

Carla Cristina Bauermann Brasil
(Organizadora)



ALIMENTOS: TOXICOLOGIA E MICROBIOLOGIA & QUÍMICA E BIOQUÍMICA

Carla Cristina Bauermann Brasil
(Organizadora)



ALIMENTOS: TOXICOLOGIA E MICROBIOLOGIA & QUÍMICA E BIOQUÍMICA

Editora chefe

Profª Drª Antonella Carvalho de Oliveira

Editora executiva

Natalia Oliveira

Assistente editorial

Flávia Roberta Barão

Bibliotecária

Janaina Ramos

Projeto gráfico

Camila Alves de Cremo

Daphynny Pamplona

Gabriel Motomu Teshima

Luiza Alves Batista

Natália Sandrini de Azevedo

Imagens da capa

iStock

Edição de arte

Luiza Alves Batista

2022 by Atena Editora

Copyright © Atena Editora

Copyright do texto © 2022 Os autores

Copyright da edição © 2022 Atena Editora

Direitos para esta edição cedidos à Atena Editora pelos autores.

Open access publication by Atena Editora



Todo o conteúdo deste livro está licenciado sob uma Licença de Atribuição Creative Commons. Atribuição-Não-Comercial-Não-Derivativos 4.0 Internacional (CC BY-NC-ND 4.0).

O conteúdo dos artigos e seus dados em sua forma, correção e confiabilidade são de responsabilidade exclusiva dos autores, inclusive não representam necessariamente a posição oficial da Atena Editora. Permitido o *download* da obra e o compartilhamento desde que sejam atribuídos créditos aos autores, mas sem a possibilidade de alterá-la de nenhuma forma ou utilizá-la para fins comerciais.

Todos os manuscritos foram previamente submetidos à avaliação cega pelos pares, membros do Conselho Editorial desta Editora, tendo sido aprovados para a publicação com base em critérios de neutralidade e imparcialidade acadêmica.

A Atena Editora é comprometida em garantir a integridade editorial em todas as etapas do processo de publicação, evitando plágio, dados ou resultados fraudulentos e impedindo que interesses financeiros comprometam os padrões éticos da publicação. Situações suspeitas de má conduta científica serão investigadas sob o mais alto padrão de rigor acadêmico e ético.

Conselho Editorial**Ciências Agrárias e Multidisciplinar**

Prof. Dr. Alexandre Igor Azevedo Pereira – Instituto Federal Goiano

Profª Drª Amanda Vasconcelos Guimarães – Universidade Federal de Lavras

Profª Drª Andrezza Miguel da Silva – Universidade do Estado de Mato Grosso

Prof. Dr. Arinaldo Pereira da Silva – Universidade Federal do Sul e Sudeste do Pará

Prof. Dr. Antonio Pasqualetto – Pontifícia Universidade Católica de Goiás

Profª Drª Carla Cristina Bauermann Brasil – Universidade Federal de Santa Maria



Prof. Dr. Cleberton Correia Santos – Universidade Federal da Grande Dourados
Prof^o Dr^a Diocléa Almeida Seabra Silva – Universidade Federal Rural da Amazônia
Prof. Dr. Écio Souza Diniz – Universidade Federal de Viçosa
Prof. Dr. Edevaldo de Castro Monteiro – Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro
Prof. Dr. Fábio Steiner – Universidade Estadual de Mato Grosso do Sul
Prof. Dr. Fágner Cavalcante Patrocínio dos Santos – Universidade Federal do Ceará
Prof^o Dr^a Girlene Santos de Souza – Universidade Federal do Recôncavo da Bahia
Prof. Dr. Guilherme Renato Gomes – Universidade Norte do Paraná
Prof. Dr. Jael Soares Batista – Universidade Federal Rural do Semi-Árido
Prof. Dr. Jayme Augusto Peres – Universidade Estadual do Centro-Oeste
Prof. Dr. Júlio César Ribeiro – Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro
Prof^o Dr^a Lina Raquel Santos Araújo – Universidade Estadual do Ceará
Prof. Dr. Pedro Manuel Villa – Universidade Federal de Viçosa
Prof^o Dr^a Raissa Rachel Salustriano da Silva Matos – Universidade Federal do Maranhão
Prof. Dr. Renato Jaqueto Goes – Universidade Federal de Goiás
Prof. Dr. Ronilson Freitas de Souza – Universidade do Estado do Pará
Prof^o Dr^a Talita de Santos Matos – Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro
Prof. Dr. Tiago da Silva Teófilo – Universidade Federal Rural do Semi-Árido
Prof. Dr. Valdemar Antonio Paffaro Junior – Universidade Federal de Alfenas



Alimentos: toxicologia e microbiologia & química e bioquímica

Diagramação: Gabriel Motomu Teshima
Correção: Mariane Aparecida Freitas
Indexação: Amanda Kelly da Costa Veiga
Revisão: Os autores
Organizadora: Carla Cristina Bauermann Brasil

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)

A411 Alimentos: toxicologia e microbiologia & química e bioquímica / Organizadora Carla Cristina Bauermann Brasil. – Ponta Grossa - PR: Atena, 2022.

Formato: PDF

Requisitos de sistema: Adobe Acrobat Reader

Modo de acesso: World Wide Web

Inclui bibliografia

ISBN 978-65-5983-837-0

DOI: <https://doi.org/10.22533/at.ed.370221701>

1. Alimentos. I. Brasil, Carla Cristina Bauermann (Organizadora). II. Título.

CDD 641.3

Elaborado por Bibliotecária Janaina Ramos – CRB-8/9166

Atena Editora
Ponta Grossa – Paraná – Brasil
Telefone: +55 (42) 3323-5493
www.atenaeditora.com.br
contato@atenaeditora.com.br



DECLARAÇÃO DOS AUTORES

Os autores desta obra: 1. Atestam não possuir qualquer interesse comercial que constitua um conflito de interesses em relação ao artigo científico publicado; 2. Declaram que participaram ativamente da construção dos respectivos manuscritos, preferencialmente na: a) Concepção do estudo, e/ou aquisição de dados, e/ou análise e interpretação de dados; b) Elaboração do artigo ou revisão com vistas a tornar o material intelectualmente relevante; c) Aprovação final do manuscrito para submissão; 3. Certificam que os artigos científicos publicados estão completamente isentos de dados e/ou resultados fraudulentos; 4. Confirmam a citação e a referência correta de todos os dados e de interpretações de dados de outras pesquisas; 5. Reconhecem terem informado todas as fontes de financiamento recebidas para a consecução da pesquisa; 6. Autorizam a edição da obra, que incluem os registros de ficha catalográfica, ISBN, DOI e demais indexadores, projeto visual e criação de capa, diagramação de miolo, assim como lançamento e divulgação da mesma conforme critérios da Atena Editora.



DECLARAÇÃO DA EDITORA

A Atena Editora declara, para os devidos fins de direito, que: 1. A presente publicação constitui apenas transferência temporária dos direitos autorais, direito sobre a publicação, inclusive não constitui responsabilidade solidária na criação dos manuscritos publicados, nos termos previstos na Lei sobre direitos autorais (Lei 9610/98), no art. 184 do Código Penal e no art. 927 do Código Civil; 2. Autoriza e incentiva os autores a assinarem contratos com repositórios institucionais, com fins exclusivos de divulgação da obra, desde que com o devido reconhecimento de autoria e edição e sem qualquer finalidade comercial; 3. Todos os e-book são *open access*, *desta forma* não os comercializa em seu site, sites parceiros, plataformas de *e-commerce*, ou qualquer outro meio virtual ou físico, portanto, está isenta de repasses de direitos autorais aos autores; 4. Todos os membros do conselho editorial são doutores e vinculados a instituições de ensino superior públicas, conforme recomendação da CAPES para obtenção do Qualis livro; 5. Não cede, comercializa ou autoriza a utilização dos nomes e e-mails dos autores, bem como nenhum outro dado dos mesmos, para qualquer finalidade que não o escopo da divulgação desta obra.



APRESENTAÇÃO

A obra "Alimentos: Toxicologia e microbiologia & Química e bioquímica" publicada no formato *e-book* explana o olhar multidisciplinar da área de alimentos. O principal objetivo desse e-book foi apresentar de forma categorizada os estudos, relatos de caso e revisões desenvolvidas em diversas instituições de ensino e pesquisa do país, os quais transitam nos diversos caminhos da ciência e tecnologia de alimentos. Em todos esses trabalhos a linha condutora foi o aspecto relacionado a caracterização de alimentos; análise e parâmetros físico-químicos e microbiológicos de alimentos; desenvolvimento de novos produtos alimentícios, legislação dos alimentos e áreas correlatas.

Temas diversos e interessantes são, deste modo, discutidos nestes 19 capítulos com a proposta de fundamentar o conhecimento de acadêmicos, mestres e todos aqueles que de alguma forma se interessam pela área da ciência e tecnologia de alimentos e seus aspectos. Portanto, possuir um material científico que demonstre com dados substanciais de regiões específicas do país é muito relevante, assim como abordar temas atuais e de interesse direto da sociedade. Deste modo a obra "Alimentos: Toxicologia e microbiologia & Química e bioquímica" se constitui em uma interessante ferramenta para que o leitor, tenha acesso a um panorama do que tem sido construído na área em nosso país.

Uma ótima leitura a todos(as)!

Carla Cristina Bauermann Brasil

SUMÁRIO

CAPÍTULO 1..... 1

ASPECTOS DA FERMENTAÇÃO MALOLÁTICA NO PROCESSO DE VINIFICAÇÃO DE VINHOS ARGENTINOS E BRASILEIROS

Maria Mariana Oliveira Souza

Thamyres Fernanda Moura Pedrosa Souza

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.3702217011>

CAPÍTULO 2..... 11

AVALIAÇÃO DA ATIVIDADE ANTIOXIDANTE EM MALTE FERMENTADO COM *AGARICUS BRASILIENSIS*

Mariane Daniella da Silva

Herta Stutz

Fernanda Maria Pagane Guerreschi Ernandes

Crispin Humberto Garcia-Cruz

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.3702217012>

CAPÍTULO 3..... 18

AVALIAÇÃO DA VIABILIDADE CELULAR DE *Lactobacillus plantarum* APÓS INCORPORAÇÃO EM CHOCOLATES ARTESANAIS COM ALTO TEOR DE CACAU

Kassiany Pedroso Dalmora

Thabata Maria Alvarez

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.3702217013>

CAPÍTULO 4..... 29

PROSPECÇÃO TECNOLÓGICA: USO DO MESOCARPO DE BABAÇU NAS ÁREAS DE ALIMENTOS, FÁRMACOS E COSMÉTICOS

Itaceni de Araújo Sousa

Tonicley Alexandre da Silva

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.3702217014>

CAPÍTULO 5..... 39

AVALIAÇÃO DA QUALIDADE MICROBIOLÓGICA DE FARINHA DE MANDIOCA COMERCIALIZADA EM MACEIÓ – AL

Genildo Cavalcante Ferreira Júnior

Heitor Barbosa Gomes de Messias

Eduarda Mendes de Almeida

Lucas Pedrosa Souto Maior

Eliane Costa Souza

Thiago José Matos Rocha

Jammily de Oliveira Vieira Moreira

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.3702217015>

CAPÍTULO 6..... 47

DIFERENTES POTENCIALIDADES E USOS DO ÓLEO DE MACAÚBA : UMA BREVE

REVISÃO

Thaynara Cavalcanti Lima
Cristhiane Maria Bazílio de Omena Messias
Marianne Louise Marinho Mendes

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.3702217016>

CAPÍTULO 7..... 53

ANÁLISE NUTRICIONAL, QUÍMICA E ANATÔMICA DE MARUPAZINHO (*Eleutherine bulbosa* (Mill.) Urb – IRIDACEAE) DE BELÉM DO PARÁ, BRASIL

Ana Paula Ribeiro de Carvalho Ferreira
Mariana Aparecida de Almeida Souza
João Paulo Guedes Novais
Dayane Praxedes da Silva
Mirian Ribeiro Leite Moura
Ana Cláudia de Macêdo Vieira

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.3702217017>

CAPÍTULO 8..... 73

DESENVOLVIMENTO E CARACTERIZAÇÃO DE DOCE DE CUMBARU (*Dipteryx alata* Vog.) ACRESCIDO DE FARINHA DE BAGAÇO DE MALTE

Drielle Suely de Souza Oliveira
Márcia Helena Scabora
Daiane Alves Cardoso
Dayane Sandri Stellato

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.3702217018>

CAPÍTULO 9..... 87

EXTRAÇÃO DE ÓLEO ESSENCIAL DE CAPIM-LIMÃO (*Cymbopogon citratus* (D. C.) Stapf) POR HIDRODESTILAÇÃO

Marília Assunta Sfredo
Carina Tasso
Daniele Bergmeier
Cristiane Reinaldo Lisboa
José Roberto Delalibera Finzer

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.3702217019>

CAPÍTULO 10..... 102

AVALIAÇÃO DOS PARÂMETROS FÍSICOQUÍMICOS DE SALSICHA RESFRIADA TIPO HOT DOG COMERCIALIZADA EM UBERABA, MINAS GERAIS

Priscila Renata da Costa
Claudia Maria Tomás Melo

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.37022170110>

CAPÍTULO 11..... 108

RENDIMENTO DE CARÇAÇA E CORTES EM FRANGOS DE CORTE - HÍBRIDOS COMERCIAIS (*Gallus gallus domesticus*)

Carlos Eduardo da Silva Soares

Fabiano Dahlke
Lucélia Haupti
Priscila de Oliveira Moraes
Priscila Arrigucci Bernardes
André Luís Ferreira Lima - Bernardes
Diego Peres Neto
Juliano de Dea Lindner

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.37022170111>

CAPÍTULO 12..... 123

ÓLEOS VEGETAIS EM PRODUTOS CÁRNEOS: PERSPECTIVAS FUTURAS PARA SUBSTITUIÇÃO DA GORDURA ANIMAL

Juliana de Andrade Mesquita
Erika Cristina Rodrigues
Katiuchia Pereira Takeuchi
Edgar Nascimento
Rozilaine Aparecida Pelegrine Gomes de Faria

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.37022170112>

CAPÍTULO 13..... 146

EVALUATION OF TWO TOXIN BINDERS EFFECTIVNESS IN REDUCING ZEARALENONE TOXIC EFFECTS ON GILTS

José Antonio Fierro
Juan Carlos Medina
Luis Miguel Dong
Elizabeth Rodríguez

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.37022170113>

CAPÍTULO 14..... 152

LIPASE B FROM *Candida antarctica*: ACTIVITY AND STABILITY studies in DIFFERENT PH AND TEMPERATURES

Mirian Cristina Feiten

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.37022170114>

CAPÍTULO 15..... 163

MICROSCOPIA DE ALIMENTOS: DIFICULDADES E LEGISLAÇÃO VIGENTE NA IDENTIFICAÇÃO E ANÁLISE DE CONTAMINANTES BIOLÓGICOS

Gustavo Paim de Carvalho
André Luis de Alcantara Guimarães

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.37022170115>

CAPÍTULO 16..... 173

IDENTIFICAÇÃO MICROSCÓPICA DE ADULTERANTES E MATÉRIAS ESTRANHAS NA COMPOSIÇÃO DOS ALIMENTOS E OS IMPACTOS NA SAÚDE PÚBLICA

Ludilaine Fiuza Barreto de Oliveira
André Luis de Alcantara Guimarães

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.37022170116>

CAPÍTULO 17..... 185

ATIVIDADE IMUNOMODULADORA DO ÓLEO E DA NANOEMULSÃO DE MAURITIA FLEXUOSA NA INTERAÇÃO ENTRE FAGÓCITOS E ENTAMOEBAS HISTOLYTICAS

Marianny Carolina Custódio da Silva Brito

Núbia Andrade Silva

Victor Pena Ribeiro

Adenilda Cristina Honório-França

Eduardo Luzia França

Kellen Menezes de Oliveira

Silvana de Oliveira Castro

Juliana Francielle Martins de Camargo

Guilherme Alves Sena

Valmir André Peccini

Mateus Abreu Milani

Ana Beatriz dos Santos Matsubara

Matheus Leal Lira Alves

Lucélia Campelo de Albuquerque Moraes

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.37022170117>

CAPÍTULO 18..... 204

DETERMINAÇÃO DE HERBICIDAS EM ÁGUA DE ABASTECIMENTO DE ESCOLAS DA REGIÃO RURAL DO MUNICÍPIO DE SANTA MARIA/RS

Rosselei Caiel da Silva

Jonatan Vinicius Dias

Jefferson Soares de Jesus

Ionara Regina Pizzutti

Rochele Cassanta Rossi

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.37022170118>

CAPÍTULO 19..... 215

SUCO DE LIMÃO: PRODUÇÃO, COMPOSIÇÃO E PROCESSAMENTO

Lucia Maria Jaeger de Carvalho

Antonio Gomes Soares

Marcos José de Oliveira Fonseca

José Luiz Viana de Carvalho

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.37022170119>

SOBRE A ORGANIZADORA..... 246

ÍNDICE REMISSIVO..... 247

SUCO DE LIMÃO: PRODUÇÃO, COMPOSIÇÃO E PROCESSAMENTO

Data de aceite: 01/11/2021

Data de Submissão: 19/10/2021

Lucia Maria Jaeger de Carvalho

Universidade Federal do Rio de Janeiro,
Faculdade de Farmácia, Rio de Janeiro, RJ
<http://lattes.cnpq.br/3226335064324012>

Antonio Gomes Soares

Embrapa Agroindústria de Alimentos, Rio de
Janeiro, RJ
<http://lattes.cnpq.br/1977907459111090>

Marcos José de Oliveira Fonseca

Embrapa Agroindústria de Alimentos, Rio de
Janeiro, RJ
<http://lattes.cnpq.br/4190354481550753>

José Luiz Viana de Carvalho

Embrapa Agroindústria de Alimentos, Rio de
Janeiro, RJ
<http://lattes.cnpq.br/2025055173757476>

RESUMO: O artigo aborda o cultivo do limão ou lima ácida (*Citrus latifolia*), produção, legislação, composição e valor nutricional, microbiologia e processamento do suco de limão e outros aspectos.

PALAVRAS-CHAVE: *Citrus latifolia*, lima ácida, suco de limão, processamento.

LEMON JUICE: PRODUCTION, COMPOSIÇÃO, PROCESSAMENTO

ABSTRACT: The paper addresses the cultivation

of lemon or acid lime (*Citrus latifolia*), production, legislation, composition and nutritional value, microbiology and processing of lemon juice and other aspects.

KEYWORDS: *Citrus latifolia*, acid lime, lemon juice, processing.

1 | INTRODUÇÃO

O limoeiro é uma árvore da família *Rutaceae*, com ramos contendo espinhos, folhas alternas, flores solitárias, frutos ovóides ou oblongos, atingindo altura variável de 4 a 6 metros.

Atualmente, essa planta cítrica é cultivada em todo o mundo, em regiões de clima ameno no inverno. Crescem bem em solos com ampla variação textural, porém os de textura média (em torno de 20% de argila) são os mais adequados. Podem, também, ser cultivadas quando são aplicadas técnicas avançadas de irrigação em regiões desérticas, de solos arenosos. O desenvolvimento de técnicas de proteção ao gelo e ao frio propiciou a disseminação da cultura em regiões impróprias ao seu cultivo.

A matéria-prima para suco de limão no Brasil é, na verdade, a lima ácida Tahiti (*Citrus latifolia*, Tanaka) que, na classificação botânica, pertence ao gênero *Citrus* e subgênero *Eucitrus*. No Brasil, os dados de produção de suco de lima ácida Tahiti são incipientes, uma vez que este suco é computado dentro do item outros sucos

cítricos. Não havendo, portanto, dados confiáveis disponíveis que possam ser divulgados.

A variedade Tahiti é muito cultivada no Brasil, por cultivo convencional e, ultimamente, por cultivo orgânico e orgânico biodinâmico.

Sendo frutos não climatéricos, os cítricos necessitam de longo período para completar seu processo de amadurecimento, possuindo baixa taxa respiratória que varia de acordo com a espécie.

Conhecido como limão no Brasil, o Tahiti tem sua maior produção no Estado de São Paulo (70%), porém outros estados se destacam na produção nacional como Bahia, Rio de Janeiro, Rio Grande do Sul, Espírito Santo, Minas Gerais e Sergipe. A safra concentra-se entre dezembro e abril no estado de São Paulo e, entre janeiro e junho no estado do Rio de Janeiro.

A produção nacional de limão cresce lentamente enquanto as exportações brasileiras vêm aumentando progressivamente (Tabela 1).

| Ano | Produção (t) | Exportação (t) | Área (ha) |
|------|--------------|----------------|-----------|
| 2001 | 964821 | - | 50.783 |
| 2002 | 984.551 | 21.800 | 50.571 |
| 2003 | 981.339 | 34.000 | 51.262 |
| 2004 | 985.623 | 37.300 | 49.372 |
| 2005 | 1.031.531 | 44.300 | 50.783 |

Tabela 1. Produção, área e exportação de limão*.

Fonte: Anuário Brasileiro de Fruticultura (2007). * inclui a produção de lima ácida.

O México é o maior produtor mundial de limão, ficando o Brasil na quinta colocação, porém quanto à produção mundial de lima ácida, o México e o Brasil são seus maiores produtores.

O mercado nacional e internacional de suco de limão trabalha principalmente com suco integral e concentrado. O preço da tonelada do suco de limão concentrado congelado, para exportação, situa-se próximo a US\$ 850,00 enquanto, quando comercializado no mercado interno, seu valor é de, aproximadamente, US\$ 6,90 em latas de 1 litro. O preço no mercado varejista para os sucos de limão em pó varia de US\$ 0,27 a US\$ 0,42 enquanto para os sucos de limão em pó *light*, aumenta para US\$ 0,33 em embalagens de 11g de produto. O preço do suco pronto para beber ou néctar de limão ao consumidor varia de US\$ 1,89 a US\$ 2,00 para embalagens de 1 litro. No Brasil, o suco de limão produzido na forma concentrada e congelada, tem como destino o mercado de exportação.

O limoeiro é sensível ao frio, porém pode ser cultivado em regiões de clima temperado, uma vez que sua acidez e quantidade de suco são atingidas na época de colheita, que é realizada no verão. São conhecidas mais de 50 variedades de limões no mundo. As que mais se destacam são: Eureca, Lisboa, Vilafranca, Genova, Femminello, Interdonato, Monachello, Berna, Mesero e Siciliano.

O suco de lima ácida é considerado um ótimo tônico e bactericida, mas não deve ser ingerido puro, pois pode prejudicar o estômago devido à sua acidez. Com o suco de lima ácida preparam-se refrigerantes, sorvetes, molhos e aperitivos, bem como remédios, xaropes e produtos de limpeza. Quando comparado com os sucos de outros cultivares, o suco de lima ácida possui menor acidez, maior rendimento em suco e sabor característico.

1.1 Histórico

A introdução dos frutos cítricos na Europa remonta ao século III a.C. pela conquista de Alexandre, O Grande, do Oeste Asiático. Nos países mediterrâneos, foram introduzidos quando os romanos navegaram do Mar Vermelho até a Índia. A partir da Europa, os frutos cítricos foram disseminados para a América, África do Sul e Austrália.

Acredita-se que a origem da lima ácida Tahiti seja a Índia, e a denominação da variedade se deve ao fato de sua introdução na Califórnia ter ocorrido através do Taiti, entre 1850 e 1880.

1.2 Legislação

A legislação brasileira (BRASIL, 1997) define o suco de limão ou de lima ácida como a bebida não fermentada e não diluída, obtida da parte comestível do limão (*Citrus limon*, L., Burn. F.) ou da lima ácida (*Citrus latifolia*, Tanaka) através de processo tecnológico adequado. Deve possuir coloração translúcida branca a amarelado, sabor e aroma próprios.

O Código Sanitário Paulista (SÃO PAULO, 2003) define os sucos de frutas cítricas como o líquido obtido por extração de frutas cítricas através de processo tecnológico adequado e o produto obtido será designado suco seguido do nome da fruta que lhe deu origem.

A legislação brasileira (BRASIL, 1997, 2000) classifica os produtos e bebidas derivadas de frutas cítricas da seguinte forma:

Suco integral: suco sem adição de açúcar e na sua concentração natural, sendo vedado o uso de tal designação para suco reconstituído;

Suco concentrado: parcialmente desidratado, podendo ser adicionado açúcar, na quantidade máxima fixada para cada tipo de suco, através de ato administrativo, observado o percentual máximo de 10%, em peso, calculado em base de sólidos solúveis naturais do suco, e deve ser mencionado no rótulo;

Suco desidratado: no estado sólido, obtido da desidratação do suco integral, devendo conter a expressão suco desidratado;

Suco reconstituído: obtido da reconstituição do suco concentrado ou desidratado, até a concentração original do suco integral ou ao teor de sólidos solúveis mínimo, estabelecido nos respectivos padrões de identidade e qualidade (PIQ) para cada tipo de suco integral, sendo obrigatório constar em sua rotulagem a origem do suco utilizado para sua elaboração, se concentrado ou desidratado, sendo opcional o uso da expressão reconstituído;

Néctar de limão: produto obtido pela mistura de 50%, no mínimo, de suco de limão maduro em água potável, sacarose, ácidos orgânicos entre outras substâncias permitidas pela legislação brasileira.

Bebida ou refresco: bebida não gaseificada, não fermentada, obtida pela diluição em água potável de suco de limão, adicionada de açúcar, devendo conter, no mínimo, 5% em volume de suco da fruta.

Refrigerante: bebida gaseificada, obtida pela dissolução, em água potável, de suco de limão, adicionada de açúcares. O refrigerante de limão deverá conter, obrigatoriamente, no mínimo, 2,5% em volume de suco da fruta.

Na Tabela 2, podem ser observadas as características físicas e químicas do suco de limão.

| Limites | mínimo | máximo |
|---|--------|--------|
| Densidade relativa à 20°C | 1,027 | - |
| Acidez total titulável, em ácido cítrico (g/100g) | 5,00 | - |
| Acido ascórbico (mg/100g) | 20,0 | - |
| Óleo essencial de limão % (v/v) | - | 0,025 |

Tabela 2. Padrões de identidade e qualidade para suco de limão ou lima ácida.

Fonte: Instrução Normativa nº 12, de 10 de setembro de 1999 (BRASIL, 1999).

Fonte: Instrução Normativa nº 1, de 7 de janeiro de 2000 (BRASIL, 2000).

A legislação brasileira prevê, também, a medida do índice de refração a 20°C, de acordo com a concentração do produto (Tabela 3).

| Concentração | Índice de Refração |
|--------------|--------------------|
| 3x | 1,3681 – 1,3710 |
| 4x | 1,3796 – 1,3820 |
| 5x | 1,3911 – 1,3940 |
| 6x | 1,4041 – 1,4070 |
| 7x | 1,4149 – 1,4175 |

Tabela 3. Índices de refração a 20°C para suco de limão concentrado.

Fonte: Decreto Nº 12.486, de 20 de outubro de 1978 - Estado de São Paulo.

1.3 Composição e valor nutritivo

O suco de limão é rico em vitamina C (ácido ascórbico), pró - vitamina A (carotenóides) e minerais, principalmente o potássio (Tabela 4). O óleo, extraído da casca, tem como principal substância volátil o limoneno e outros monoterpenos (40 a 120mg/100mL), apresentando além de carotenóides, flavonas.

As clorofilas a e b são os pigmentos predominantes encontrados na casca do fruto verde (imaturo), enquanto no maduro a casca apresenta cor amarela ou laranja com a predominância de carotenóides como o b-caroteno, havendo redução de acordo com o

amadurecimento. Flavonoides também são encontrados.

O teor de lipídios em sucos cítricos é irrelevante, situando-se em torno de 0,20% e os ácidos graxos predominantes são o palmítico (C 16: 0 = 14,20%), oléico (C 18: 1 = 21,04%), linoléico (C 18: 2 = 24%) e o linolênico (C 18: 3 = 6,16%), representando 65,4 % do total.

A acidez titulável e o teor de sólidos solúveis são parâmetros importantes para a obtenção do valor de *ratio* que indica o sabor do produto. Se a acidez for muito elevada, o suco pode ficar muito ácido e mascarar o teor de açúcares presente.

O suco de limão recém-colhido apresenta pH em torno de 2,3 sendo os ácidos orgânicos mais abundantes o cítrico (5,33 g/100mL) e o málico (0,35g/100mL).

A principal substância volátil encontrada nos sucos cítricos é o limoneno (hidrocarboneto terpênico) cujo teor médio é de 140,75mg/mL. Porém, aquelas responsáveis pelo aroma característico do suco são encontradas em menor quantidade – o citronelal e o citral (neral e geranial).

| Composição química | Quantidade (g) | Minerais | Quantidade (mg) |
|---|-----------------|------------------------|-----------------|
| Água | 221,38 | Cálcio | 17,00 |
| Proteínas | 0,93 | Ferro | 0,07 |
| Lipídios totais | 0,00 | Magnésio | 15,00 |
| Cinzas | 0,63 | Fósforo | 15,00 |
| Carboidratos | 21,06 | Potássio | 303,00 |
| Fibra da dieta | 1,00 | Sódio | 2,00 |
| Açúcares | 5,86 | Zinco | 0,12 |
| Energia | 61kcal | Cobre | 0,071 |
| Acidez titulável, em ácido cítrico (g/244g) | 12,4 | Manganês | 0,020 |
| | | Selênio | 0,200mg |
| Vitaminas | Quantidade (mg) | Outros | Quantidade (mg) |
| Vitamina C | 112,200 | β -Caroteno | 7 |
| Tiamina | 0,073 | β -Criptoxantina | 4 |
| Riboflavina | 0,024 | Luteína-Zeaxantina | 22 |
| Niacina | 0,244 | | |
| Ácido pantotênico | 0,251 | | |
| Vitamina B6 | 0,124 | | |
| Folato total | 32mg | | |
| Vitamina A | 46UI | | |

Tabela 4. Composição do suco de lima ácida Tahiti (um copo ou 244g).

Fonte: USDA National Nutrient Database for Standard Reference, Release 18 (2005).

Na Tabela 5, podem ser observados os teores das substâncias responsáveis pelo aroma e sabor dos sucos de limão e cítricos, de uma forma geral.

2 | MATÉRIA-PRIMA

Os frutos são ovalados, geralmente sem sementes, peso médio de 70g, rendimento de suco de cerca de 50%, textura firme, polpa de cor amarelo-esverdeada, teor sólidos

solúveis totais de 9° Brix, acidez titulável de 6% (g de ácido cítrico/100mL) e índice de maturidade de 1,5 (amarelo esverdeado).

A casca alcança naturalmente a cor amarela, entretanto, o mercado demanda por frutos de coloração verde. Como fruto não climatérico, é colhido de vez, quando já completou sua maturidade.

As vantagens desta variedade são o seu sabor e a ausência de sementes, devido a sua constituição genética triplóide, produzindo pólen não viável. A lima ácida Tahiti é comercializada *in natura* e como suco fresco ou concentrado (65° Brix) para reconstituição em água.

| Substâncias Voláteis | Quantidade | |
|-----------------------------------|------------|--------|
| | (mg/L) | (%) |
| Metanol | 0,2843 | 0,2020 |
| Isopropanol | 0,169 | 0,1207 |
| α-Pineno | 0,39 | 0,271 |
| Acetato de butila | 3,00 | 1,4723 |
| 3-Heptanona | 0,46 | 0,3427 |
| Limoneno | 111,07 | 78,838 |
| Ocimeno | 5,31 | 3,8517 |
| Nonanol | 0,39 | 0,2570 |
| Linalool | 0,017 | 0,015 |
| α-Terpineol | 1,807 | 1,304 |
| Valenceno | 4,807 | 3,340 |
| α-Terpineno | 0,540 | 0,459 |
| β-Ionona | 1,320 | 0,3467 |
| β-Pineno | 0,210 | 0,020 |
| Terpineno-4-ol | 0 | 0 |
| p-Cimeno | 1,993 | 1,747 |
| Hidrocarbonetos monoterpênicos | 85,308 | - |

Tabela 5. Substâncias voláteis presentes no suco de limão integral.

Antes que a matéria-prima seja enviada à indústria, para sua transformação, alguns aspectos pós-colheita devem ser considerados.

O fornecimento de matéria-prima para a indústria deve focar três aspectos: qualidade, quantidade e continuidade. A fim de que estes fatores sejam alcançados, deve-se conduzir o pomar de maneira profissional, utilizando-se as informações disponíveis de manejo e as tecnologias desenvolvidas pela pesquisa e divulgadas pela extensão.

A indústria exige frutos com coloração de casca ainda verde. Uma vantagem em se colher verde é evitar a ocorrência da podridão estilar, que compromete o rendimento e a qualidade do suco extraído. O ponto de colheita da lima ácida Tahiti é o de coloração C2, ou seja, casca verde-escura e parcialmente lisa. Mesmo colhendo-se no estágio ideal, é fundamental que a fruta seja manuseada com cuidado na colheita e, em todas as etapas posteriores evitando, ao máximo, a perda da qualidade obtida no campo.

2.1 Qualidade

A perda de qualidade dos frutos pode ocorrer em função da deficiência de fósforo, provocando o fenômeno de columela aberta que afeta o rendimento de suco e, a deficiência de potássio, o mais requerido dos macro-elementos, que promove redução do tamanho médio dos frutos e aumento da espessura do albedo. O excesso de potássio, apesar de aumentar o tamanho médio dos frutos, reduz o teor de sólidos solúveis e a acidez, importantes atributos de qualidade. Baixos níveis de cálcio reduzem o pegamento dos frutos e, conseqüentemente, a produtividade do pomar.

2.2 Colheita

As técnicas não destrutivas mais utilizadas para avaliar o estágio de maturação do fruto são cor e tamanho do fruto. Os limões podem ser colhidos no estágio de maturação que apresenta cor verde escura ou, quando a casca começar a apresentar cor amarela. Os frutos colhidos com casca verde escuro têm sua vida útil pós-colheita prolongada. Entretanto, mesmo assim, podem não alcançar teores máximos de obtenção de suco. Quando o fruto é retirado da planta na cor de casca mais amarela, deverá ter um teor mais elevado de suco, que é o desejado pelas indústrias processadoras de sucos.

O tamanho do fruto pode também ser utilizado para determinar a maturidade fisiológica para a colheita. Tanto para limões como limas ácidas, os frutos com diâmetro menor do que 50mm, não são considerados suficientemente desenvolvidos e podem apresentar rendimento de suco abaixo do desejável. Os frutos destinados à indústria de sucos devem possuir no mínimo 68mm de diâmetro mínimo. Uma medida simples seria dotar os empregados responsáveis pela colheita com um anel com este diâmetro para avaliar os frutos ainda na planta.

O volume de suco é o parâmetro interno mais utilizado para determinar o estágio de maturação dos frutos na colheita. O padrão geralmente aceito para a maturidade comercial adequada para colheita é um rendimento mínimo de 28% de suco (p/p).

Os limões devem ser colhidos, com cuidado, torcendo e puxando o fruto da planta. A haste da região peduncular deve permanecer unida ao fruto para evitar injúrias e servir de porta de entrada para contaminação pós-colheita. Para tanto, deve-se colher os frutos com cuidado para evitar esse tipo de injúria. Frutos com injúrias mecânicas podem ser contaminados por microrganismos e ficarem inviabilizados para o uso no processamento de sucos.

A planta nunca deve ser agitada para a colheita dos frutos, pois este procedimento pode causar danos à casca, seu por atrito com as folhas e ramos. Os frutos caídos no pomar com injúrias não devem ser aproveitados, pois, estarão sujeitos a uma deterioração pós-colheita, mais rápida, além de contaminados por microrganismos provenientes do solo. Caso os frutos sejam colhidos sem cuidado, pode haver comprometimento da qualidade

do suco. Todas as injúrias mecânicas agravam a qualidade do fruto internamente, iniciando processos oxidativos que podem causar perdas de qualidade no sabor e na cor do suco a ser extraído. Escadas devem ser utilizadas para a colheita de frutos nas partes mais altas das plantas.

Após a colheita, os frutos devem ser colocados em área protegida de intempéries, o mais rapidamente possível. O uso de recipientes plásticos (*containers ou bins*) é recomendado, pois permite o seu empilhamento e a dissipação de calor dos frutos, sem causar danos.

3 | MICROBIOLOGIA

3.1 Microrganismos deteriorantes do suco de limão

O suco de limão ou de lima ácida por apresentar elevada acidez é suscetível a fungos filamentosos, leveduras e bactérias lácticas tolerantes a pH baixos quando processado, acondicionado e armazenado em condições inadequadas. Portanto, cuidados devem ser tomados quanto à sua prevenção e eliminação.

Os fungos são aeróbios e facilmente destruídos pelo tratamento térmico. Entre eles, o gênero *Byssoclamys*, normalmente das espécies *B. nivea* e *B. fulva*, é o mais preocupante, tendo em vista ser termorresistente, provocando separação de fase e produção de gases. É tolerado em sucos congelados, porém não em sucos processados termicamente (pasteurizados). A adição de conservantes químicos é prática bastante utilizada para seu controle associada ou não ao tratamento térmico.

Nos sucos concentrados e nos refrigerantes, é mais comum a ocorrência de leveduras também sensíveis ao tratamento térmico, porém seus esporos são resistentes em sucos concentrados, pela alta concentração de açúcares e o meio ácido que protege os esporos.

As bactérias lácticas (*Lactobacillus* e *Leuconostoc*) possuem baixa resistência ao tratamento térmico. Portanto, se o tratamento térmico for adequado, são eliminadas pela pasteurização.

As características microbiológicas dos sucos de limão integral, concentrado e desidratado preconizadas pela legislação brasileira, encontram-se na Tabela 6.

A legislação prevê padrões microbiológicos também para os sucos envasados, os quais sofreram tratamento térmico adequado, preconizando sua incubação a 35°C por 10 dias, não devendo ser observadas alterações nas embalagens bem como quaisquer modificações de natureza física, química ou sensorial do produto.

| Tipo | Bactérias grupo coliforme (máximo) | Bactérias grupo coliforme fecal | Bolores e leveduras (máximo) | Salmonela | Contagem padrão em placas (CPP) (máximo) |
|--------------|------------------------------------|---------------------------------|------------------------------|------------------|--|
| Integrais | 10 ² /mL | ausência em 1mL | 10 ² /mL | Ausência em 25mL | - |
| Concentrados | 2 x 10/g | ausência em 1g | 10 ² /g | Ausência em 25mL | 5 x 10/g |
| Desidratados | 2 x 10/g | ausência em 1g | 10 ² /g | Ausência em 25g | 5 x 10/g |

Tabela 6. Padrões microbiológicos para sucos de limão e lima ácida.

Fonte: Brasil, 2001 (Resolução RDC nº 12, de 02 de janeiro de 2001).

4 | PROCESSAMENTO

4.1 Refresco de limão

As informações sobre refresco de limão (limonada) são escassas porque este tipo de produto é processado em pequena escala – lares, restaurantes, padarias, lanchonetes, etc. Entretanto, como visto no item anterior, o mercado de refresco é importante, principalmente porque se trata de uso doméstico

O suco fresco de limão para a elaboração de refrescos é extraído com espremedores do tipo castanha. O suco fresco também pode ser obtido através do uso de liquidificadores semi-industriais misturando-se a polpa e a casca. Comumente, este segundo modo de obtenção de suco é utilizado na produção da limonada suíça. O suco fresco é normalmente processado logo após a sua obtenção, com adição de água, açúcar ou adoçante (edulcorante) para diminuir o efeito da acidez. O processamento do refresco de limão ou limonada está esquematizado na Figura 1.

Apesar de não haver dados precisos sobre a produção e consumo de refresco de limão, estima-se que este tipo de bebida abranja uma grande fatia do mercado de suco de limão no Brasil.

A legislação brasileira permite a comercialização de suco refrigerado, com vida útil curta, desde que seja armazenado e distribuído sob refrigeração entre 4 e 8°C. Entretanto, normalmente não se verifica a existência deste tipo de suco sendo comercializado e sim, sendo obtido e consumido imediatamente na forma de limonada.

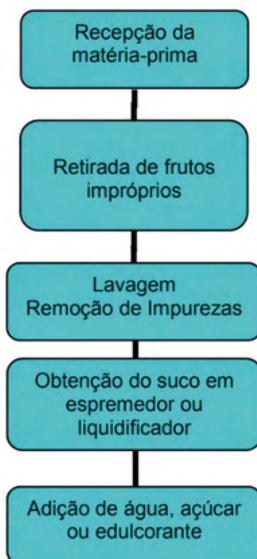


Figura 1. Fluxograma de processamento do refresco de limão.

4.2 Suco de limão integral pasteurizado

A produção de suco de limão pasteurizado está baseada na inativação enzimática, utilizando aquecimento, seguido de imediato resfriamento, até a temperatura de armazenamento do produto.

Existe pouca literatura sobre suco de limão pasteurizado e refrigerado. Entretanto, sabe-se que o suco apresenta uma vida útil muito curta, no máximo de 10 dias. Isso ocorre em função do desenvolvimento microbiológico, bem como alterações de escurecimento decorrentes de reações complexas de oxidação do produto. Tais alterações podem causar perda de qualidade sensorial, no que se refere ao aroma, sabor e aparência, inviabilizando sua comercialização.

No Brasil, existem poucas empresas que processam suco de limão pasteurizado. Como há disponibilidade da fruta o ano todo, não há demanda no mercado de suco integral processado pasteurizado industrialmente.

Geralmente, suco pasteurizado de limão pode ser armazenado a 4°C por cerca de 20 a 30 dias. No Brasil, este produto se apresenta acondicionado em latas de 1 litro.

4.2.1 *Recepção*

Os limões são transportados a granel até a indústria através de caminhões que são pesados ao entrarem e depois ao saírem vazios do parque industrial. Este procedimento é realizado para quantificar o rendimento do suco em relação à massa dos frutos processados.

Geralmente, uma pequena amostra é coletada para que o teor de sólidos solúveis

(°Brix) e a acidez dos frutos sejam determinados. Estas análises podem ser importantes para o ordenamento dos lotes a serem processados.

Em seguida, os frutos são armazenados em silos denominados *bins* por um período curto de tempo. Os silos são estruturas subdivididas horizontalmente e verticalmente que tem como finalidade limitar o peso sobre os frutos das camadas inferiores e possibilitar a identificação e acesso aos diferentes lotes. Cada subdivisão possui uma saída independente possibilitando um melhor aproveitamento do rendimento e qualidade do suco.

4.2.2 *Inspeção e lavagem*

Dos silos, os frutos são transportados em esteiras para que os frutos sejam inspecionados (Figura 2) e para a retirada daqueles impróprios (podres, doentes ou danificados).



Figura 2. Seleção de frutos quanto à qualidade.

Nas esteiras, são lavados com jatos aspersores de água para a retirada das sujidades da casca. Esta etapa é importante para que não haja contaminação do suco na etapa de extração. Geralmente, utiliza-se água industrial contendo 80 a 100ppm de cloro. Nesta etapa, os frutos são transportados em esteira contendo roletes, para que estes girem em torno do seu próprio eixo, fazendo com que toda a extensão da casca seja adequadamente lavada (Figura 3).



Figura 3. Separação por tamanho e lavagem de frutos.

Durante a lavagem, os frutos passam por uma escovação para remoção das sujidades que possam ainda estar aderidas à casca e que não tenham sido removidas pelos jatos aspersores de água. As escovas possuem cerdas de náilon e neste caso também pode ser utilizado jato de água quente.

4.2.3 Corte, extração e centrifugação

Após a etapa de lavagem, inicia-se o processo de obtenção do suco. Nas Figuras 4, 5a e 5b observa-se o extrator *FMC Citrus Juice*. Neste equipamento, os frutos inteiros são prensados de cima para baixo e de baixo para cima simultaneamente. Desse modo, o suco é extraído e a casca e sementes são separadas do suco pelo sistema de pré filtração que fica abaixo de onde os frutos são espremidos mecanicamente.

Os extratores *FMC Citrus Juice* possuem três modelos. O primeiro (CJE 291) é utilizado para limões de tamanho pequenos; o segundo (CJE 391), para os frutos de tamanho médio; e o terceiro (CJE 491), para os frutos de tamanho grande.

O extrator *FMC Citrus Juice* é o único sistema de extração capaz de obter o óleo da casca dos frutos simultaneamente ao processo de extração do suco. Este recurso não só minimiza o espaço e energia necessária para obter óleo como também alcança rendimentos elevados de obtenção do óleo.

A qualidade e a quantidade de suco obtidos pelo extrator *FMC Citrus Juice* é melhor e maior, uma vez que o suco obtido não apresenta sabor amargo pois há retirada imediata das cascas, membranas e sementes. Estes constituintes são separados imediatamente por tubos chamados de (*prefinisher*) que é um pré-filtro e depois por filtros complementares durante o processo de extração.

Após a extração, o suco é conduzido ao *finisher* para separação final de componentes sólidos do suco de limão. O *finisher* possui peneiras intercambiáveis e um sistema de regulagem de pressão, que permite o controle do teor de polpa no suco e da quantidade de suco arrastado pela polpa. A polpa removida deve conter o mínimo de suco possível. A

pressão aplicada também não deve ser excessiva para não incorporar excesso de pectina e de outros componentes que possam comprometer a qualidade do suco.

Finalmente, o suco passa pela etapa de centrifugação, para a separação de sólidos insolúveis. Durante esta operação, o teor de polpa é reduzido para cerca de 1 a 4%. O teor de polpa final do produto é definido pelo cliente. Esta etapa é denominada clarificação, pois permite, de maneira mais refinada, a remoção da polpa. O suco clarificado é encaminhado para um tanque de equilíbrio de fluxo.

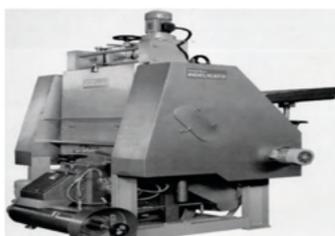
A polpa, separada na centrífuga juntamente com a polpa dos extratores é encaminhada para a linha de extração de suco de polpa lavada.



Figura 4. Acomodação e fixação dos limões para a extração no *FMC Citrus Juice*.



(a)



(b)

Figuras 5 (a) e (b). Extratores de sucos cítricos *FMC Citrus Juice*.

O extrator do tipo *Brown* é também capaz de obter sucos com alta qualidade e alto rendimento. Este extrator pode ser equipado com componentes para acomodar laranjas, limões, limas, e tangerinas de diversos tamanhos.

Este extrator possui um alimentador composto por copos que recebem os frutos inteiros. Em seguida, os frutos são cortados em duas metades. As duas metades são então prensadas por espremedores iguais aos usados em cozinhas industriais. A ponta dos espremedores é de material inerte do tipo PVC (Figura 6).

O extrator *Brown* é projetado para extrair o suco pressionando o fruto contra a casca sem com isso rompê-la. Este método permite uma extração suave através de prensagem sem que o suco fique com o amargor dos constituintes da casca.

O suco obtido por prensagem é livre de todo o albedo e flavedo. Uma importante

vantagem do método é que os numerosos componentes indesejáveis da casca não são liberados para o suco. O grau extração de suco alcançado é determinado pela pressão aplicada na ponta dos espremedores.

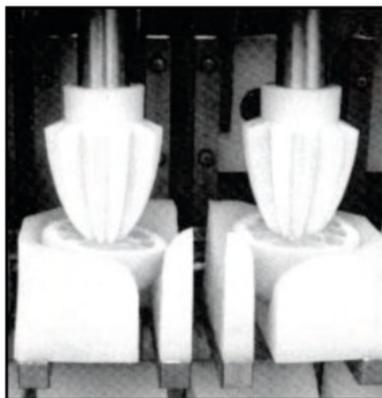


Figura 6. Visão do limão cortado em metades no extrator *Brown*.

Os extratores *Brown* são utilizados quando se quer separar o suco e o óleo, simultaneamente (Figura 7). Para limões, a seqüência de extração se inicia com a recuperação do óleo essencial.

O extrator *Brown* possui eixos longos que cortam e esmagam os frutos. Cada eixo contém inúmeras pontas cônicas que podem ser de aço inoxidável ou PVC (está em desacordo com a descrição da página 16 e com as figuras 5 e 8). As pontas rotatórias trabalham em pares por toda a superfície do extrator de modo a realizar a extração do suco continuamente através de compressão das frutas cortadas em metades.



Figura 7. Extrator de sucos cítricos *Brown*.

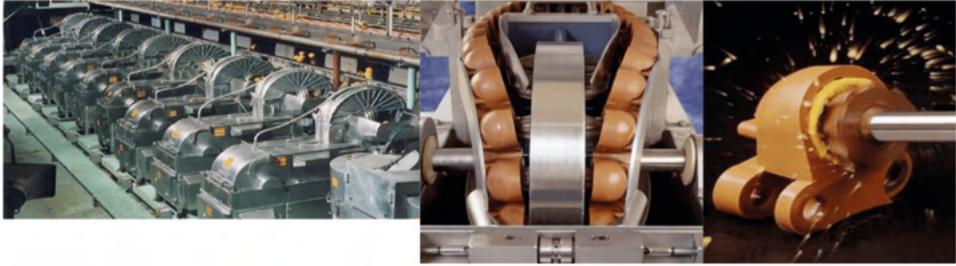


Figura 8. Vista da parte interna do Extrator *Brown*.

4.2.4 Mistura e desaeração

Na etapa de mistura, são retiradas amostras do suco para análises de °Brix, pH e acidez. De acordo com os resultados, realiza-se mistura de sucos para serem encaminhados aos clientes, segundo suas exigências específicas. Essa mistura é realizada em tanques de *blendagem*, que possuem sistemas de agitação e refrigeração, além de sistemas automáticos para controle do processo.

Na etapa de desaeração, o suco é introduzido em uma câmara mantida a vácuo, onde contém um disco giratório que espalha o produto como um aspersion enquanto uma bomba de vácuo extrai o ar do interior. Sob vácuo, o produto entra em ebulição a baixa temperatura e o vapor de água formado arrasta os gases não-condensáveis, dissolvidos, dispersos e absorvidos no suco. Na Figura 9, pode ser observado um esquema de desaerador.

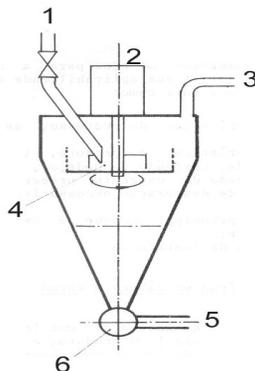


Figura 9. Desaeração contínua em câmara de vácuo. (1) Entrada do produto; (2) Motor de acionamento do distribuidor; (3) Tomada para saída do ar - bomba de vácuo; (4) Disco de distribuição do suco; (5) Saída do suco desaerado; (6) Bomba de extração de produto.

A operação de desaeração tem por objetivo a remoção do oxigênio dissolvido no suco. A retirada do oxigênio é importante, uma vez que é responsável pela oxidação do ácido ascórbico. A reação do oxigênio com ácido ascórbico produz compostos com

radicais carbonila que reagem com grupos amino, que através de polimerização, produzem pigmentos escuros, causando o escurecimento do suco de limão.

4.2.5 *Pasteurização e envase*

A pasteurização tem como finalidade a obtenção da esterilidade comercial e a inativação de enzimas como a pectinesterase (responsável pela hidrólise da pectina) causando perda de turbidez dos sucos de limão. A fim de minimizar a perda das características sensoriais, a *flash-pasteurization* (pasteurização rápida) é recomendada utilizando-se temperatura de 90°C por um tempo máximo de 1 minuto. Normalmente, 40 segundos é o tempo utilizado para garantir a eficiência do processo.

Os equipamentos mais utilizados na pasteurização são os trocadores de calor do tipo placas ou tubulares (mono ou multitubular). No primeiro caso, o suco circula em fina lâmina entre duas placas, no qual o vapor transfere calor latente ao suco, que se aquece. Geralmente, são utilizadas temperaturas entre 90 a 95°C por 30 a 60 segundos. A pasteurização rápida preserva o sabor e o valor nutricional do suco, por se tratar de um choque térmico muito rápido, seguido de resfriamento.

O resfriamento do suco de limão é realizado simultaneamente no mesmo equipamento. O resfriamento acontece através do contato indireto do suco que está saindo do pasteurizador com o suco que está entrando, diminuindo assim a temperatura do suco pasteurizado e aumentando a temperatura do não pasteurizado. No final do pasteurizador há um segundo resfriamento que resfria totalmente o suco abaixando bem a sua temperatura abaixo de 10°C para sua melhor conservação. A refrigeração é utilizada para reduzir as alterações bioquímicas e microbiológicas, aumentando a vida de prateleira do produto.

Geralmente, o suco de limão é embalado em latas de 1 (um) litro, para consumo doméstico ou em tambores de 200 quilos, quando se destina às indústrias de sorvetes, néctares, entre outros produtos.

O suco de limão pasteurizado e congelado pode ser também encontrado nos supermercados em embalagens individuais de polietileno com capacidade que varia de 10 a 100g.

Na Figura 10, pode ser observado o fluxograma do processamento do suco de limão pasteurizado e, nas Figuras 11 e 12, o desenho esquemático e a fotografia de um pasteurizador.

Atualmente, com o desenvolvimento e aprimoramento de tecnologias que visam minimizar os efeitos do tratamento térmico, a filtração por membranas, a alta pressão hidrostática, campo elétrico pulsante são alternativas ao processamento térmico visando à esterilidade comercial de sucos a frio.

4.3 Suco de limão concentrado

O suco de limão concentrado é matéria-prima básica para diferentes tipos de indústria, como bebidas e sorvetes, tendo a vantagem da redução de custos de transporte, uma vez que se transporta mais suco e menos água. Além disso, outra vantagem é a estabilidade microbiológica, uma vez que o suco concentrado possui elevada concentração de sólidos solúveis e, conseqüentemente, sua atividade de água é menor, diminuindo a possibilidade de desenvolvimento microbiano.



Figura 10. Fluxograma do processamento de suco de limão pasteurizado.

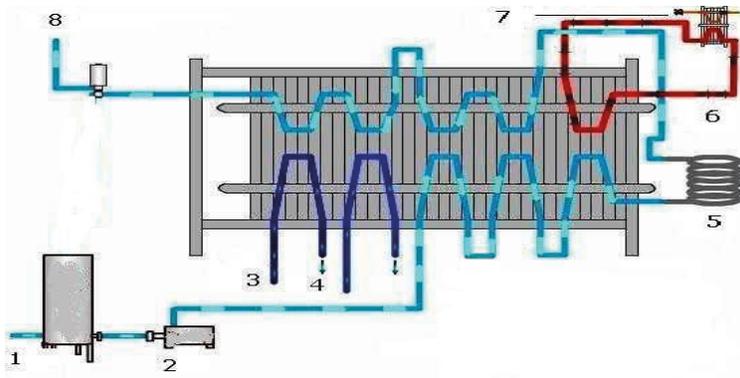


Figura 11. Desenho esquemático do sistema de pasteurização. (1) Suco não-pasteurizado; (2) Bomba; (3) Água Fria; (4) Água Quente; (5) Serpentina de Controle; (6) Água Superaquecida; (7) Vapor de Aquecimento; (8) Suco Pasteurizado.

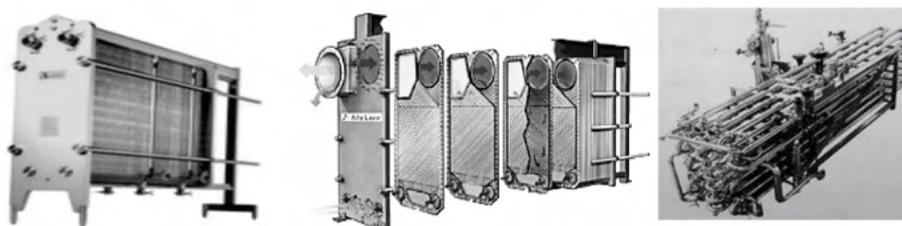


Figura 12. Trocadores de calor de placas e tubular.

O processamento de suco de limão concentrado segue as mesmas etapas do processamento do suco pasteurizado (item 4.2), descritas anteriormente, com posterior concentração.

4.3.1 Pasteurização e concentração

O suco concentrado apresenta vantagens como redução do tamanho da embalagem, espaço para estocagem, redução de custo de transporte e, o mais importante, o aumento de sua vida de prateleira (*shelf-life*), embora ocorram maiores perdas em suas características sensoriais.

O suco de limão possui um complexo sistema coloidal de partículas em suspensão. Estas partículas em suspensão são responsáveis pela alteração da cor, sabor e aroma. O suco de limão é constituído de vários materiais poliméricos, principalmente proteínas e pectinas, além de grandes quantidades de flavonóides, fosfolípidios e outros constituintes de baixo peso molecular. A pectina atua como suporte na estabilização da fração de proteína do suco de limão, mas pode ser desestabilizada pela enzima pectinesterase.

A pectinesterase é a principal enzima presente no suco de limão e catalisa a hidrólise da molécula de pectina formando ácido péctico e metanol. Esta reação pode causar a

desestabilização do suco, promovendo opacidade, geleificação e formação de compostos insolúveis que tendem a sedimentar no fundo da embalagem, acarretando perda na qualidade do suco ao longo de sua vida útil.

A inativação da enzima é realizada na etapa de pasteurização com temperaturas entre 90 e 95°C por 30 a 60 segundos. O binômio tempo/temperatura varia em função do tipo de equipamento utilizado e das características do suco processado. Quanto maior o pH e o teor de polpa do suco, mais severo deverá ser o tratamento térmico.

Após a pasteurização, o suco deverá sofrer concentração (remoção de água), utilizando-se evaporadores. Os evaporadores funcionam sob vácuo e baixa temperatura. Essas características permitem a obtenção de suco com alta qualidade e consumo mínimo de energia. A economia de energia se deve ao uso de evaporadores em linha, reutilizando o vapor vegetal. Esses evaporadores são chamados de múltiplo efeito e podem chegar a até 7 efeitos.

Os conjuntos de evaporadores em linha e a vácuo funcionam com até 8 estágios e 7 efeitos. Estágio é a designação industrial para um evaporador, refere-se às etapas do processamento do suco. Efeito é a designação industrial para a ação do vapor durante o aquecimento do suco dentro do evaporador. Para cada quilo de vapor utilizado para o aquecimento consegue-se evaporar 5,3 quilos de água, quando se utilizam 7 efeitos.

A cada estágio, o suco sofre um pré-aquecimento, e deste modo, ao entrar no evaporador, o suco apresenta uma temperatura muito próxima a do equipamento. Na saída de cada evaporador, existe um dispositivo que separa a água na forma de vapor do suco de limão.

O evaporador mais utilizado na concentração do suco de limão é o TASTE (*Thermally Accelerated Short Time Evaporator*), mostrado na Figura 13.



Figura 13. Evaporador TASTE (*Thermally Accelerated Short Time Evaporator*).

Durante a concentração, alguns problemas podem ocorrer. A polpa e os colóides podem promover uma gelatinização indesejada e a perda de aroma, principalmente da fração volátil, caso a planta de processamento não possua recuperador de aromas, redução do teor de carotenóides e o escurecimento do suco. Para se obter um produto de melhor qualidade, o suco é concentrado a 55 – 63°Brix.

O tempo total de retenção do suco durante o processo de concentração é de até 3,5 minutos, com a temperatura variando entre 45 e 88°C e vácuo também variável. O vapor de água é separado do suco de limão e serve para o aquecimento dos demais estágios que trabalham com temperaturas menores, mas com vácuo maior.

A água evaporada do suco, depois de condensada é reutilizada na indústria para a lavagem dos frutos, trazendo economia de água. Antes da sua reutilização, esta passa por equipamentos responsáveis pela recuperação do aroma de limão. Esta etapa é necessária, uma vez que certos compostos de baixo ponto de ebulição são removidos com a água evaporada. Os compostos aromáticos são recuperados através de um processo de destilação, sendo posteriormente adicionados ao suco concentrado. É importante frisar que os evaporadores e recuperadores de aromas devem operar de forma sincronizada a fim de que se obtenha um suco de boa qualidade.

Outra técnica utilizada na concentração de sucos é a crioconcentração onde o suco é pulverizado, numa câmara de congelamento. Este processo envolve a cristalização fracionada da água e sua conseqüente remoção. O crioconcentrador possui um separador para remover os cristais de gelo da solução concentrada. O separador pode operar por sistemas de centrifugação ou membranas.

O suco, após a pasteurização, pode também ser concentrado por membranas de osmose inversa (reversa), que preserva melhor as suas características físicas, químicas e sensoriais. A concentração por osmose consiste na permeação do suco integral – hidrolisado por enzimas comerciais, a fim de reduzir sua viscosidade – por membranas densas, com poros variando de 1 a 10 Angstroms, com mecanismo de separação por difusão que separa moléculas de baixo peso molecular e íons. Normalmente é necessário pressões entre 10 a 20 bar.

Ao final de cada período de trabalho da unidade de processamento, deve-se realizar a limpeza e sanitização dos equipamentos e utensílios. A limpeza e higienização são importantes para a garantia da qualidade do suco. O suco ácido e muito concentrado é susceptível ao desenvolvimento de bactérias lácticas. Essas bactérias têm a capacidade de se desenvolverem em ambientes ácidos, concentrados e com vácuo, produzindo ao final do seu metabolismo dois compostos conhecidos como diacetil e metilcarbinol, que conferem sabor e odor desagradável e forte. Estes compostos também reagem com a creatina produzindo uma coloração rosada e indesejável ao suco.

Deve-se tomar cuidado, também, com o aumento de hesperidina, um flavonóide indesejável, que pode conferir sabor amargo, ao suco de limão. Esta substância pode

aderir às paredes dos equipamentos e, causar diminuição da qualidade sensorial do suco. Portanto, a limpeza e a higienização adequadas diminuem, sobremaneira, o risco do acúmulo de hesperidina.

4.3.2 Homogeneização e resfriamento

Após a concentração, o suco é conduzido aos tanques de homogeneização e resfriamento. O suco de limão sai do evaporador a uma temperatura de 45°C. Em seguida, o suco passa por um equipamento denominado “flash cooler” que tem como função reduzir a temperatura de saída do suco até 24°C (Figuras 14 e 15).

O resfriamento dos tanques é realizado através de um sistema contendo solução gelada de água-álcool. Neste sistema, o suco é resfriado até alcançar 5°C. Em seguida, é bombeado para trocadores de calor de placas, onde será resfriado até -5°C. A temperatura final de armazenamento do suco de limão varia entre -9 e -7°C. Na operação de resfriamento, há necessidade de padronização e homogeneização do suco para que não apresente diferenças no sabor e na sua consistência.



Figura 14. *Flash cooler* – detalhe do sistema de aquecimento e resfriamento.



Figura 15. *Flash cooler* – vista geral.

4.3.3 Enchimento e Armazenamento

O suco resfriado entre -9 e -7°C é levado para a etapa de enchimento, em local isolado e isento de insetos e vetores. Neste local, o suco é acondicionado em tambores revestidos com uma camada interna de verniz especial e dois sacos plásticos de 100 micra de espessura, um por dentro do outro e envolvendo toda a parte interna dos tambores. O enchimento é controlado automaticamente por uma enchadeira acoplada a uma balança que interrompe o fluxo quando o peso do suco atinge a capacidade total do tambor.

Após o enchimento, os sacos plásticos são amarrados individualmente com fios de náilon e os tambores são fechados com tampa, utilizando uma prensa hidráulica, sendo a seguir etiquetados e codificados com códigos de barras para identificação dos lotes e colocados em esteiras hidráulicas de transporte para serem armazenados.

Os tambores são armazenados em câmaras frias com temperaturas entre -18 e -23°C para assegurar um tempo de vida útil adequada à distribuição e comercialização do suco de limão.

Suco de limão concentrado para mercado doméstico pode ser embalado em latas contendo 1 quilo. Desta forma, o consumidor doméstico pode realizar a diluição que julgar mais conveniente ao seu paladar, antes de consumir o produto.

4.4 Suco desidratado de limão

A legislação brasileira define o suco desidratado como sendo o suco no estado sólido, obtido pela desidratação do suco integral, devendo conter a expressão “suco desidratado”. Também o define como um preparado sólido para mistura em bebidas, à base de sucos, extratos vegetais ou aromas isolados ou em conjunto, podendo ser adicionado de açúcares, edulcorantes hipocalóricos e não-calóricos e outros aditivos previstos em atos administrativos destinados à elaboração de bebida, para o consumo imediato, pela adição de água potável (BRASIL, 2000).

4.4.1 Desidratação

O processo de secagem mais utilizado é consiste em pulverizar o produto dentro de uma câmara submetida a uma corrente controlada de ar quente, e dessa maneira se consegue uma evaporação da água, obtendo-se uma separação ultrarrápida dos sólidos solúveis contidos, com a mínima degradação do produto. Este processo é mais conhecido como secagem por *spray-dryer*, terminando esse processo com a recuperação do produto já em pó.

A eficácia do processo está baseada no princípio do aumento de área de contato entre o material a ser seco e o agente desidratante, ou seja, o ar quente. Geralmente, o equipamento de *spray dryer* utiliza câmaras pressurizadas com atmosfera de 1mm de mercúrio (Hg) (Figura 16).

Após a etapa de concentração, ocorre a pulverização do suco concentrado e, para acelerar a secagem e reduzir o comportamento higroscópico do pó, são adicionadas pequenas quantidades de aditivos (naturais ou artificiais) ou açúcar (sacarose e maltodextrina) e grandes quantidades de pectina.

Os aditivos utilizados na formulação de pós para bebidas são ácido cítrico (acidulante); aroma idêntico ao natural de limão (aromatizante); citrato de sódio (tamponante); fosfato tricálcico (antiiumectante); gomas guar e xantana (estabilizantes), óxido de titânio (corante inorgânico); tartrazina INS 102 (corante artificial); ácido ascórbico (antioxidante) e, algumas vezes o aspartame, o ciclamato de sódio e sacarina sódica (edulcorantes).

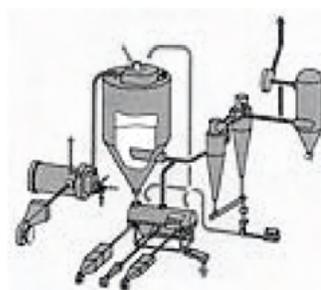


Figura 16. *Spray-dryer*.

4.4.2 *Acondicionamento em embalagens*

Os sucos desidratados são acondicionados em embalagens flexíveis de papel cartonado, alumínio e revestimento plástico a fim de evitar a atuação do oxigênio, luz e umidade. São encontradas no mercado, embalagens contendo de 10g até 5kg de preparado sólido. As embalagens menores se destinam ao mercado doméstico e as embalagens maiores ao mercado industrial.

4.5 **Suco reconstituído**

O suco reconstituído é obtido pela diluição do suco concentrado até a concentração do suco integral ou ao teor de sólidos solúveis estabelecido nos respectivos padrões de identidade e qualidade para o suco integral de limão. É obrigatório constar na sua rotulagem que o suco reconstituído foi obtido a partir da diluição do suco concentrado, sendo opcional o uso da expressão “reconstituído”.

Os aditivos intencionais utilizados na formulação e obtenção de sucos visam sua preservação quanto à ação de microrganismos deteriorantes (bactérias, bolores e leveduras). O ácido cítrico pode ser adicionado aos sucos sem limite máximo, para o efeito desejado. Porém, a legislação preconiza limites máximos para outros conservantes como

antioxidantes. Os antioxidantes são capazes de evitar a proliferação de microrganismos aeróbios facultativos e o escurecimento enzimático e não enzimático podendo-se citar o ácido ascórbico, dióxido de enxofre e o metabissulfito. Os aditivos mais utilizados na preservação de sucos cítricos, permitidos pela legislação, de uma forma geral, são o ácido benzóico, o ácido sórbico e os cloretos de sódio e cálcio.

4.6 Néctar e bebida de limão

O néctar e a bebida contendo exclusivamente limão são pouco consumidos no Brasil. Normalmente, produtos de limão participam como ingrediente dos néctares mistos, hoje encontrados comercialmente como, por exemplo, néctares mistos de laranja, limão e cenoura, ou de frutas cítricas, nos quais sucos concentrados são diluídos e misturados, sendo adicionada pectina, acidulantes (ácido cítrico e ácido ascórbico), corantes naturais (β -caroteno) e aroma natural de limão.

5 | SUBPRODUTOS DO SUCO DE LIMÃO

5.1 Suco de polpa lavada

O suco de polpa lavada também não é comercializado no Brasil, sendo produzido a partir da polpa remanescente da extração mais a adição de água, a fim de aumentar o rendimento e, a seguir, incorporado ao suco da primeira extração (integral) e concentrado.

5.2 Óleo essencial do limão

O óleo essencial de limão é o mais importante subproduto da industrialização do suco, podendo ser utilizado em diversos setores industriais como a agroindústria, incluindo alimentos, perfumaria e farmacêutica.

O óleo essencial de limão é definido como um líquido de coloração amarelo dourada ou amarelo esverdeada, quando recentemente elaborado, apresentando aroma agradável e sabor inicialmente aromático e adstringente. Normalmente, sofre alteração pela exposição ao ar e à luminosidade.

Na Tabela 7, são apresentadas as características físicas e químicas de um óleo essencial de boa qualidade.

5.2.1 Matérias-primas e qualidade do óleo essencial

O óleo essencial do limão é extraído a partir da casca, podendo sua extração ser realizada por prensagem manual para obtenção de produto com excelente qualidade. Porém, por razões econômicas, a produção industrializada é predominante.

| Parâmetros | Brasil | EUA | Espanha | Mercado* |
|---|--------|-----|-----------|---------------|
| Peso específico a 25°C (g/cm ³) | 0,851 | - | 0,851 | 0,852 a 0,858 |
| Poder rotatório a 25°C | 63°30' | - | 62°40' | 57 a 65° |
| Índice de Refração a 20°C | 1,4746 | - | 1,4748 | 1,474 a 1,476 |
| Citral (%) | 2,0 | 1,5 | 3,4 | 3 a 5 |
| Resíduo após evaporação (%) | 3,8 | 0,5 | 3,7 a 4,1 | 1,5 a 3,6 |
| Índice de Acidez (máx.) | - | - | - | 1,4 |

Tabela 7. Características físicas e químicas de óleos essenciais de limão produzidos no mundo.

* aceitos mundialmente.

A qualidade do óleo essencial depende, em muito, do estágio de maturação do limão, sendo ideal a colheita dos frutos mais maduros por conterem um maior percentual de óleos essenciais. Quando o fruto passa do ponto ideal de maturação a qualidade do óleo diminui.

Óleos essenciais de boa qualidade contêm cerca de 5% de citral, concentração esta que é extremamente variável, a cada ano.

5.2.2 Composição do óleo essencial de limão

O óleo essencial de limão apresenta em sua composição uma mistura complexa de hidrocarbonetos terpênicos, álcoois, aldeídos, cetonas e outras substâncias voláteis. O limoneno é a substância mais abundante nos óleos essenciais de frutos cítricos, incluindo o limão, podendo corresponder a cerca de 90% do conteúdo de substâncias voláteis. Na Tabela 8, encontram-se algumas substâncias presentes no óleo de limão.

As substâncias responsáveis pelo aroma do óleo essencial de limão são o otileno, a e b-pineno, canfeno, metilheptenona, β-felandreno, d-limoneno, seu principal componente, g - terpineno, a-terpineol, aldeídos C 8, 9, 10 e 12 (laurílico), citronelato, citral e acetato de geranila (ésteres), nerol e citronerol bisaboleno, cadineno (álcool primário sesquiterpênico), sendo encontrados outros compostos, como os ácidos caprílico, acético e láurico.

Os Estados Unidos (Califórnia) e o Brasil (São Paulo) encontram-se na vanguarda entre os competidores dos óleos essenciais, sendo também produzidos na Espanha e Israel e, mais recentemente, na ilha de Chipre.

No Brasil, a produção de óleo essencial de limão desenvolveu-se principalmente em São Paulo, durante a segunda guerra mundial devido à baixa produção na Itália, naquela época.

A qualidade do óleo de limão brasileiro ainda é bem inferior àqueles italianos e espanhóis, quanto ao teor de citral. Israel e Chipre possuem óleos de melhor qualidade que são exportados para a Grã-Bretanha.

| Substância | Concentração (%) |
|---------------------------------------|------------------|
| α - Tujeno | 0,60 |
| α - Pineno | 2,13 |
| Sabineno | 1,79 |
| β - Pineno | 11,17 |
| β - Mirceneno | 1,51 |
| Limoneno | 58,64 |
| γ - Terpineno | 14,82 |
| α - Terpinoleno | 0,70 |
| Linalol | 0,17 |
| Neral | 1,26 |
| Geranial | 2,09 |
| Acetato de nerila | 1,05 |
| β - Cariofileno | 0,65 |
| <i>Trans</i> - α - Bergamoteno | 1,26 |
| β - Bisaboleno | 2,18 |

Tabela 8. Substâncias voláteis presentes no óleo de limão.

Fonte: Francheschi et al., 2004.

5.2.3 Extração do óleo essencial de limão

O óleo essencial de limão é extraído das cascas pelo processo de prensagem que rompe as glândulas de óleo contidas no flavedo (parte mais externa da casca). O equipamento mais utilizado é o extrator FMC ou ainda, o sistema por abrasão através de raspadora Brown. O óleo obtido é lavado por aspersores, resultando em uma emulsão óleo-água e resíduos. A seguir, a emulsão é separada dos resíduos pela passagem em *finisher* com peneiras de 5 a 7mm de diâmetro (Figura 17).

A emulsão é então centrifugada em centrífuga de 2 estágios onde, no primeiro estágio, há a quebra da emulsão pela elevada força centrífuga que separa a mistura em 2 fases: a fase aquosa é descartada; a fase sólida, mais rica em óleos (70 – 80%), é utilizada para obtenção do óleo essencial. No segundo estágio, a centrífuga opera em alta velocidade separando o óleo dos possíveis resíduos. A água utilizada retorna aos extratores para recuperação de óleo.

Durante a extração do óleo essencial, polissacarídeos (pectina) são incorporados à emulsão óleo-água aumentando sua viscosidade. Este efeito pode ser minimizado com a utilização de enzimas com atividade poligalacturonase que irá atuar sobre a pectina e, também contribuir para o aumento do rendimento da extração de óleo essencial.

Existem outras técnicas para a obtenção do óleo essencial, podendo-se citar a prensa hidráulica para limão fatiado, destilado por corrente de vapor e sob pressão reduzida. O rendimento médio para 200 Kg de limões (1500 a 2000 frutos) é de 1 Kg de óleo.

A centrifugação e a destilação do resíduo são utilizadas para a produção de ácido cítrico ou para o citrato de cálcio.

5.2.4 Desterpenação

A fim de concentrar as substâncias responsáveis pelo aroma do óleo essencial de limão, assegurar sua maior estabilidade, quanto à oxidação, procede-se à desterpenação.

Normalmente, a desterpenação é realizada pela destilação fracionada a vácuo, extração seletiva por solventes ou, através da técnica de extração supercrítica com CO₂, que devido às baixas temperaturas utilizadas são obtidos óleos essenciais de alta qualidade, sem a presença de terpenos e sesquiterpenos (3 unidades de isopreno), porém é extremamente cara, apesar do alto rendimento de extração (98-100%), contendo cerca de 40 a 65% de citral.

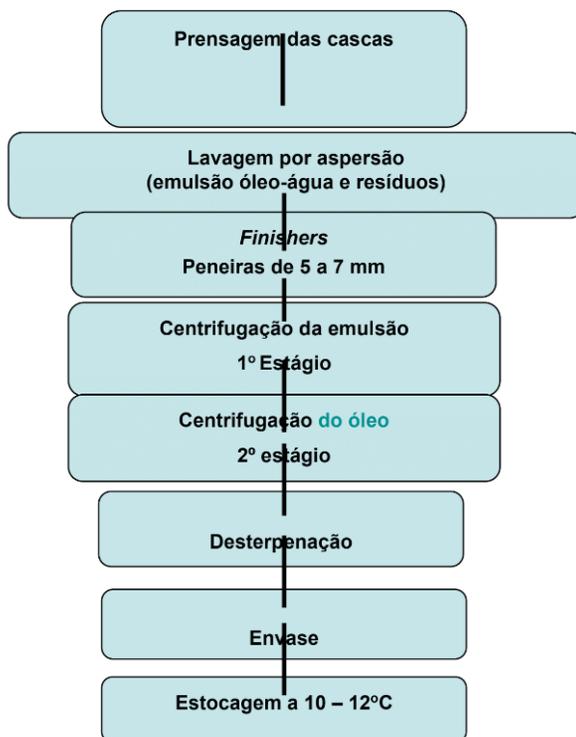


Figura 17. Fluxograma da produção de óleo essencial de limão.

5.2.5 Armazenamento e conservação

O óleo essencial deve ser estocado em locais frescos (10 - 12°C), em tambores de cobre sem umidade e, sua conservação pode ser de até um ano, se mantido sob vácuo.

O óleo essencial de limão possui ceras e outras substâncias não voláteis dissolvidas que podem formar sedimentos, especialmente na estocagem a frio.

Durante a estocagem, os teores de β -pineno e γ -terpineno podem diminuir enquanto o de p-cimeno pode aumentar; essas alterações podem afetar o *flavor* dos óleos. O citral, a substância chave, é pouco afetada.

REFERÊNCIAS

ABELES, F. B.; MORGAN, P. W.; SALTVEIT, M. E. **Ethylene in plant biology**. 2. ed. San Diego: Academic Press, 1992. 414 p.

ARAÚJO, J.M.A. Óleos essenciais. **Química dos Alimentos: teoria e prática**. 2. ed. Viçosa: Editora UFV, 1999. cap.4, p. 127–138.

BALDWIN, E. A. Citrus fruits. In: SEYMOUR, G. B.; TAYLOR, J. E.; TUCKER, G. A. **Biochemistry of fruit ripening**. London: Chapman & Hall, 1993. cap. 8, p. 255-271.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Coordenação de Inspeção Vegetal. Serviço de Inspeção Vegetal. Padrões de Identidade e Qualidade para refresco, refrigerante, preparado ou concentrado líquido para refresco ou refrigerante, preparado sólido para refresco, xarope e chá pronto para o consumo. Portaria n. 544 de 16 de novembro de 1998. Diário Oficial da União, 17 de novembro de 1998, Seção 1, p. 90, Brasília, DF.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Coordenação de Inspeção Vegetal. Serviço de Inspeção Vegetal. Padrões de Identidade e Qualidade para Polpas de Frutas, Sucos Tropicais. Instrução normativa n. 12, de 10 de setembro de 1999. Diário Oficial da União, Brasília, DF, de 13 de setembro de 1999, Seção 1, p. 72.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Coordenação de Inspeção Vegetal. Serviço de Inspeção Vegetal. Instrução Normativa n. 1 de 07/01/2000 publicada em 10/01/2000, Seção 1, pg. 54. Padrões de Identidade e Qualidade para Polpas de Frutas, Sucos Tropicais. Revoga a Instrução Normativa n. 12 de 10/09/1999. Diário Oficial da União, Brasília, DF, 13 de setembro de 1999, Seção 1, p.72.

BRASIL. Agência Nacional de Vigilância Sanitária – ANVISA. Padrões de Identidade e Qualidade para bebidas. Resolução RDC nº. 12, de 02 de janeiro de 2001. Diário Oficial da União de 10 de janeiro de 2001, Seção 1, p 4.22 Brasília, DF.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Decreto 3510 de 16 de junho de 2000. Altera dispositivos do Regulamento aprovado pelo Decreto no 2.314, de 4 de setembro de 1997, que dispõe sobre a padronização, a classificação, o registro, a inspeção, a produção e a fiscalização de bebidas. Diário Oficial da União, Brasília, DF, 19 de junho de 2000, Seção 1, p.1.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Portaria n. 544, de 16 de novembro de 1998, para fixação dos padrões de identidade e qualidade, para refresco, refrigerante, preparado ou concentrado líquido para refresco ou refrigerante, preparado sólido para refresco, xarope e chá pronto para o consumo. Diário Oficial da União de 17 de novembro de 1998, Seção 1, p.90, Brasília, DF.

BROWN, M. G.; KLIMER, R. L.; BEDIGIAN, K. Overview and trends in the fruit juice processing industry. In: NAGY, S.; CHEN, C. S.; SHAW, P. E. **Fruit juice processing technology**. Florida: Agscience, 1993. cap.1, p. 1-22.

CARTER, B. A. Lemon and lime juices. In: NAGY, S.; CHEN, C. S.; SHAW, P. E. **Fruit juice processing technology**. Florida: Agscience. 1993. cap. 7, p. 215-270.

CARVALHO, L. M. J.; SILVA, C. A. B.; GAVA, J. R.; ABADIO, F. D. B. Commercial sterilization of fruit juices by ultrafiltration/microfiltration membranes. **Alimentaria**, Madrid, v. 333, p.123-127, 2002.

CASAS, A.; MALLENT, D. El color de los frutos cítricos. I. Generalidades. II. Factores que influyen en el color. Influencia de la especie, de la variedad y de la temperatura. **Revista de Agroquímica y Tecnología de Alimentos**, Valencia, v.28, n.2, p.185-202, 1988.

CHEN, C. S. Physicochemical principles for the concentration and freezing fruit juices. In: NAGY, S.; CHEN, C. S.; SHAW, P. E. **Fruit juice processing technology**. Florida: Agscience, 1993. cap. 2, p. 23-55.

CSERHALMI, Z. S.; SASS-KISS, A.; MARKUS, M.; LECHNER, N. Study of pulsed electric field treated citrus juices. **Innovative Food Science and Emerging Technologies**, Leuven, v.7, n. 1 - 2, p.49.-54, 2006.

COLL, L. et al. Viscometric control in the enzymatic extraction of citrus peel oils. **Food Control**, Amsterdã, v 6, n.3, p.143-146, 1995.

COLLET, L. S. F. C. A. et al. A kinetic study on pectinesterase inactivation during continuous pasteurization of orange juice. **Journal of Food Engineering**, Leuven, v. 69, n. 11, p. 125 – 129, 2005.

DURIGAN, M. F. B.; MATTIUZ, B. H.; DURIGAN, J. F. Injúrias mecânicas na qualidade pós-colheita de lima ácida Tahiti armazenada sob condição ambiente. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 27, n. 3, p. 369-372, 2005.

FERREIRA FILHO, N. C.; LEITE, I. C.; STUCHI, E. S. Desbaste da limeira-ácida Tahiti (*Citrus latifolia*, Tanaka) com “TPA” e efeitos na produção. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 24, n. 2, p. 312-316, 2002.

SANTOS FILHO, H. P.; OLIVEIRA, A. A. R. Oleocelose (Mancha de óleo dos citros). **Citrus em Foco**, Brasília, DF, n. 27, dez., p 1-2, 2004.

FIORAVANÇO, J. C.; MANICA, I.; PAIVA, M. C. Efeito da citocinina, cera e embalagem sobre algumas características bioquímicas do limão Tahiti armazenado em temperatura controlada. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v.15, n. 3, p. 33-42, 1993.

FRANCESCHI, E., GRINGS, M. B., FRIZZO, C. D., OLIVEIRA, V., DARIVA, C. Phase behavior of lemon and bergamot peel oils in supercritical CO₂. **Fluid Phase Equilibria**, Leuven, v. 226, p. 1– 8, 2004.

FREDSTED, L. B. Processing systems for fruit juice and related products. In: ASHURST, P. R. **Production and Packaging of non-carbonated fruit juices and fruit beverages**. London: Blackie Academic & Professional, 1997. cap. 10, p. 274-280.

GIRONI, F.; MASCHIETTI, M. Supercritical carbon dioxide fractionation of lemon oil by means of a batch process with an external reflux. **Journal of Supercritical Fluids**, Amsterdã, v. 35, p. 227–234, 2005.

GRAÇA, J. et al. **A cultura da lima ácida Tahiti (limão Tahiti): perspectivas, tecnologia e viabilidade**. Niterói: PESAGRO-RIO, 1997. 40p. (Documentos, 38).

GUENTHER, E. Individual essential oils of the plant families *Rutaceae* and *Labiatae*. In: _____. **The essential oils**. New Jersey: Van Nostrand, 1949. p. 287 – 331.

HARMON, A. D. Solid-phase microextraction for the analysis of flavors. In.: HARMON, A. D. **Food aroma: Techniques and analyzing**. New York: Marsili & Dekker, 1996. p. 81-112.

HENDRIX, C. M.; REDD, J. B. Chemistry and technology of citrus juices and by-products. In: HENDRIX, C. M., REDD, J. B. **Production and packaging of non-carbonated fruit juices and fruit Juice beverages**. New York: D. Hicks, 1990. 32 p.

INGALLINERA, B.; BARBAGALLO, R. N.; SPAGNA, G.; PALMERI, R.; TODAZO, A.. Effects of thermal treatments on pectinesterase activity determined in blood oranges juices. **Enzyme & Microbial Technology**, Atlanta, USA, v. 36, p. 258–263, 2005.

JIMENEZ-CUESTA, M.; CUQUERELLA CAYUELA, J.; MARTINEZ-JAVEGA, J. M. **Teoria y practica de la desverdizacion de los citricos**. Madrid: INIA, 1983. 22 p. (Hoja Técnica, 46).

JOMORI, M. L. L.; KLUGE, R. A.; JACOMINO, A. P.; TAVARES, S. Conservação refrigerada de lima ácida Tahiti: uso de 1-metilciclopropeno, ácido giberélico e cera. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 25, n. 3, p. 406-409, 2003.

KADER, A. A.; ARPAIA, M. L. Postharvest handling system: subtropical fruits. In: KADER, A. A. **Postharvest technology of horticultural crops**. Oakland: University of California, 1992. p. 233-240.

KAYS, J. S. **Postharvest physiology of perishable plant products**. New York: Van Nostrand Reinhold, 1991. 453 p.

LANCIOTTI, R. et al. Use of natural aroma compounds to improve shelflife and safety of minimally processed fruits. **Trends in Food Science and Technology**, Oxford, v.15, n. 3/4, p. 201 – 208, 2004.

MARIN, F. R. et al. Changes in nutraceutical composition of lemon juices according to different industrial extraction systems. **Food Chemistry**, Chicago, USA, v. 78, n.3, p. 319 – 324, 2002.

MAZZUZ, C. F. **Calidad de frutos cítricos: manual para sugestion desde la recoleccion hasta la expedicion**. Barcelona: Ediciones de Horticultura, 1996. 317 p.

MENDONÇA, K. et al. Concentração de etileno e tempo de exposição para desverdecimento do limão “Siciliano”. **Brazilian Journal of Food Technology**, Campinas, v. 6, n. 2, p. 179 - 183, 2003.

MIZOBUTSI, G. P.; BORGES, C. A. M.; SIQUEIRA, D.L. Conservação pós-colheita da lima ácida ‘Tahiti (*Citrus latifolia*, Tanaka), tratada com ácido giberélico e armazenada em três temperaturas. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 22, p. 42 - 47, 2000. Número especial.

MOUFIDA, S.; MARZOUK, B. Biochemical characterization of blood orange, sweet orange, lemon, bergamot and bitter orange. **Phytochemistry**, Oxford, v. 62, p. 1283-1289, 2003.

PEDRÃO, M. R. et al.. Estabilidade físico-química e sensorial do suco de limão Tahiti natural e adoçado, congelado. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v. 19, n. 2, p. 282-286, maio/ ago., 1999.

RANGANNA, S.; GOVINDARAJAN, V.; RAMANA, K.V.R. Citrus fruits: Chemistry, technology and quality evaluation. **CRC Critical Reviews of Food Science and Nutrition**, Amherst, v. 19, n. 1, p. 1, 1983.

REDD, J. B.; HENDRIX JUNIOR, C. M. Processing of natural citrus oil and flavors. In: NAGY, S.; CHEN, C. S.; SHAW, P. E. **Fruit juice processing technology**. Florida: Editora Agscience, 1993. 713 p.

REETZ E. R. et al. **Anuário Brasileiro de Fruticultura**. Santa Cruz do Sul: Editora Santa Cruz, 2007. 136 p.

RIGON, L. et al. **Anuário Brasileiro da Fruticultura 2005**. Santa Cruz do Sul: Editora Gazeta Santa Cruz, 2005. 136 p.

ROIG, M. G. et al. Studies on the occurrence of non-enzymatic browning during storage of citrus juice. **Food Research International**, Oxford, v. 32, n. 9, p. 609 - 619, 1999.

ROTHSCHILD, G.; KARSENTY, A. Cloud loss during storage of pasteurized citrus juice and concentrates. **Journal of Food Science**, Chicago, v. 39, p. 1037-1041, 1974.

ROWE, D., TANGEL, B. Aroma Chemicals for the Sweet Field. **Perfumer and Flavourist Magazine**, New York, v.24, n. 6, p. 36, 2003.

RUSCHEL, C, K. et al. Qualidade microbiológica e físico-química de sucos de laranja comercializados nas vias públicas de Porto Alegre/RS. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v. 21, n. 1, p. 94-97, jan./abr., 2001.

SÃO PAULO (Estado). Secretaria de Estado da Saúde. Centro de Vigilância Sanitária. Portaria Conjunta CVS-IAL nº 1, de 28 de novembro de 2003. Dispõe sobre o Programa Paulista de Análise Fiscal de Alimentos Biênio 2003-2004. São Paulo, SP, **Diário Oficial do Estado**, São Paulo, 29 nov. 2003, v. 113, n. 228. Seção 1, p. 36-49.

SÃO PAULO (Estado). Decreto nº 12.486, de 20 de outubro de 1978. Normas Técnicas Especiais Relativas a Alimentos e Bebidas. Resolução nº 12 de 1978 Aprova NORMAS TÉCNICAS ESPECIAIS, do Estado de São Paulo, revistas pela CNNPA, relativas a alimentos e bebidas. **Diário Oficial do Estado São Paulo, Poder Executivo**, 21 de outubro de 1978, p.1.

SAWAMURAA, M. et al. Compositional changes in commercial lemon essential oil for aromatherapy. **International Journal of Aromatherapy**, Oxford, v. 14, n. 1, p. 27 - 36, 2004.

SPÓSITO, M. B. et al. Armazenamento refrigerado de frutos de limeira-ácida 'Tahiti' tratados com ácido giberélico. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 22, n. 3, p. 345-348, 2000.

SPÓSITO, M.B. et al. Doenças fúngicas em citros. **Revista Cultivar Hortaliças e Frutas**, Pelotas, Brasil, n. 36, fev./mar., 2006. 6p. Edição especial.

TING, S. V.; ATTAWAY, J. A. Citrus fruits. In: AUTOR. A.C. **The biochemistry of fruits and their products**. London: Academic Press, 1971. v. 2, p. 107-169.

TOLKOWSKY, S. **Hesperides**: a history of the culture and use of citrus fruits. London: John Bales, 1936. 371 p.

VANDERCOOK, C. E.; MACKKEY, B. E.; PRICE, R. L. New statistical approach to evaluation of lemon juice. **Journal Agricultural Food Chemistry**, Davis, v. 21, p. 881-883, 1973.

VICENTE, A. M.; GENZANO, I.; VICENTE, J. M. Elaboração de sucos, geléias e bebidas refrigerantes. In: VICENTE, A. M.; GENZANO, I.; VICENTE, J. M. **Manual das indústrias de alimentos**. São Paulo: Livraria Varela. 1996. cap. 10, p. 315-324.

WEISS, E. A. **Essential oil crops**. Cambridge: University Press, 1997. 600 p.

SOBRE A ORGANIZADORA

CARLA CRISTINA BAUERMANN BRASIL- Possui graduação em Nutrição pela Universidade Franciscana (2006), Licenciatura pelo Programa Especial de Graduação de Formação de Professores para a Educação Profissional (2013), especialização em Qualidade de Alimentos pelo Centro Brasileiro de Estudos Sistêmicos (2008), especialização em Higiene e Segurança Alimentar pela Universidad de León (2011), especialização em Vigilância Sanitária e Qualidade de Alimentos (2020) pela Universidade Estácio de Sá, MBA executivo em Gestão de Restaurantes (2021), especialização em Segurança Alimentar (2021), Mestrado e Doutorado em Ciência e Tecnologia dos Alimentos pela Universidade Federal de Santa Maria (UFSM) na linha de pesquisa “Qualidade de Alimentos”. Atua como docente do Curso de Nutrição da Universidade Federal de Santa Maria e participa de projetos de pesquisa e extensão na área de ciência e tecnologia de alimentos, com ênfase em sistemas de garantia e controle de qualidade dos alimentos.

ÍNDICE REMISSIVO

A

Ácidos graxos insaturados 51, 125, 130

Acrocomia aculeata (jacq.) Lodd 49

Agaricus blazei 12, 13, 17

Agrotóxicos 205, 206, 207, 209, 210, 211, 212, 214

Água 8, 14, 21, 22, 23, 26, 27, 43, 59, 67, 80, 81, 84, 88, 91, 93, 94, 95, 96, 97, 98, 107, 112, 113, 116, 117, 133, 134, 135, 165, 168, 171, 176, 181, 188, 205, 206, 207, 208, 209, 210, 212, 214, 219, 220, 221, 224, 226, 227, 230, 232, 233, 234, 235, 236, 237, 239, 241

Alimentos funcionais 18, 19, 86

Alimentos ready-to-eat 125

Análise de Alimentos 108

Análise química, 55, 64

Análises físico-químicas 76, 103, 104, 107, 178

Artrópodes 164, 168, 169, 172

Avicultura 109, 110, 121, 122, 123

B

Babaçu 5, 29, 30, 31, 32, 33, 34, 35, 37, 38, 39

Bacillus cereus 40, 41, 42, 43, 44, 45, 46, 47, 182

Bactérias do ácido láctico 1, 2, 8

C

Caracterização anatômica 55

Chocolate intenso 18

Citral 88, 89, 90, 91, 101, 220, 240, 242

Citrus latifolia 216, 218, 244, 245

Coliformes 40, 42, 43, 44, 45, 46, 74, 80, 84, 86, 182

Composição centesimal 54, 55, 58, 59, 66, 67, 68, 69, 103, 108

Consumo 2, 8, 13, 27, 41, 50, 51, 57, 64, 75, 85, 110, 111, 112, 115, 116, 119, 125, 131, 144, 167, 169, 171, 172, 177, 180, 181, 205, 207, 214, 224, 231, 234, 237, 243

Cor do vinho 1, 3, 7, 8

Coxa 109, 110, 114, 115, 117, 118, 119, 120

Cultivo submerso 11, 12, 13, 14, 15

Cumbaru 6, 74, 75, 76, 77, 78, 80, 83, 85

D

Destilação 89, 90, 91, 93, 190, 235, 241, 242

Dpph• 11, 12, 14, 16

E

Eleutherine bulbosa 6, 54, 55, 56, 57, 58, 59, 60, 61, 62, 63, 64, 66, 68, 69, 71

Embutidos cárneos 103, 104, 108

Enologia 1, 3

Essência 89, 90, 99

F

Farinha de bagaço de malte 6, 74, 75, 76, 77, 78, 82, 83, 84, 85

Fermentação 5, 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 19, 20, 75

Fermentação malolática 5, 1, 2, 3, 4, 6, 7, 8, 9, 10

G

Gilts 7, 147, 148, 149

H

Híbridos comerciais 6, 109, 110, 111, 117, 118, 119, 120

Hyperestrogenism 147

I

Inovação 5, 29, 38, 39, 52, 70, 166

L

Lima ácida 216, 217, 218, 219, 220, 221, 223, 224, 244, 245

Literatura científica 48, 183

M

Manteiga de cacau 18, 20, 21, 23, 24, 25, 26, 27

Mesocarpo 5, 29, 30, 31, 32, 33, 34, 35, 36, 37, 38

Monitoramento 45, 206

O

Organoaluminosilicate 147, 149, 150, 151

P

Peito 109, 110, 112, 115, 117, 118, 119, 120, 122

Ph 7, 153, 155

Potencial mercadológico 48

probióticos 18, 19, 20, 23, 25, 26, 27, 134

PROBIÓTICOS 23

Processamento 8, 5, 30, 40, 42, 45, 51, 76, 77, 79, 80, 122, 133, 145, 165, 166, 167, 179, 216, 222, 224, 225, 231, 232, 233, 234, 235

Prospecção 5, 20, 29, 30, 39, 59

R

Reproduction 147

Roedores 164, 167, 168, 169, 172, 176

S

Salmonela sp 40

Salsichas 103, 104, 106, 107, 108, 124, 133, 135, 136

Saudabilidade 50, 125, 133

Stability 7, 28, 139, 140, 142, 143, 144, 146, 153, 154, 160, 162, 163

Suco de limão 8, 216, 217, 218, 219, 220, 221, 223, 224, 225, 227, 231, 232, 233, 234, 235, 236, 237, 239, 245

T

Taninos 1, 2, 3, 5, 7, 8, 55, 58, 63, 64, 65, 68, 69, 72

Temperature 47, 153, 154, 155, 156, 158, 159, 160

Toxin binders 7, 147, 149

Tricologia 164, 168

V

Validação de método 206

Vigilância sanitária 40, 42, 44, 46, 69, 100, 164, 165, 166, 169, 171, 172, 174, 175, 182, 184, 185, 243, 246, 247

Vulvovaginitis 147, 148

Y

Yeast cell walls 147, 149, 152

Z

Zearalenone 7, 147, 148, 150, 152

www.atenaeditora.com.br
contato@atenaeditora.com.br
@atenaeditora
www.facebook.com/atenaeditora.com.br



ALIMENTOS: TOXICOLOGIA E MICROBIOLOGIA & QUÍMICA E BIOQUÍMICA

🌐 www.atenaeditora.com.br
✉ contato@atenaeditora.com.br
📷 @atenaeditora
📘 www.facebook.com/atenaeditora.com.br



ALIMENTOS: TOXICOLOGIA E MICROBIOLOGIA & QUÍMICA E BIOQUÍMICA