J. C. Malic enzyme activity and related biochemical aspects during ripening of γ-irradiated mango fruit. **Phytochemistry**, v. 23, n. 7, p. 1383–1386, 1984.

DUCRUET, J. *et al*. Amber ale beer enriched with goji berries: the effect on bioactive compound content and sensorial properties. **Food Chemistry**, v. 226, p. 109–118, 2017. Disponível em: http://dx.doi.org/10.1016/j.foodchem.2017.01.047. Acesso em: 26 abr. 2026.

EUROPEAN BREWERY CONVENTION. **Analytica-EBC**. Nuremberg: Fachverlag Hans Carl, 2005.

FALTERMAIER, A. *et al*. Common wheat (*Triticum aestivum* L.) and its use as a brewing cereal: a review. **Journal of the Institute of Brewing**, v. 120, n. 1, p. 1–15, 2014. Disponível em: https://doi.org/10.1002/jib.107. Acesso em: 29 abr. 2026.

FAO (FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION OF THE UNITED NATIONS. **FAOSTAT: Production-Crops**. FAO. 2026.

FERREIRA, D. F. Sisvar: a computer statistical analysis system. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 35, n. 6, p. 1039-1042, nov./dez. 2011. Disponível em: https://doi.org/10.1590/S1413-70542011000600001. Acesso em 15 jun. 2026.

FILHO, I. K. *et al*. Determination and chemometric evaluation of the mineral profile of maize flours. **Journal of Food Composition and Analysis**, v. 92, art. 103579, 2020. Disponível em: https://doi.org/10.1016/j.jfca.2020.103579. Acesso em: 05 mai. 2026.

FLORI, J. E.; RESENDE, G. M. de. Mercado e comercialização. *In*: BORGES, A. L.; CORDEIRO, Z. J. M. (ed.). **Sistema orgânico de produção de manga para a Região da Chapada Diamantina, Bahia**. Cruz das Almas, BA: Embrapa Mandioca e Fruticultura, 2020. p. 1-10. (Embrapa Mandioca e Fruticultura Sistema de Produção, 49). Disponível em: http://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/infoteca/handle/doc/1130650. Acesso em: 15 jun. 2026.

FORSYTH, J. **Cerveja Frutada**. Mintel, 2017. Disponível em: https://brasil.mintel.com/blog/noticias-mercado-alimentos-bebidas/cerveja-frutada. Acesso em: 10 mai. 2026.

GALANAKIS, C. M. Recovery of high added-value components from food wastes: conventional, emerging technologies and commercialized applications. **Trends in**

**Food Science & Technology**, v. 26, n. 2, p. 68–87, 2012. Disponível em: https://doi.org/10.1016/j.tifs.2012.03.003. Acesso em: 30 mar. 2026.

GASINSKI, A. *et al*. Volatile compounds content, physicochemical parameters, and antioxidant activity of beers with addition of mango fruit (*Mangifera indica*). **Molecules**, v. 25, n. 13, p. 3033, 2020. Disponível em: https://doi.org/10.3390/molecules25133033. Acesso em: 30 mar. 2026.

GEERKENS, C. H. *et al*. Influence of cultivar, ripeness, blanching, drying, irradiation, and pectin recovery on alk(en)ylresorcinols in mango peels. **European Food Research and Technology**, v. 240, n. 6, p. 1235–1245, 2015. Disponível em: https://doi.org/10.1007/s00217-015-2426-x. Acesso em: 02 mai. 2026

GUIDO, L. F. *et al*. An early development of the nonenal potential in the malting process. **European Food Research and Technology**, v. 220, n. 2, p. 200–206, 2005. Disponível em: https://doi.org/10.1007/s00217-004-1079-y. Acesso em: 27 abr. 2026.

HABSCHIED, K. *et al*. Functional beer: a review on possibilities. **Beverages**, v. 6, n. 3, p. 51, 2020. Disponível em: https://doi.org/10.3390/beverages6030051. Acesso em: 30 mar. 2026.

HABSCHIED, K. *et al*. Beer polyphenols: bitterness, astringency, and off-flavors. **Beverages**, v. 7, n. 2, art. 38, 2021. Disponível em: https://doi.org/10.3390/beverages7020038. Acesso em: 30 mar. 2026.

HASAN, M. M. *et al*. Fortification of bread with mango peel and pulp as a source of bioactive compounds: a comparison with plain bread. **Food Chemistry Advances**, v. 5, e100783, p. 1–8, 2024. Disponível em: https://doi.org/10.1016/j.focha.2024.100783. Acesso em: 23 mar. 2026.

HILL, A. E.; STEWART, G. G. Free amino nitrogen in brewing. **Fermentation**, v. 5, n. 1, art. 22, 2019. Disponível em: https://doi.org/10.3390/fermentation5010022. Acesso em: 20 abr. 2026.

IBGE (INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA). **Produção agrícola municipal**. IBGE. 2024.

INSTITUTO ADOLFO LUTZ. **Métodos físico-químicos para análise de alimentos**. 4. ed. São Paulo: Instituto Adolfo Lutz, 2008. 1020 p.

IZIDORO, M. *et al*. Nutritional and technological properties of pulp and peel flours from different mango cultivars. **Food Science and Technology**, Campinas, v. 43, e107922, p. 1-10, 2023. Disponível em: https://doi.org/10.1590/fst.107922. Acesso em: 28 mar. 2026.

JAHURUL, M. H. A. *et al*. Mango (*Mangifera indica L.*) by-products and their valuable components: a review. Food Chemistry, v. 183, p. 173–180, 2015. Disponível em: https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2015.03.046. Acesso em: 28 mar. 2026.

JAHN, A. *et al*. Antioxidant content of aronia infused beer. **Fermentation**, v. 6, n. 3, art. 71, 2020. Disponível em: https://doi.org/10.3390/fermentation6030071. Acesso em: 01 mai. 2026.

JUNG, K.-M. *et al*. Influence of peach (*Prunus persica* L. Batsch) fruit addition on quality characteristics and antioxidant activities of beer. **International Journal of Sciences**, v. 3, n. 10, p. 186–191, 2017. Disponível em: https://doi.org/10.18483/ijSci.1411. Acesso em: 30 abr. 2026.

JUNIOR, A. A. D.; VIEIRA, A. G.; FERREIRA, T. P. Processo de produção de cerveja. **Processos Químicos**, v. 3, n. 6, p. 61–71, 2009. Disponível em: https://doi.org/10.19142/rpq.v03i06.p61-71.2009. Acesso em: 25 fev. 2026.

KAWA-RYGIELSKA, J. *et al*. Physicochemical and antioxidative properties of Cornelian cherry beer. **Food Chemistry**, v. 281, p. 147–153, 2019. Disponível em: https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2018.12.093. Acesso em; 27 abr. 2026.

KIRIN HOLDINGS. **Gobal beer production by country in 2022**. Kirin Beer University Report, 2023. Disponivel em: https://www.kirinholdings.com/en/newsroom/release/2023/1222_04.html. Acesso em: 21 abr. 2026.

KIST, B. B.; FARDIN, I. **Anuário Brasileiro de Horti&fruti 2025**. Santa Cruz do Sul: Gazeta Santa Cruz, 88 p., 2025.

KUČUK, N. *et al*. Mango Peels as an Industrial By-Product: A Sustainable Source of Compounds with Antioxidant, Enzymatic, and Antimicrobial Activity. **Foods**, v. 13, n. 4, art. 553, 2024. Disponível em: https://doi.org/10.3390/foods13040553. Acesso em: 02 abr. 2026.

KULATHUNGA, J.; REUHS, B. L.; SIMSEK, S. A review: Novel trends in hulled wheat processing for value addition. **Trends in Food Science & Technology**, v. 106, p. 232–241, 2020. Disponível em: https://doi.org/10.1016/j.tifs.2020.09.033. Acesso em: 30 abr. 2026.

KUNZE, W. **Technology Brewing and Malting**. 3ª. ed. Berlim: VBL Berlim, 2004.

LARIO, Y. *et al*. Preparation of high dietary fiber powder from lemon juice by-products. **Innovative Food Science & Emerging Technologies**, v. 5, n. 1, p. 113-117, 2004. Disponível em: https://doi.org/10.1016/j.ifset.2003.08.001. Acesso em: 28 abr. 2026.

LEBAKA, V. R. *et al*. Nutritional composition and bioactive compounds in three different parts of mango fruit. **International Journal of Environmental Research and Public Health**, v. 18, n. 2, art. 741, p. 1–20, 2021. Disponível em: https://doi.org/10.3390/ijerph18020741. Acesso em: 25 mar. 2026.

LESSCHAEVE, I.; NOBLE, A. C. Polyphenols: factors influencing their sensory properties and their effects on food and beverage preferences. **The American Journal of Clinical Nutrition**, v. 81, n. 1, p. 330S–335S, 2005. Disponível em: https://doi.org/10.1093/ajcn/81.1.330S. Acesso em: 23 abr. 2026.

LI, G.; LIU, F Changes in organic acids during beer fermentation. **Journal of the American Society of Brewing Chemists**, v. 73, n. 3, p. 275–279, 2015. Disponível em: https://doi.org/10.1094/ASBCJ-2015-0509-01. Acesso em: 03 mai. 2026.

LI, J. Y. *et al*. Effect of proanthocyanidins on yeast metabolism, $H^+$-ATPase activity, and wine fermentation. **American Journal of Enology and Viticulture**, v. 62, n. 4, p. 512–518, 2011. Disponível em: https://doi.org/10.5344/ajev.2011.11021. Acesso em: 03 mai. 2026.

LIMA, U. D. A.; BASSO, L. C.; AMORIM, H. V. Produção de Etanol. In: LIMA, U. D. A., et al. **Biotecnologia Industrial:** Processos Fermentativos e Enzimáticos. 6ª. ed. São Paulo: Blucher, v. 3, 2014. Cap. 1, p. 1-43.

LOSSOLLI, N. A. B. Processamento de frutos de diferentes cultivares de manga para obtenção e caracterização dos amidos da polpa e da amêndoa. 2022. 75 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia) – Faculdade de Ciências Agronômicas, Universidade Estadual Paulista, Botucatu, 2022.

LOSSOLLI, N. A. B. *et al*. Cultivars and fruit part as differentiating factors of physicochemical characteristics of mango starches. **Horticulturae**, v. 9, n. 1, art. 69, 2023. Disponível em: https://doi.org/10.3390/horticulturae9010069. Acesso em: 26 mar. 2026.

LOSSOLLI, N. A. B. *et al*. Exploring differences in the physicochemical and nutritional properties of mango flours and starches. **Food Science and Technology International**, p. 1–15, 2024. Disponível em: https://doi.org/10.1177/10820132241259055. Acesso em 09 abr. 2026.

LU, X. *et al*. The role of protein and its hydrolysates in regulating the digestive properties of starch: a review. **Trends in Food Science & Technology**, v. 125, p. 54–65, 2022. Disponível em: https://doi.org/10.1016/j.tifs.2022.04.027. Acesso em: 01 mai. 2026.

MACGREGOR, A. W.; BAZIN, S. L.; IZYDORCZYK, M. Gelatinisation characteristics and enzyme susceptibility of different types of barley starch in the temperature range 48–72 °C. **Journal of the Institute of Brewing**, v. 108, n. 1, p. 43-47, 2002. Disponível em: https://doi.org/10.1002/j.2050-0416.2002.tb00121.x. Acesso em: 05 mai. 2026.

MAITREE, N.; NARUETHARADHOL, P.; WONGSAICHIA, S. Encouraging sustainable consumption: Investigating consumer inclination to purchase products made from mango wastes. **Cleaner Materials**, v. 11, p. 100232, 2024. Disponível em: https://doi.org/10.1016/j.clema.2024.100232. Acesso em: 09 mai. 2026.

MALDONADO-CELIS, M. E. *et al*. Chemical composition of mango (*Mangifera indica L.*) fruit: nutritional and phytochemical compounds. **Frontiers in Plant Science**, v. 10, art. 1073, out. 2019. Disponível em: https://doi.org/10.3389/fpls.2019.01073. Acesso em: 20 mar. 2026.

MARÍN, A. C. *et al.* Physico-chemical and sensory characterization of a fruit beer obtained with the addition of Cv. Lambrusco Grapes Must. **Beverages**, v. 7, n. 2, art.

34, 2021. Disponível em: https://doi.org/10.3390/beverages7020034. Acesso em 27 abr. 2026.

MARTÍNEZ, A. *et al*. Physicochemical characterization of special persimmon fruit beers using bohemian pilsner malt as a base. **Journal of the Institute of Brewing**, v. 123, n. 3, p. 319–327, 2017. Disponível em: https://doi.org/10.1002/jib.434. Acesso em: 01 mai. 2026.

MEDINA, K. *et al*. Commercial craft beers produced in Uruguay: Volatile profile and physicochemical composition. **Food Research International**, Ottawa, v. 164, p. 112349, 2023. Disponível em: https://doi.org/10.1016/j.foodres.2022.112349. Acesso em: 18 mar. 2026.

MEILGAARD, M. C.; CIVILLE, G. V.; CARR, B. T. **Sensory evaluation techniques**. 5. ed. Boca Raton: CRC Press, 2016. *E-book*. ISBN 978-1-4822-1691-2.

MEKOUE NGUELA, J. *et al*. Effect of grape must polyphenols on yeast metabolism during alcoholic fermentation. **Food Research International**, v. 121, p. 226–235, 2019. Disponível em: https://doi.org/10.1016/j.foodres.2019.03.038. Acesso em: 03 mai. 2026.

MINITAB, LLC. **Minitab® Statistical Software (Versão 19)** [Software]. State College: Minitab, LLC, 2019. Disponível em: https://www.minitab.com. Acesso em: 22 jun. 2026.

MITRA, S. K. **Postharvest physiology and storage of tropical and subtropical fruits**. London: CAB International, 1997.

MITRA, S. K. Mango production in the world: present situation and future prospect. **Acta Horticulturae**, n. 1111, p. 287–296, 2016. Disponível em: https://doi.org/10.17660/ActaHortic.2016.1111.41. Acesso em: 22 mar. 2026.

MOOMIN, A.; ABBEY, L. D.; AMEY, N. K. Relation of harvesting time on physicochemical properties of Haden, Kent, Palmer and Keitt mango varieties for export and local markets. **Journal of Horticulture and Postharvest Research**, v. 4, n. 1, p. 87-100, 2021. Disponível em: https://doi.org/10.22077/jhpr.2020.3170.1126. Acesso em: 04 mai. 2026.

MORADO, R. **Larousse da cerveja:** a história e as curiosidades de uma das bebidas mais populares do mundo. 1ª. ed. São Paulo: Alaúde, 2017.

MORDOR INTELLIGENCE. **Tamanho do Mercado de Cerveja Artesanal**: relatório da indústria sobre participação, tendências de crescimento e análises de previsões (2025 - 2030). 2025. Disponível em: https://www.mordorintelligence.com/pt/industry-reports/craft-beer-market. Acesso em: 10 mai. 2026.

MOSHER, M.; TRANTHAM, K. **Brewing science: A multidisciplinary approach**. Cham, Switzerland: Springer International Publishing, 2018.

MOUCO, M. A. do C. (ed.). **Cultivo da mangueira**. Petrolina: Embrapa Semi-Árido, 2004. 1 v. (Sistemas de Produção, 2). Disponível em: https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/111770/1/Cultivo-da-Mangueira-Sistema-de-producao.pdf. Acesso em: 19 abr. 2026.

MOUCO, M. A. do C. (ed.). **Cultivo da mangueira**. 3. ed. Petrolina: Embrapa Semiárido, 2015. 417 p. (Sistemas de Produção, 2). Disponível em: http://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/infoteca/handle/doc/1031747. Acesso em: 19 abr. 2026.

MOUSIA, Z. *et al*. The effect of milling parameters on starch hydrolysis of milled malt in the brewing process. **Process Biochemistry**, v. 39, n. 12, p. 2213–2219, 2004. Disponível em: https://doi.org/10.1016/j.procbio.2003.11.015. Acesso em: 29 mar. 2026.

MUZAFFAR, K.; NAYIK, G. A.; KUMAR, P. Stickiness problem associated with spray drying of sugar and acid rich foods: a mini review. **Journal of Nutrition & Food Sciences**, v. 5, num. esp. 12, p. 1-4, 2015. Disponível em: https://doi.org/10.4172/2155-9600.1000S12003. Acesso em: 13 jun. 2026.

MWAURAH, P. W. *et al*. Physicochemical characteristics, bioactive compounds and industrial applications of mango kernel and its products: A review. **Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety**, v. 19, n. 5, p. 2421–2446, 2020. Disponível em: https://doi.org/10.1111/1541-4337.12598. Acesso em: 10 mar. 2026.

NARDINI, M.; GARAGUSO, I. Characterization of bioactive compounds and antioxidant activity of fruit beers. **Food Chemistry**, v. 305, art. 125437, 2020.

Disponível em: https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2019.125437. Acesso em: 28 mar. 2026.

NELSON, N. A photometric adaptation of the Somogyi method for the determination of glucose. **The Journal of Biological Chemistry**, v. 153, n. 1, p. 375–380, 1944.

NIETO-VILLEGAS, R.; BERNABÉU, R.; RABADÁN, A. Effects on beer attribute preferences of consumers' attitudes towards sustainability: the case of craft beer and beer packaging. **Journal of Agriculture and Food Research**, v. 21, p. 1–7, 2024. Disponível em: https://doi.org/10.1016/j.jafr.2024.101050. Acesso em: 30 mar. 2026.

NOCENTE, F. *et al*. Upcycling of brewers' spent grain by production of dry pasta with higher nutritional potential. **LWT – Food Science and Technology**, v. 114, p. 108421, 2019. Disponível em: https://doi.org/10.1016/j.lwt.2019.108421. Acesso em: 25 mar. 2026.

NOOR, S. A. A.; SITI, N. M.; MAHMAD, N. J. Chemical composition, antioxidant activity and functional properties of mango (*Mangifera indica* L. var Perlis Sunshine) peel flour (MPF). **Applied Mechanics and Materials**, v. 754-755, p. 1065–1070, 2015. Disponível em: https://doi.org/10.4028/www.scientific.net/AMM.754-755.1065. Acesso em: 26 abr. 2026.

NUNES, C. S. O. *et al*. Potential applicability of cocoa pulp (*Theobroma cacao* L) as an adjunct for beer production. **The Scientific World Journal**, v. 2020, art. 3192585, 2020. Disponível em: https://doi.org/10.1155/2020/3192585. Acesso em: 26 abr. 2026.

OCLOO, F. C. K.; AYERNOR, G. S. Physical, chemical and microbiological changes in alcoholic fermentation of sugar syrup from cassava flour. **African Journal of Biotechnology**, v. 7, n. 2, p. 164–168, 2008.

OLADOKUN, O. *et al*. The impact of hop bitter acid and polyphenol profiles on the perceived bitterness of beer. **Food Chemistry**, v. 205, p. 212–220, 2016. Disponível em: http://dx.doi.org/10.1016/j.foodchem.2016.03.023. Acesso em: 30 mar. 2026.

OLIVER, G. **A mesa do mestre cervejeiro:** descobrindo os prazeres das cervejas e das comidas verdadeiras. São Paulo: Senac São Paulo, v. 1, 2012.

OLIVER, G. **O Guia Oxford da Ceveja**. 1ª. ed. São Paulo: Blucher, 2020.

PAIVA, R. A. M.; MUTZ, Y. S.; CONTE-JUNIOR, C. A. A review on the obtaining of functional beers by addition of non-cereal adjuncts rich in antioxidant compounds. **Antioxidants**, Basel, Switzerland, v. 10, n. 9, p. 1332, 2021. Disponível em: https://doi.org/10.3390/antiox10091332. Acesso em: 22 mar. 2026.

PANDEY, K. B.; RIZVI, S. I. Plant polyphenols as dietary antioxidants in human health and disease. **Oxidative Medicine and Cellular Longevity**, v. 2, n. 5, p. 270–278, 2009. Disponível em: https://doi.org/10.4161/oxim.2.5.9498. Acesso em: 01 mai. 2026.

PARK, J.-W. *et al*. Fermentation properties of beer produced from Korean two-row barley or malt (Gwangmaek) supplemented with Korean red ginseng extracts and Bokbunja (*Rubus coreanus Miquel*) juice. **Korean Journal of Food Science and Technology**, v. 51, n. 6, p. 596–603, 2019. Disponível em: https://doi.org/10.9721/KJFST.2019.51.6.596. Acesso em: 05 mai. 2026.

PATIÑO-RODRÍGUEZ, O. *et al*. Unripe mango kernel starch: partial characterization. **Food Hydrocolloids**, v. 101, art. 105512, 2020. Disponível em: https://doi.org/10.1016/j.foodhyd.2019.105512. Acesso em: 02 abr. 2026.

PÉREZ-MEZA, N. B. *et al*. The Nutritional, Mineral, and Nutraceutical Quality Is Differentially Affected by the Mango Cultivar. **Horticulturae**, v. 10, n. 10, p. 1082, 2024. Disponível em: https://doi.org/10.3390/horticulturae10101082. Acesso em: 10 abr. 2026.

PRASAD, R. et al. Minerals in plant and human nutrition and health. Peachtree Corners: **International Plant Nutrition Institute**, 2016.

PRASANNA, V.; PRABHA, T. N.; THARANATHAN, R. N. Pectic polysaccharides of mango (*Mangifera indica* L.): structural studies. **Journal of the Science of Food and Agriculture**, v. 84, p. 1731–1735, 2004. Disponível em: https://doi.org/10.1002/jsfa.1874. Acesso em: 15 abr. 2026.

PRASHANTH, L. *et al*. A review on role of essential trace elements in health and disease. **Journal of Dr. NTR University of Health Sciences**, v. 4, n. 2, p. 75–85,

2015. Disponível em: https://doi.org/10.4103/2277-8632.158577. Acesso em: 30 mar. 2026.

PULIGUNDLA, P. *et al*. Biotechnological potentialities and valorization of mango peel waste: a review. **Sains Malaysiana**, v. 43, n. 12, p. 1901–1906, 2014. Disponível em: https://doi.org/10.17576/jsm-2014-4312-12. Acesso em: 25 abr. 2026.

RADU, E.-D. *et al*. Unconventional raw materials used in beer and beer-like beverages production: Impact on metabolomics and sensory profile. **Food research international (Ottawa, Ont.)**, v. 183, n. 114203, p. 114203, 2024. Disponível em: https://doi.org/10.1016/j.foodres.2024.114203. Acesso em: 22 fev. 2026.

RE, R. *et al*. Antioxidant activity applying an improved ABTS radical cation decolorization assay. **Free Radical Biology and Medicine**, v. 26, n. 9-10, p. 1231–1237, 1999. Disponível em: https://doi.org/10.1016/S0891-5849(98)00315-3. 05 mai. 2026.

REBELLO, F. D. F. P. Produção de cerveja. **Revista Agroambiental**, v. 1, n. 3, p. 1–11, 2009. Disponível em: https://doi.org/10.18406/2316-1817v1n32009224. Acesso em: 22 fev. 2026.

RIBEIRO, S. M. R. *et al*. Phenolic compounds and antioxidant capacity of Brazilian mango (*Mangifera indica* L.) varieties. **Food Chemistry**, v. 110, n. 3, p. 620–626, 2008. Disponível em: https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2008.02.067. Acesso em: 29 mar. 2026.

ROSA, N. A.; AFONSO, J. C. A química da cerveja. **Química Nova na Escola**, São Paulo, v. 37, n. 2, p. 98–105, 2015. Disponível em: http://dx.doi.org/10.5935/0104-8899.20150030. Acesso em: 22 fev. 2026.

RUTA, L. L.; FARCASANU, I. C. Anthocyanins and anthocyanin-derived products in yeast-fermented beverages. **Antioxidants**, v. 8, n. 6, p. 182, 2019. Disponível em: https://doi.org/10.3390/antiox8060182. Acesso em: 30 mar. 2026.

SALEEM-DAR, M. *et al*. Nutrient and flavor content of mango (*Mangifera indica* L.) cultivars: an appurtenance to the list of staple foods. *In*: SIMMONDS, M. S. J.; PREEDY, V. R. (ed.). **Nutritional composition of fruit cultivars**. Academic Press,

2016. cap. 19, p. 445–468. Disponível em: https://doi.org/10.1016/B978-0-12-408117-8.00019-2. Acesso em: 02 mai. 2026

SANOU, M. *et al*. Biochemical properties and biotechnological potential of mango biowastes for economical valorization in Burkina Faso. **Waste and Biomass Valorization**, v. 16, p. 53–73, 2025. Disponível em: https://doi.org/10.1007/s12649-024-02691-1. Acesso em: 02 mai. 2026.

SANTOS, D. B. dos *et al*. Caracterização físico-química dos estádios de maturação da manga 'Tommy Atkins' produzida no município de Iaçú-BA. **Magistra**, Cruz das Almas, v. 20, n. 4, p. 342-348, out./dez. 2008.

SANTOS, D. R. N. dos et al. Physicochemical characterization of craft beers produced with passion fruit (*Passiflora edulis Sims*). **Journal of Experimental Agriculture International**, v. 44, n. 2, p. 16–23, 2022. Disponível em: https://doi.org/10.9734/JEAI/2022/v44i230794. Acesso em: 29 mar. 2026.

SARANRAJ, P.; MURUGADOSS, N. Fermentation of fruit wine and its quality analysis: a review. **Australian Journal of Science and Technology**, v. 1, n. 2, p. 85–97, 2017.

SCHÖN, A. *et al*. Impact of Nitrogen Supplementation and Reduced Particle Size on Alcoholic Fermentation and Aroma in Nitrogen-Poor Apple and Pear Mashes. **Beverages**, v. 10, n. 4, p. 93, 2024. Disponível em: https://doi.org/10.3390/beverages10040093. Acesso em: 03 mai. 2026.

SILVA, L. M. R. *et al*. Quantification of bioactive compounds in pulps and by-products of tropical fruits from Brazil. **Food Chemistry**, v. 143, p. 398–404, 2014. Disponível em: https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2013.08.001. Acesso em: 14 abr. 2026.

SILVA, M. J. S. da. **Produção de cerveja artesanal tipo Weiss adicionada de manga cv. Espada**. 2020. 154 f. Tese (Doutorado em Engenharia Agrícola) – Unidade Acadêmica de Engenharia Agrícola, Universidade Federal de Campina Grande, Campina Grande, 2020.

SIMÕES, W. L. *et al*. Fruit yield and quality of Palmer mango trees under different irrigation systems. **Comunicata Scientiae**, Bom Jesus, v. 11, 2020. Disponível em: https://doi.org/10.14295/CS.v11i0.3254. Acesso em: 12 abr. 2026.

SINDICATO NACIONAL DA INDÚSTRIA DA CERVEJA (SINDICERV). **Manual para o registro de cervejas junto ao MAPA, através do SIPEAGRO**. SINDICERV. p. 61. 2020.

SINDICATO NACIONAL DA INDÚSTRIA DA CERVEJA (SINDICERV). **O setor em números**. 2026. Disponível em: https://sindicerv.com.br/o-setor-em-numeros/. Acesso em: 10 mai. 2026.

SINGLETON, V. L.; ROSSI, J. A. Colorimetry of total phenolics with phosphomolybdic-phosphotungstic acid reagents. **American Journal of Enology and Viticulture**, v. 16, n. 3, p. 144–158, 1965. Disponível em: https://doi.org/10.5344/ajev.1965.16.3.144. Acesso em: 29 mai. 2026.

SOMOGYI, M. A new reagent for the determination of sugar. **The Journal of Biological Chemistry**, v. 160, n. 1, p. 61–68, 1945.

SOUSA, A. S. B. *et al*. Phenolic compounds and antioxidant activity as discriminating markers and adding value of mango varieties. Scientia **Horticulturae**, v. 287, art. 110259, 2021. Disponível em: https://doi.org/10.1016/j.scienta.2021.110259. Acesso em: 29 mai. 2026.

STUBITS, M.; TENG, J.; PEREIRA, J. Characterization of Malt Grist Fractions. **Journal of the American Society of Brewing Chemists**. v. 44, p. 12-15, 1986.

SU, L. *et al*. Total phenolic contents, chelating capacities, and radical-scavenging properties of black peppercorn, nutmeg, rosehip, cinnamon and oregano leaf. **Food Chemistry**, v. 99, n. 4, p. 990–997, 2007. Disponível em: https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2005.10.058. Acesso em: 29 mai. 2026.

TROESTER, Kai. **Refractometer Brix reading to wort Plato and SG conversion table**. Braukaiser, 2012. Disponível em:

https://braukaiser.com/documents/Kaiser_Brix_Plato_SG_table.pdf. Acesso em: 24 jun. 2026.

TSCHOPE, E. C. **Microcervejarias e Cervejarias:** a História, a Arte e a Tecnologia. 1ª. ed. São Paulo: Aden, 2001.

VELJOVIC, M. *et al*. The possibility of producing a special type of beer made from wort with the addition of grape must. **Journal of the Institute of Brewing**, v. 116, n. 4, p. 440–444, 2010. Disponível em: https://doi.org/10.1002/j.2050-0416.2010.tb00795.x. Acesso em: 22 abr. 2026.

VENTURINI, W. G.; CEREDA, M. P. Cerveja. In: AQUARONE , E., et al. **Biotecnologia Industrial**. 6ª. ed. São Paulo: Blucher, v. 4, 2014. Cap. 4, p. 91-144.

VINUTHA, T. *et al*. Thermal treatments reduce rancidity and modulate structural and digestive properties of starch in pearl millet flour. **International Journal of Biological Macromolecules**, v. 195, p. 207–216, 2022. Disponível em: https://doi.org/10.1016/j.ijbiomac.2021.12.011. Acesso em: 13 abr. 2026.

WANNENMACHER, J.; GASTL, M.; BECKER, T. Phenolic substances in beer: Structural diversity, reactive potential and relevance for brewing process and beer quality. **Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety**, v. 17, n. 4, p. 953–988, 2018. Disponível em: https://doi.org/10.1111/1541-4337.12352. Acesso em: 29 mar. 2026.

WILLAERT, R.; NEDOVIC, V. A. Primary beer fermentation by immobilised yeast – a review on flavour formation and control strategies. **Journal of Chemical Technology and Biotechnology**, v. 81, n. 8, p. 1353–1367, 2006. Disponível em: https://doi.org/10.1002/jctb.1582. Acesso em: 02 abr. 2026.

WILLAERT, R. The beer brewing process: wort production and beer fermentation. *In*: HUI, Y. H. (editor). **Handbook of food products manufacturing**. Hoboken: John Wiley & Sons, 2007. cap. 20, p. 443-506.

XU, K. *et al*. Cloudy wheat beer enriched with okra [*Abelmoschus esculentus* (L.) Moench]: effects on volatile compound and sensorial attributes. **International Journal of Food Properties**, v. 21, n. 1, p. 289–300, 2018. Disponível em: https://doi.org/10.1080/10942912.2018.1454468. Acesso em: 09 mai. 2026.

YANG, D.; GAO, X. Research progress on the antioxidant biological activity of beer and strategy for applications. **Trends in Food Science & Technology**, v. 110, p. 754–764, 2021. Disponível em: https://doi.org/10.1016/j.tifs.2021.02.048. Acesso em: 05 mai. 2026.

YIN, H. *et al*. Improving oxidative stability and sensory properties of ale beer by enrichment with dried red raspberries (*Rubus idaeus* L.). **Journal of the American Society of Brewing Chemists**, v. 79, n. 4, p. 370–377, 2021. Disponível em: https://doi.org/10.1080/03610470.2020.1864801. Acesso em: 06 mai. 2026.

YORKE, J.; COOK, D.; FORD, R. Brewing with unmalted cereal adjuncts: sensory and analytical impacts on beer quality. **Beverages**, v. 7, n. 1, art. 4, 2021. Disponível em: https://doi.org/10.3390/beverages7010004. Acesso em: 09 mai. 2026.

ZAPATA, M. B. *et al*. Effect of storage time on physicochemical, sensorial, and antioxidant characteristics, and composition of mango (cv. Azúcar) juice. **Emirates Journal of Food and Agriculture**, v. 29, n. 5, p. 367–377, 2017. Disponível em: https://doi.org/10.9755/ejfa.2016-09-1256. Acesso em: 18 abr. 2026.

ZHAO, X. *et al*. What happens when fruit married with beer? **International journal of gastronomy and food science**, v. 32, n. 100716, p. 100716, 2023. Disponível em: https://doi.org/10.1016/j.ijgfs.2023.100716. Acesso em: 20 mar. 2026.

ZOECKLEIN, B. W. et al. Phenolic compounds and wine color. In: ZOECKLEIN, B. W. et al. **Production Wine Analysis**. Boston: Springer, 1990. p. 129–168. Disponível em: https://doi.org/10.1007/978-1-4615-8146-8_7. Acesso em: 09 mai. 2026.